

**Projektová dokumentace pro provádění stavby**

**D.1.2 Stavebně konstrukční řešení**

**D.1.2 b) Podrobný statický výpočet**

**Stavba:**

**Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné Hoře**

**Palackého náměstí čp. 377/5, Kutná Hora – Vnitřní Město**

**Investor:**

**Město Kutná Hora**

Havlíčkovo náměstí 552/1

284 01 Kutná Hora – Vnitřní Město

**Zpracovatel:**

**RECOC, spol. s.r.o.**

Seydlerova 2451/8

Praha 13, 158 00

**Projektant:**

**Ing. Miloslav Smutek, Ph.D.**

**Projekční tým:**

**Ing. Zbyněk Pechan**

## 1 Obsah

1	Obsah .....	2
2	Soubor použitých norem a literatury .....	2
2.1	Řada norem ČSN .....	2
2.2	Zákony a vyhlášky .....	4
3	Použité podklady a literatura .....	4
4	Použité programy .....	4
5	Uvažovaná zatížení .....	4
6	Použité materiály .....	6
6.1	Betony podle ČSN EN 1992-1-1 (ČSN EN 206) .....	7
6.2	Měkká výztuž podle ČSN EN 1992-1-1 .....	7
6.3	Konstrukční oceli podle ČSN EN 1993-1-1:2006 dle EN 10025-2; Třída oceli podle ČSN EN 10027 ..	7
7	Charakteristika konstrukce .....	7
7.1	SO 04 .....	7
7.1.1	Základová deska schodišťové věže .....	7
7.1.2	Schodišťová věž .....	7
8	Výpočtové modely .....	8
8.1	Výpočetní program .....	8
8.2	Celkové modely .....	8
8.3	Výseky konstrukce .....	8
9	Výpočetní aparát - FEM výpočty .....	8
9.1	Program RENEX3D .....	8
9.1.1	Charakteristika programu .....	8
9.1.2	Použité prvky .....	9
9.1.3	Použití programu .....	9
9.1.4	Dělení na konečné prvky .....	9
9.1.5	Souřadnicové systémy .....	10
9.1.6	Zatížení a jejich kombinace .....	12
9.2	Nelineární výpočty .....	13
9.3	Program SCIA ENGINEER .....	13
10	Zatěžovací stavy a jejich kombinace .....	13
10.1	Kombinace podle metodiky EN 1990:2004 .....	13
10.2	Názvy zatěžovacích stavů a kombinací v programu RENEX 3D .....	15
11	Závěr .....	16
12	Seznam obrázků .....	17
13	Seznam příloh .....	17

## 2 Soubor použitých norem a literatury

### 2.1 Řada norem ČSN

ČSN 73 0038:2014	Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení
ČSN 73 1105	Navrhování a provádění hurdiskových stropů
ČSN 73 1201:2010	Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

ČSN EN 206+A1:2018	Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 338:2016	Konstrukční dřevo. Třídy pevnosti
ČSN EN 1536+A1	Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty

ČSN EN 13271	Spojovací prostředky pro dřevo - Charakteristické únosnosti a moduly posunutí spojů se speciálními hmoždíky, <a href="#">oprava 1</a>
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí – <a href="#">oprava 1</a>
ČSN EN 14080:2013	Dřevěné konstrukce – Lepené lamelové dřevo a lepené rostlé dřevo - Požadavky
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí – <a href="#">oprava 1, 2, 3, 4; změny A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2</a>
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb – <a href="#">oprava 1; změny Z1, Z2; NA ed. A</a>
ČSN EN 1991-1-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru - <a href="#">oprava 1, 2, 3; NA ed. A</a>
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem – <a href="#">oprava 1; změny A1, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5; NA ed. A; ed.2 - změna A1</a>
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem – <a href="#">oprava 1, 2, 3; změny Z1, Z2, Z3; NA ed. A, - změna A1; ed.2</a>
ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou – <a href="#">oprava 1, 2; změny Z1, Z2; NA ed. A</a>
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – <a href="#">oprava 1, 2; změny A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed.2 - změna A1, Z1</a>
ČSN EN 1992-1-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru – <a href="#">oprava 1; změna NA ed. A</a>
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – <a href="#">oprava 1, 2; změna A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed.2 - oprava 1, změna A1</a>
ČSN EN 1993-1-2	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-2: Obecná pravidla: Navrhování konstrukcí na účinky požáru – <a href="#">oprava 1; změna Z1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1993-1-8	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků – <a href="#">oprava 1, 2; změna Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2</a>
ČSN EN 1995-1-1	Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – <a href="#">změna A1, A2; NA ed. A</a>
ČSN EN 1995-1-2	Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru – <a href="#">oprava 1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1996-1-1+A1:2013	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce – <a href="#">NA ed.A</a>
ČSN EN 1996-1-2	Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru – <a href="#">oprava 1; změna Z1; NA ed. A; ed.2</a>
ČSN EN 1996-2	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 2: Volba materiálů, konstruování a provádění zdiva – <a href="#">oprava 1; změna Z1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1996-3	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí – <a href="#">oprava 1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Obecná pravidla – <a href="#">oprava 1; změna NA ed. A</a>
ČSN ISO 2394:2016	Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí.

ČSN ISO 13822:2014 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.

ČSN EN ISO 12696 Katodická ochrana oceli v betonu

ČSN EN ISO 12944-05 Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 5 – Ochranné nátěrové systémy

ČSN EN ISO 14713-1 Zinkové povlaky – Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi – Část 1: Obecné zásady pro navrhování a odolnost proti korozi

ČSN EN ISO 14713-2 Zinkové povlaky – Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi – Část 2: Žárové zinkování ponorem

## 2.2 Zákony a vyhlášky

Zákon č. 183/2006 Sb o územním plánování a stavebním řádu v platném znění –

Vyhláška č. 499/2006 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb, v platném znění (Vyhláška č. 405/2017 Sb., částka 144 ze 7.12.2017 o dokumentaci staveb ve znění Vyhlášky č. 62/2013 Sb. a vyhláška č. 169/2016 Sb.)

## 3 Použité podklady a literatura

- [1] Architektonicko-stavební řešení, Masák & Partner, s.r.o., 12/219
- [2] FEM, principy a praxe metody konečných prvků, Kolář, V., Němec, I., Kanický, V. a navazující manuály k programům NEXX.
- [3] Programy FINE – uživatelské manuály
- [4] Manuál k programu RENEX3D, RECOC, spol. s r.o., 2013
- [5] Manuál k programu SCIA ENGINEER, Nemetschek Scia s.r.o., 2013
- [6] Uživatelský a teoretický manuál programu RENEX3D, verze 7.01, RECOC, spol. s r.o., 02.2019
- [7] Fotografie dokumentace Kutní Hora č.p.377 Etapa I: zabezpečení věže a budovy do přízemí, SURPMO, 12/1966
- [8] Fotografie dokumentace Kutní Hora č.p.377 Statika, SURPMO, Ing. Trmač, 09/1969

## 4 Použité programy

Programy RENEX - © FEM consulting Brno s.r.o., RECOC, spol. s r.o.,

Preprocesory a postprocesory RECOC-BETON - © RECOC, spol. s r.o.,

FIN - © FINE s.r.o.

Tabulkové procesory Excel, © RECOC, spol. s r.o.

SCIA ENGINEER, Nemetschek Scia s.r.o., 2016

## 5 Uvažovaná zatížení

Zatížení jsou uvažována podle podkladů převzatých z [1] a z příslušných norem ČSN EN 1991-1-1 až 1991-1-7. Přehled zatížení je uveden v příloze tohoto výpočtu.

Stálá zatížení byla vypočtena podle podkladu [1] – viz přílohy statického výpočtu číslo 1-3.

Užitná zatížení byla převzata normovými hodnotami z Tabulky 6.2(CZ), 6.8(CZ) a 6.10(CZ) ČSN EN 1991-1-1. Tíhy přemístitelných přiček byly přidány do užitého plošného zatížení. Příčky, jejichž tíha na bm byla vyšší než normou stanovená hodnota, byly modelovány skutečnou tíhou liniovým zatížením. Konkrétně byly použity minimální hodnoty:

**Tabulka 6.2(CZ) – Užité zatížení stropních konstrukcí, balkónů a schodišť pozemních staveb**

Kategorie zatěžovaných ploch	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>kategorie A</b>		
– stropní konstrukce	1,5	2,0
– schodiště	3,0	2,0
– balkóny	3,0	2,0
<b>kategorie B</b>	2,5	4,0
<b>kategorie C</b>		
– C1	3,0	3,0
– C2	4,0	4,0
– C3	5,0	4,0
– C4	5,0	7,0
– C5	5,0	4,5
<b>kategorie D</b>		
– D1	5,0	5,0
– D2	5,0	7,0

**Tabulka 6.8(CZ) – Užité zatížení garáží a dopravních ploch pro vozidla**

Kategorie dopravních ploch	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Kategorie F</b>		
Celková tíha vozidla: ≤ 30 kN	2,5	20
<b>Kategorie G</b>		
30 kN < celková tíha vozidla ≤ 160 kN	5,0	120

#### NA.2.9 Článek 6.3.4.2 Střechy – Hodnoty zatížení, odstavec (1)

Pro stanovení užitných zatížení střeš kategorií H se v ČR používají hodnoty z tabulky 6.10(CZ). Předpokládá se, že rovnoměrné zatížení  $q_k$  působí na ploše  $A = 10 \text{ m}^2$ . Viz také 3.3.2(1).

**Tabulka 6.10(CZ) – Užité zatížení střeš kategorií H**

Střecha	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Kategorie H</b>	0,75	1,0

#### NA.2.10 Článek 6.4 Vodorovná zatížení zábradlí a dělicích stěn, odstavec (1) (tabulka 6.12)

Pro stanovení charakteristických hodnot přímkového zatížení  $q_k$  se v ČR používají hodnoty z tabulky 6.12(CZ).

**Tabulka 6.12(CZ) – Vodorovná zatížení zábradlí a dělicích stěn**

Zatěžované plochy	$q_k$ [kN/m]
<b>Kategorie A</b>	0,5
<b>Kategorie B a C1</b>	1,0
<b>Kategorie C2 – C4 a D</b>	1,0
<b>Kategorie C5</b>	5,0
<b>Kategorie E</b>	2,0 <sup>1)</sup>
<b>Kategorie F</b>	viz příloha B
<b>Kategorie G</b>	viz příloha B

<sup>1)</sup> Tato hodnota se u užitných ploch kategorie E považuje za hodnotu minimální, podle způsobu používání se zvyšuje.

Sněhová oblast je podle ČSN EN 1991-1-3:2006 I, tedy charakteristická hodnota zatížení sněhem  $s_k = 0,7 \text{ kPa}$ .

Větrná oblast je podle ČSN EN 1991-1-4:2007 II, tedy výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ .  
Teplotní zatížení se řídí zejména Tabulkou 5.1(CZ) normy ČSN EN 1991-1-5:2005.

**Tabulka 5.2(CZ) – Informativní teploty  $T_{out}$  u nadzemních částí pozemních staveb**

Období	Významný vliv		Teplota $T_{out}$ ve °C	
			S, V, SV	J, Z, JZ a H
léto	relativní pohltivost v závislosti na barvě povrchu	0,5 povrch jasně světlý	$T_{max} + 0$ °C	$T_{max} + 18$ °C
		0,7 povrch světle zbarvený	$T_{max} + 2$ °C	$T_{max} + 30$ °C
		0,9 povrch tmavý	$T_{max} + 4$ °C	$T_{max} + 42$ °C
zima			$T_{min}$	
POZNÁMKA Hodnoty maximální (minimální) teploty vzduchu ve stínu $T_{max}$ ( $T_{min}$ ) se pro místo stavby určí z národních map izoterm.				

**Tabulka 5.3(CZ) – Informativní teploty  $T_{out}$  pro podzemní části pozemních staveb**

Období	Hloubka pod úrovní terénu	Teplota $T_{in}$ ve °C
léto	menší než 1 m	$T_6 = 10$ °C
	větší než 1 m	$T_7 = 5$ °C
zima	menší než 1 m	$T_8 = -6$ °C
	větší než 1 m	$T_9 = -3$ °C

Zatížení a jejich kombinace byly generovány dle platných norem ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991:

- Stálé zatížení představuje vlastní tíha konstrukce automaticky generovaná programem z průřezových charakteristik a z průměrné objemové hmotnosti použitého materiálu.
- Proměnná zatížení jsou rozdělena na užitná a klimatická:
  - užitná:
    - plošné zatížení výstavních ploch –  $3,0 \text{ kN/m}^2$  (kategorie C3)
  - klimatická:
    - Celý areál se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 „Zatížení konstrukcí“ v I. sněhové oblasti, pro kterou platí normová hodnota  $s_k=0,7 \text{ kPa}$  (souč. expozice 1,0, tep. součinitel 1,0, součinitel tvaru ploché střechy 0,8, tj. na střechách  $0,56 \text{ kN/m}^2$ ; součinitel zatížení pro zatížení sněhem je  $\gamma = 1,5$ .
    - Celý areál se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-4 „Zatížení konstrukcí“ z hlediska klimatických zatížení větrem je objekt zařazen do II. větrové oblasti s referenční rychlostí větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$  a terénu kategorie IV –městské oblasti; součinitel zatížení pro zatížení větrem je u objektu  $\gamma = 1,5$ .

## 6 Použité materiály

Ve výpočtech jsou použity následující fyzikálně mechanické vlastnosti materiálů. Moduly pružnosti jsou uvažovány tabulkovými hodnotami, pokud není ve výpočtu výslovně uvedeno jinak. Pokud by se na stavbě z libovolného důvodu nepodařilo těchto teoretických hodnot dosáhnout, je nutno informovat statika a s největší pravděpodobností provést přepočty s hodnotami garantovanými dodavatelem betonové směsi.

Při posuzování starých konstrukcí je postupováno podle normy ČSN ISO 13822:2005 Zásady navrhování – Hodnocení existujících konstrukcí, Tabulky NC.1 – NC.8. Norma byla nahrazena normou ČSN ISO 13822:2014, ve které však byly tyto tabulky vypuštěny.

## 6.1 Betony podle ČSN EN 1992-1-1 (ČSN EN 206)

Značka	EN 206	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [GPa]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]
C25/30	C25/30	33	2,6	31	2500
Poissonova konstanta	0,2	Součinitel tepelné roztažnosti			$10 \cdot 10^{-6} K^{-1}$

## 6.2 Měkká výztuž podle ČSN EN 1992-1-1

Značka	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{yd}$ [MPa]	$E_s$ [GPa]
B 500B	500	434,8	200

## 6.3 Konstrukční oceli podle ČSN EN 1993-1-1:2006 dle EN 10025-2; Třída oceli podle ČSN EN 10027

Třída oceli	$f_y$ [MPa]	$f_u$ [MPa]	$f_y$ [MPa]	$f_u$ [MPa]	$E_s$ [GPa]
Tloušťka [mm]	< 40		40 - 80		
S 235	235	360	215	360	210
S 355	355	490	335	470	210
Poissonova konstanta	0,3	Součinitel tepelné roztažnosti			$12 \cdot 10^{-6} K^{-1}$

# 7 Charakteristika konstrukce

## 7.1 SO 04

V prostoru nádvoří vznikne nová exteriérová schodišťová věž. Součástí věže je propojovací lávka, která zajišťuje spojení mezi Sankturinovským domem (SO 01) a Dvorním domkem (SO 02). Součástí věže je také točité vřetenové schodiště, které zajišťuje přístup na propojovací lávku z úrovně nádvoří (SO 03). Při návrhu byla zohledněna i možnost budoucího doplnění zdvižné plošiny. Opláštění schodišťové šachty bude provedeno z tenkých nerezových profilů.

Schodišťová věž bude spojit 2.NP SO 01 a 2.NP SO 02 s plochou nádvoří (SO 03).

### 7.1.1 Základová deska schodišťové věže

Na základě dostupných podkladů byl proveden návrh základové desky ocelové konstrukce schodišťové věže. Základ je tvořen železobetonovou deskou tloušťky 400 mm s horní hranou 150 mm pod úrovní dlažby nádvoří. Deska je vzhledem k základovým podmínkám, které jsou stručně popsány v [7], navržena na čtveřici mikropilot. Mikropiloty jsou tvořeny ocelovou výztuhou z trubky 89/10 do vrtu Ø180mm. Kořen mikropilot je navržen v délce 2,0m v podkladních slínovcích. Předpokládaná horní úroveň vrstvy slínovců je cca 6,5m pod úrovní terénu. Vzhledem k tomu, že investorem nebyl předložen inženýrsko-geologický průzkum, je nezbytné hloubku nosné vrstvy slínovců ověřit při samotném provádění mikropilot a v návaznosti na to upravit jejich délku tak, aby byly splněny výše uvedené podmínky.

### 7.1.2 Schodišťová věž

Schodišťová věž je vytvořena z ocelových stоек z uzavřeného obdélníkového průřezu. Štíhle sloupky jsou kladeny po obvodě eliptické obálky věže a ve svých zhlavích jsou vždy rámově spojeny s protějším sloupkem. Tyto příčné rámy jsou mezi sebou stabilizovány příčlemi, které zajišťují měkkou osu jáklu proti vybočení ve vzpěru a pomáhají přerozdělení sil na věži. Horizontální tuhost je dále doplněna v horní části věže, kde je vytvořen tuhý příhradový obvodový prstenec, který celou konstrukci stabilizuje. Vlastní střešní rovina je dále doplněna o podélná a diagonální ztužidla ve vodorovném směru.



Středem věže prochází pěší lávka, která je tvořena dvojicí zalomených nosníků z uzavřeného obdélníkového průřezu. Zalomené nosníky jsou opřeny o stávající objekty a střední část lávky vynáší schodišťová věž. Lávka je horizontálně dilatovaná na své jedné straně, aby se nepřenášely síly mezi objekty.

Na lávku jdoucí mezi nadzemními patry vede jedno venkovní vřetenové schodiště a výhledově je umožněna i montáž zvedací plošiny. Vřetenové schodiště je řešeno střední kruhovou trubkou, kolem které jsou vinuty schodišťové stupně, které jsou na své druhé straně podepřeny schodnicí z plechu. Vnější ocelová schodnice je dále kotvena do ocelových obvodových sloupků u fasády z důvodu snížení deformací a zajištění potřebné tuhosti pro komfort využívání.

Pochozí plochy schodišťových stupňů a lávky jsou tvořeny pororošty.

Kotvení ocelové konstrukce do základové desky je navrženo pomocí chemického kotvení. Podlití patních plechů konstrukce musí vykazovat minimální pevnost v tlaku 15 MPa a mrazuvzdornost minimálně v třídě XF3 (například SikaGrout-314).

## 8 Výpočtové modely

### 8.1 Výpočetní program

Výpočty nosné konstrukce objektů byly obecně prováděny metodou konečných prvků (Finite Element Method) programy RENEX3D a SCIA ENGINEER. Bližší viz kapitola 9.

Výpočty byly prováděny jednak na celkových modelech konstrukce, jednak na jejích výsecích. Byly použity 1D prvky (pro trámy a sloupy) a 2D skořepinové prvky pro modelování desek.

### 8.2 Celkové modely

Celkové modely byly vytvořeny pro stanovení celkového chování a interakce s ostatními konstrukcemi. Na modelech byly stanovovány zejména celkové deformace konstrukce a vnitřní síly v jednotlivých konstrukčních prvcích a zatížení do základů.

### 8.3 Výseky konstrukce

Pro návrh základové desky byl vytvořen samostatný výsekový model konstrukce. Do modelu byla přenesena zatížení z vrchní stavby (ocelová věž). Na modelu byl proveden návrh pozic a zatížení mikropilot a dimenzování výztuže základové desky.

## 9 Výpočetní aparát - FEM výpočty

### 9.1 Program RENEX3D

#### 9.1.1 Charakteristika programu

Konstrukce jako celek, její dílčí části nebo části dané postupem výstavby jsou řešeny metodou konečných prvků, konkrétně programem RENEX3D. Program RENEX3D používá řešiče a matematický aparát vyvinutý Prof. Dr. Ing. Vladimírem Kolářem DrSc., doc. Ing. Ivanem Němcem CSc. a řadou dalších staticů a matematiků v Dopravoprojektu Brno jako programy řady NEXX. Jeho vývoj v současné době pokračuje ve firmě FEM Consulting Brno. Řešiče jsou použity i v programech řady NEXIS, ESA a Dlubal Software. Vyznačují se značnou robustností a obrovskou numerickou stabilitou. Obstojí i ve srovnání s programy jako je ANSYS, DIANA a MARC, v lecčem je dokonce předčí. Metoda konečných prvků umožňuje řešení velkých a složitých konstrukcí s prakticky libovolnými okrajovými podmínkami mj. svoji stabilitou a robustností použitých řešičů. Model používá konečné prvky v deformační variantě. Obecně lze říci, že MKP je zobecněná Ritz-



Galerkinova variační metoda, užívající básových funkcí s malým kompaktním nosičem, úzce spjatým se zvoleným rozdělením řešené oblasti na konečné prvky.

Ve výpočtu jsou použity plošné 2D prvky, které v sobě zahrnují membránový a ohybový stav namáhání. Použitý model umožňuje libovolnou kombinaci popsaných 2D prvků s prvky jednorozměrnými, ale i prostorovými. Jednorozměrné, tedy prutové prvky, mohou být připojovány excentricky k střednicové rovině plošného prvku. Dále jdou použity i prvky prostorové, tzv. bricky.

### 9.1.2 Použité prvky

Pro systém NEXX byl nejprve vyvinut vlastní trojúhelníkový prvek s maticí tuhosti řádu 27, mající v každém vrcholu všech 6 stupňů volnosti bodu Cosseratova 2D kontinua a ve středech stran po třech stupních volnosti. Průběhy rotací jsou podél stran linearizovány. K tomuto prvku byl vyvinut plně kompatibilní 1D prvek s maticí tuhosti řádu 15, což je přirozený důsledek 6 parametrů na obou koncích a 3 parametrů ve středu prvku. Lze je klasifikovat jako statické řešení Cosseratovského modelu plošné a prutové konstrukce. V dalším vývoji byly trojúhelníkové 2D prvky nahrazeny praktičtějšími čtyřúhelníkovými při zachování širší básových funkcí. V určitých oblastech (určité okrajové podmínky, zahušťování sítě) jsou používány oba typy prvků. Systém NEXX pracuje s deformační variantou MKP a využívá výhradně kompatibilní elementy. Pro ohyb plošných i prutových prvků je možno použít jak Kirchhoffovu tak Mindlinovu teorii. Prvky byly v poslední době doplněny o analogický prostorový prvek – brick, který je s popsanými 1D a 2D prvky plně kompatibilní.

Z hlediska fyzikálních vlastností materiálů modelovaných prvků jsou úlohy řešeny jako finitní, pomocí členů matice fyzikálních konstant lze vystihnout vazby mezi napětími a deformacemi (ortotropie apod).

Pro modelování předpínací výztuže jsou použity speciální prutové prvky, které jsou k navazujícím plošným prvkům připojovány s excentricitami vyplývajícími z vertikálního trasování jednotlivých kabelů. Předpínací síla je vnášena jako poměrné přetvoření kabelu po odečtení krátkodobých ztrát (ztráty třením, pokluzem v kotvě a relaxací lana). Jsou automaticky generovány dva stavy, jeden po vnesení předpětí do konstrukce a druhý na konci uvažované životnosti konstrukce. Tím, že jsou tyto prvky pevně spjaty se zbytkem konstrukce, reagují na její deformace zvyšováním resp. snižováním napětí v lanech. Dlouhodobé ztráty, zejména ztráty dotvarováním betonu, jsou automaticky řešeny v nelineárních modulech zohledňujících nelineární pracovní diagramy betonu a oceli a vznik a rozvoj trhlin v betonu.

Pokud se týče matematického aparátu, odkazujeme zájemce na [2].

### 9.1.3 Použití programu

Program RENEX3D je použit pro veškeré lineární i nelineární (fyzikálně i geometricky) výpočty, dále pak pro dimenzování potřebných ploch výztuže pro 2D prvky, výpočet šířky trhliny atd. V případě použití předpínací výztuže jsou doplňkové (staticky neurčité) síly, které předpjetí na konstrukci vyvozuje, přenášeny přímo z grafických programů jako samostatné zatěžovací stavy. Byl implementován samostatný prutový prvek s excentrickým připojením, který pomocí poměrného přetvoření umožňuje řešit přesně spolupůsobení betonové konstrukce s přepínací výztuží. V případě nelineárního výpočtu i včetně ztrát přetvořením konstrukce, dotvarováním atd.

Kromě výpočtů lineárních umožňuje i lineárně a fyzikálně nelineární analýzu, dynamické a stabilitní výpočty. Do systému byl implementován modul vyvinutý v RECOC, který umožňuje řešení železobetonových skořepin s uvažováním fyzikálně nelineárního chování betonového průřezu včetně vlivu dotvarování. Dále byly implementovány prvky pro výpočet sendvičových konstrukcí včetně vzdušného bricku (modelování dvojskel apod.) a prvky pro modelování cihelného zdiva.

### 9.1.4 Dělení na konečné prvky

Dělení na konečné prvky se provádí automaticky generátorem. Ve výpočtech celků konstrukcí nebo jejich částí daných postupem výpočtu je základní velikost prvku jeden metr. V místech anomálií konstrukce

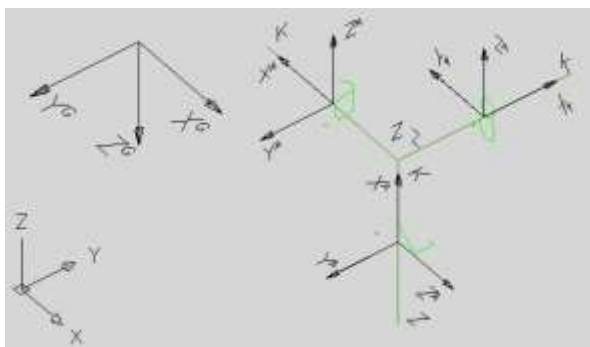
program automaticky prvky přizpůsobuje geometrii, v místech předpokládaných lokálních zvýšení namáhání konstrukce jsou prvky zahuštěny.

Ve výpočtech subkonstrukcí a zejména konstrukcí dimenzovaných nebo řešených s ohledem na mezní stavy použitelnosti, odpovídá velikost dělení jedno až dvojnásobku tloušťky dotčených prvků. Stropní desky jsou dimenzovány na patrovém výseku. Vertikální nosné konstrukce pod i nad deskou jsou redukovány na polovinu jejich výšky a opatřeny na koncích kloubovými podporami. Jedná se pochopitelně o určité zjednodušení, ale ve většině praktických příkladů vnáší do výpočtu minimální chybu. Konstrukce, u nichž toto zjednodušení nelze použít, jsou řešeny na celkovém modelu s patřičně zjemnělou sítí konečných prvků. U patrových výseků jsou sloupy modelovány buďto pomocí bricků, nebo je do desky vložen deskový prvek půdorysných rozměrů rovných průřezu sloupu s výrazně zvýšenou tuhostí, tak aby byla potlačena teoretická konvergence vnitřních sil k nekonečnu v lomových bodech. Tyto makroprvky neprobíhají procesem dimenzování.

Pro odladění hustoty dělení byla firmou RECOC provedena celá řada kontrolních výpočtů.

### 9.1.5 Souřadnicové systémy

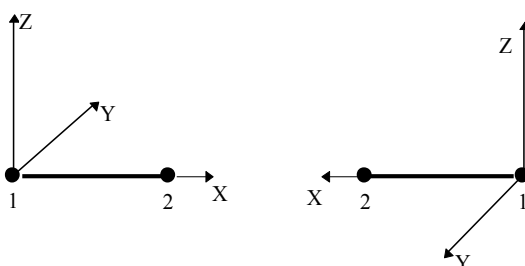
Konstrukce je modelována v globálním souřadnicovém systému –  $X^G, Y^G, Z^G$ .



Obrázek 1 Globální souřadný systém

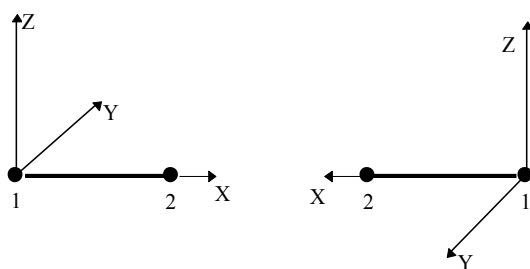
Pro každý prutový prvek je zaveden lokální souřadný systém –  $X^L, Y^L, Z^L$ . Ty jsou definovány následovně:

U vodorovného prutu rovnoběžného s globální osou X:



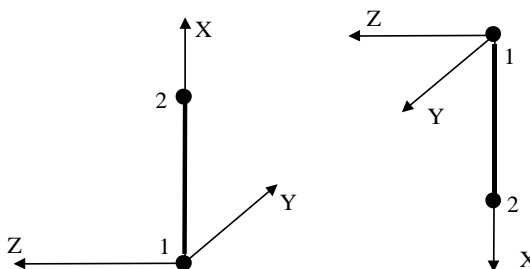
Obrázek 2 Axiální souřadný systém prutů

U vodorovného prutu rovnoběžného s globální osou Y:



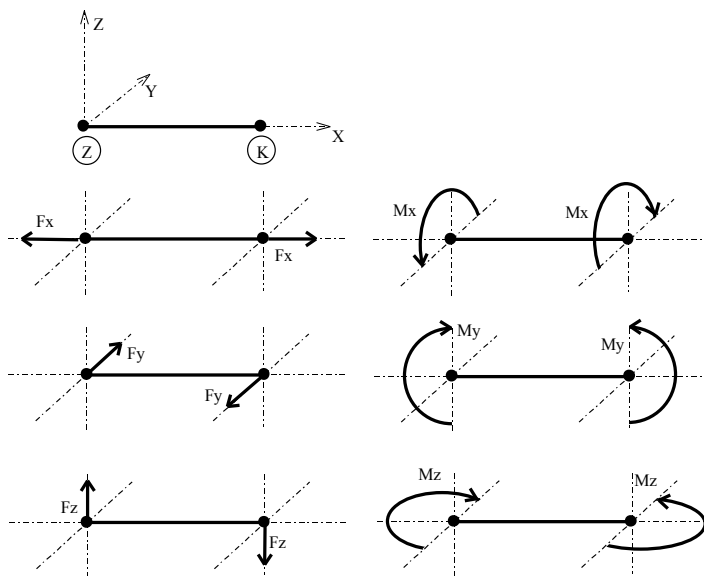
Obrázek 3 Axiální souřadný systém prutů

U svislého prutu rovnoběžného s globální osou Z:



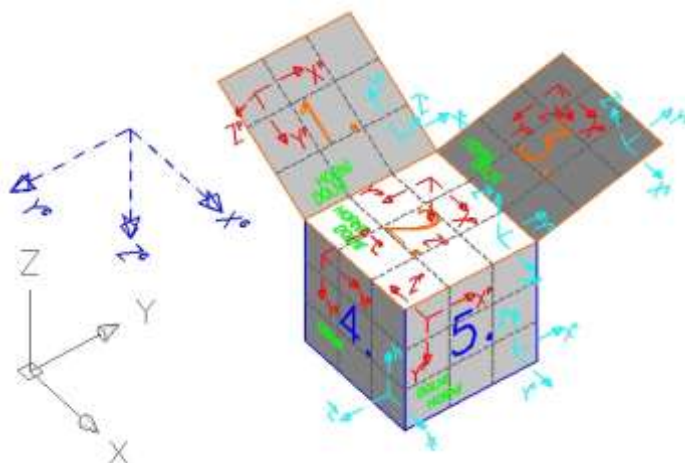
Obrázek 4 Axiální souřadný systém prutů

Z uvedeného vyplývají i konvence vnitřních sil na prutech:



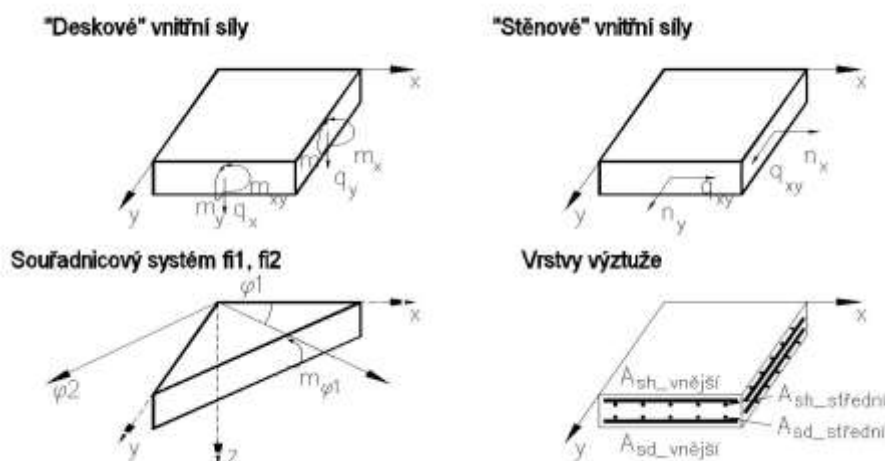
Obrázek 5 Konvence vnitřních sil na prutech

Plošné prvky mají také lokální souřadnicový systém, ten je však pomocný. Deskostěnové prvky mají další systém - planární -  $XP$ ,  $YP$ ,  $ZP$ , na obrázku vpravo. Definice a konvence jsou patrné z obrázku.



Obrázek 6 Souřadné systémy plošných deskostěnových prvků

Znaménková konvence a značení vnitřních sil a poloh výztuže je tato:



Obrázek 7 Konvence vnitřních sil na plošných prvcích

### 9.1.6 Zatížení a jejich kombinace

Zatížení je buďto generováno automaticky – vlastní tíha konstrukce - (v provozních hodnotách) nebo zadáváno (v provozních nebo extrémních hodnotách). Hodnoty stálých zatížení jsou počítány v tabulkovém procesoru Excel, užitná nepodkročují příslušné normové hodnoty, jejich skutečná hodnota se řídí požadavky klienta a technologů. Zatížení je možné zadávat silové plošné konstantní velikosti nebo s lineárním nárůstem, liniové a bodové silové nebo momentové a zatížení poměrnými přetvořeními.

V patrových výsecích jsou z celoplošného užitého zatížení automaticky generovány dva systémy šachovnicového zatížení a čtyři systémy zatížení v pruzích.

Kombinace (obalové plochy zatěžovacích stavů) vystihují nejnepříznivější kombinace jednotlivých zatěžovacích stavů na konstrukci nebo její části podle účelu příslušného výpočtu.

Dimenzovací programy pracují obecně s obalovou plochou kombinací.

Program umožňuje automatické generování kombinací zatěžovacích stavů definovaných symbolickými rovnicemi v EC. V ČSN EN 1990:2004, rovnice číslo (6,9a) až (6,12b) a (6,14a) až (6,16b). Bližší viz samostatná kapitola Zatěžovací stavy a jejich kombinace.

## 9.2 Nelineární výpočty

Systém umožňuje celou řadu nelineárních výpočtů. Je to zejména interakce vrchní stavby s podloží, kdy program doiterovává parametry zeminy v závislosti na geologických poměrech a kontaktním napětí v základové spáře včetně vyloučení tahu v ní.

Dále jsou to fyzikálně nelineární výpočty železobetonových skořepin s uvažováním pracovních diagramů betonu i oceli a s uvažováním vlivu dotvarování, rozvoje a šířky trhlin (tento modul byl vyvinut a odladěn v RECOC, spol. s r.o. ve spolupráci s FEM Consulting s.r.o. a Dlubal Software GmBh.). Systém pracuje s tzv. rozmazanými trhlami, předikuje tedy jen možnost vzniku trhliny, její případnou šířku a hloubku a výpočtovou vzdálenost. Šířka trhliny je počítána nejen podle ČSN EN 1992-1-1, ale i podle řady dalších metodik. Tímto výpočtem je možné zjistit i namáhání betonu v průřezu, napětí v tažené i tlačené výztuži, vlivu tzv. Tension Stiffening atd.

Do modulu je implementováno i dotvarování, opět primárně podle ČSN EN 1992-1-1, ale i podle modelu B3 Prof. Z. P. Bažanta a jeho spolupracovníků.

Zdivo jako nosný materiál je také možno řešit nelineárně, a to stanovením různých tuhostí materiálu ve směrech ortotropie. Program automaticky kontroluje dosažení hlavního tahu a podle směru hlavních napětí stanovuje směry ortotropie s nulovými prvky v matici tuhosti prvku ve směru tahu.

Dále je možno řešit pruty s vyloučeným tahem či tlakem a vzdušné bricky, lana, membrány atd.

Konstrukce mohou být řešeny v deformovaném tvaru – tedy geometricky nelineárně.

Nelineární výpočty používají několik výpočtových metod, jejich popis přesahuje rámec zprávy. Jsou možné prakticky libovolné kombinace různých druhů nelinearit.

Popis všech algoritmů viz Appendix manuálu RENEX3d nebo teoretické manuály FEM Consultingu Brno.

## 9.3 Program SCIA ENGINEER

Scia Engineer je nástupce výpočetního systému ESA.PT, NEXIS a FEAT. Je to softwarový systém pro statickou a dynamickou analýzu konstrukcí a jejich návrh podle příslušných norem. Je založen na metodě konečných prvků. Scia Engineer uživatelsky nepracuje přímo s konečnými prvky, ale využívá konstrukčních prvků, na kterých je před výpočtem automaticky generována síť konečných prvků. Systém lze použít na výpočty a posouzení konstrukcí z prutů a rovinných prvků jako jsou stěny, desky a skořepiny. Scia Engineer obsahuje výpočetní moduly pro lineárně statické výpočty, včetně některých nelineárních vlastností a moduly pro geometricky nelineární výpočty. Kromě vlastního výpočtu systém umožňuje také provádění posudku výsledného návrhu konstrukce podle odpovídajících technických norem. Knihovna norem obsahuje skupinu národních technických norem pro různé typy materiálu, zvláště pro ocel a beton.

## 10 Zatěžovací stavy a jejich kombinace

### 10.1 Kombinace podle metodiky EN 1990:2004

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v trvalých a dočasných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.4 a 2.5:

*Pozn.:*

*Složené závorky „{ }“ představují výběrovou množinu, z níž je do kombinace vybírán vždy nejvíce nepříznivý účinek požadované veličiny.*

- a) EQU – ztráta statické rovnováhy konstrukce - tab. A1.2(A)(CZ)

$$1,1G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10})$$

$$0,9G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\}$$

- b) STR – porucha, o níž rozhoduje pevnost konstrukčního materiálu - tab. A1.2(B)(CZ) -1 (bez geotechnických zatížení)

$$1,35G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\}$$

$$1,15G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

$$1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\}$$

- c) GEO – porucha, o níž rozhoduje odolnost základové půdy - tab. A1.2(B)(CZ), A1.2(C)(CZ) (obsahuje geotechnická zatížení)

$$1,00G_{kj,\text{sup/inf}} + \{1,3Q_{k,1};0\} + \{1,3\psi_{0,i}Q_{k,i};0\} \quad (\text{výraz 6.10})$$

$$1,35G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\}$$

$$1,15G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

$$1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1};0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i};0\}$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v seizmických návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$G_{k,j,\text{sup/inf}} + \{\gamma_I A_{Ek}; A_{Ed}\} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.12a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v mimořádných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + A_d + \{\psi_{1,1}; \psi_{2,1}\}Q_{k,1} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.11a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů použitelnosti dle ČSN EN 1990 čl. A1.4, tabulka A1.4:

- d) Charakteristická

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + Q_{k,1} + \psi_{0,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.14})$$

- e) Častá

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + \psi_{1,1}Q_{k,1} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.15})$$

- f) Kvazistálá

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + \psi_{2,1}Q_{k,1} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.16})$$

Zatížení je ve smyslu ČSN EN podle proměnnosti v čase klasifikováno takto:

$G$	– stálá zatížení,
$S$	– geotechnická stálá,
$P$	– zatížení od předpětí (stálá)
$Q$	– proměnná zatížení
$A$	– mimořádná zatížení
$G_{k,j,sup}$	– horní charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení (95% kvantil)
$G_{k,j,inf}$	– dolní charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení (5% kvantil)
$Q_{k,1}$	– charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$Q_{k,i}$	– charakteristická hodnota i-tého proměnného zatížení
$\psi_0$	– součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení
$\psi_1$	– součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení
$\psi_2$	– součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Zatížení	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy; tíha vozidla $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: dopravní plochy; $30\text{kN} < \text{tíha vozidla} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorie H: střechy	0,7	0,2	0
Zatížení sněhem, stavby umístění $H > 1000\text{m n. m.}$	0,7	0,5	0,2
Zatížení sněhem, stavby umístění $H \leq 1000\text{m n. m.}$	0,5	0,2	0
Zatížení větrem	0,6	0,2	0
Zatížení teplotou (ne od požáru)	0,6	0,5	0

## 10.2 Názvy zatěžovacích stavů a kombinací v programu RENEX 3D

Názvy zatěžovacích stavů jsou programem generovány s prefixem, který charakterizuje způsob automatického nakládání s příslušným zatěžovacím stavem v rámci symbolických rovnic podle ČSN EN.

Název zatěžovacího stavu má formát:

**ABBC\_jméno**

<b>A</b>	– typ zatížení podle EC ( $G$ – stálá zatížení, $S$ – geotechnická stálá, $P$ – zatížení od předpětí (stálá), $Q$ – proměnná zatížení, $A$ – mimořádná zatížení)
<b>BB</b>	– pořadové číslo v typu zatížení A
<b>C</b>	– kategorie proměnných zatížení podle výše uvedené tabulky
<b>–</b>	– oddělovací znak
<b>Jméno</b>	– uživatelem definovaný název zatěžovacího stavu

Kombinace jsou generovány automaticky podle uživatelem zvolené symbolické rovnice. Název kombinace má opět automaticky generovaný prefix, který umožňuje kontrolu, o jaký typ symbolické rovnice se jedná.

Název kombinace má formát:

**AABBB\_C\_jméno**

<b>AA</b>	– typ kombinace (pro MSÚ jsou to: $TD$ – trvalá a dočasná, $MI$ – mimořádná, $SE$ – seismická, pro MSP jsou to: $CH$ – charakteristická, $CA$ – častá, $KV$ – kvazistálá),
-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**BBB** – typ porušení dle 6.4.1 jen pro MSÚ (EQU – ztráta stability, STR – porucha, kde rozhoduje pevnost materiálů, GEO – porucha nebo nadměrná deformace základové půdy, FAT – není předmětem této normy, zadává se uživatelsky – viz následující odstavce.

**\_C** – postup výpočtu, používá se pouze při výpočtech pro MSÚ. U rovnic typu EQU se postupuje vždy podle tab. A1.2(A)(CZ), u kombinací typu STR\_1 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a a u STR\_2 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10b, u kombinací typu GEO\_1 podle tab. A1.2(C)(CZ), GEO\_2 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a, GEO\_3 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10b, GEO\_4 podle tab. A1.2(C)(CZ)+ A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a. Hodnoty příslušných součinitelů  $\gamma$  jsou uvedeny v následující tabulce. Kombinace typu MI\_\_1 a MI\_\_2 se liší použitím součinitelem  $\psi_1$  nebo podle tab. A1.3(CZ) výraz 6.11a/b.

U kombinací pro MSP jsou použity znaky \_\_.

– oddělovací znak  
Jméno – uživatelem definovaný název kombinace

	$\gamma_G -$	$\gamma_G +$	$\gamma_S -$	$\gamma_S +$	$\gamma_Q$	$\gamma_P$	$\gamma_A$
TDEQU__	1,100	0,900	1,100	0,900	1,050	1,200	-
TDSTR_1	1,350	1,000	1,350	1,000	1,500	1,200	-
TDSTR_2	1,148	1,000	1,148	1,000	1,500	1,200	-
TDGEO_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,300	1,100	-
TDGEO_2	1,350	1,000	1,350	1,000	1,500	1,200	-
TDGEO_3	1,148	1,000	1,148	1,000	1,000	1,000	-
TDGEO_4	1,350	1,000	1,000	1,000	1,5/1,3	1,000	-

Poznámka: Symbol – značí nepříznivý účinek daného zatížení, + příznivý,  
Hodnota 1,148 je součinem 1,35\*0,85

## 11 Závěr

Konstrukce jsou obecně posouzeny a navrženy v intencích souboru platných norem ČSN. Statický výpočet prokázal, že konstrukce, tak jak jsou navrženy, vyhovují ustanovení platných norem jak z hlediska mezních stavů únosnosti, tak z hlediska mezních stavů použitelnosti. Současně jsou nové konstrukce navrženy s ohledem na maximální možnou hospodárnost a z toho vyplývajícího vlivu na životní prostředí.

Konstrukce byla nadimenzována a posouzena dle 1. skupiny mezních stavů - mezní stav únosnosti - porovnáním únosnosti průřezů s vnitřními silami. Dále byla konstrukce posuzována dle 2. skupiny mezních stavů - mezní stav použitelnosti a také z hlediska stability jak celku, tak dílčích konstrukcí.

Nosná konstrukce **VYHOVÍ** všem příslušným ustanovením platných výše uvedených norem.

V Praze dne 28.02.2020

Ing. Miloslav Smutek, Ph.D.  
Autorizovaný inženýr  
pro statiku a dynamiku  
ČKAIT 0003778

Ing. Zbyněk Pechan

Ing. Milan Klášterka

## 12 Seznam obrázků

Obrázek 1	Globální souřadný systém .....	10
Obrázek 2	Axiální souřadný systém prutů .....	10
Obrázek 3	Axiální souřadný systém prutů .....	11
Obrázek 4	Axiální souřadný systém prutů .....	11
Obrázek 5	Konvence vnitřních sil na prutech .....	11
Obrázek 6	Souřadné systémy plošných deskostěnových prvků .....	12
Obrázek 7	Konvence vnitřních sil na plošných prvcích .....	12

## 13 Seznam příloh

Příloha 19	Výpočet schodišťové věže (Scia Engineer)
Příloha 20	Statický výpočet a posouzení základové desky SO04 (RENEX3D)
Příloha 21	Návrh mikropiloty MP01
Příloha 22	Posouzení protlačení mikropiloty základovou deskou (FIN EC – protlak)

RECOC

statická kancelář & Autodesk developer



[www.recoc.cz](http://www.recoc.cz)

RECOC s.r.o. - PRAHA  
Seydlerova 2451/8  
158 00 Praha 5

tel.: (+420) 251 624 661  
IČO 43 00 10 84  
DIČ CZ43001084

e-mail: [recoc@recoc.cz](mailto:recoc@recoc.cz)  
bankovní spojení: KB Praha 5  
číslo účtu 315146071/0100

**Projektová dokumentace pro provádění stavby**

**D.1.2                      Stavebně konstrukční řešení**

**D.1.2 b)                 Podrobný statický výpočet**

**Stavba:**

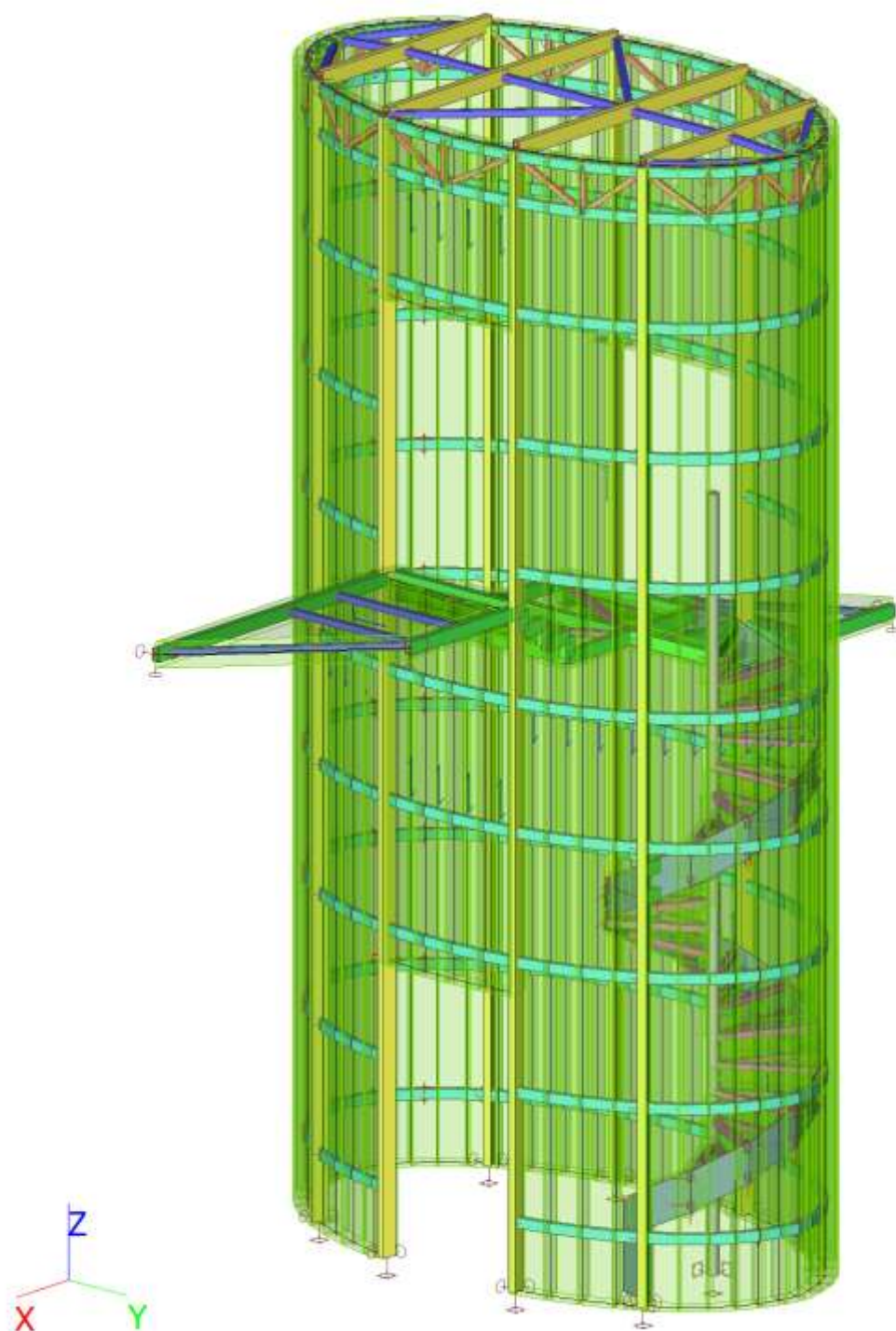
**Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné Hoře**

Palackého náměstí čp. 377/5, Kutná Hora – Vnitřní Město

Příloha 19

Výpočet schodišťové věže (Scia Engineer)

## 1. Výpočtový model / Data o oceli



## 2. Obsah

1. Výpočtový model / Data o oceli
2. Obsah
3. Konstrukce
  - 3.1. Materiály
  - 3.2. Průřezy
  - 3.3. Výpočtový model / Data o oceli
4. Zatížení po jednotlivých zatěžovacích
  - 4.1. Zatěžovací stavy
  - 4.2. ZS2 - Stálé [kN/m<sup>2</sup>]
  - 4.3. ZS3 - Užité [kN/m<sup>2</sup>]
  - 4.4. ZS4 - Užité [kN/m<sup>2</sup>]
  - 4.5. ZS5 - Užité [kN/m<sup>2</sup>]
  - 4.6. ZS2 - Stálé [kN/m<sup>2</sup>]
  - 4.7. ZS7 - Vítr [kN/m<sup>2</sup>]
  - 4.8. Skupiny zatížení
  - 4.9. Kombinace
  - 4.10. Skupiny výsledků
  - 4.11. Zatížení teplotou - výtah
5. Posouzení ocelové konstrukce za běžných teplot
  - 5.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993
  - 5.2. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek
  - 5.3. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993
6. Posouzení ocelové konstrukce při požáru - R15
  - 6.1. Požární odolnost ocelových prvků EC-EN 1993
  - 6.2. Požární odolnost ocelových prvků EC-EN 1993; Souhrnný posudek
7. Vnitřní síly na ocelové konstrukci
  - 7.1. 1D vnitřní síly
  - 7.2. Vnitřní síly na prutu; N
  - 7.3. Vnitřní síly na prutu; Vz
  - 7.4. Vnitřní síly na prutu; My
  - 7.5. 1D vnitřní síly
  - 7.6. Vnitřní síly na prutu; N
  - 7.7. Vnitřní síly na prutu; Vz
  - 7.8. Vnitřní síly na prutu; Vy
  - 7.9. Vnitřní síly na prutu; My
  - 7.10. Vnitřní síly na prutu; Mz
  - 7.11. 1D vnitřní síly
  - 7.12. Vnitřní síly na prutu; N
  - 7.13. Vnitřní síly na prutu; Vy
  - 7.14. Vnitřní síly na prutu; Vz
  - 7.15. Vnitřní síly na prutu; My
  - 7.16. 1D vnitřní síly
  - 7.17. Vnitřní síly na prutu; N
  - 7.18. Vnitřní síly na prutu; Vy
  - 7.19. Vnitřní síly na prutu; Vz
  - 7.20. Vnitřní síly na prutu; My
  - 7.21. Vnitřní síly na prutu; Mz
  - 7.22. 1D vnitřní síly
  - 7.23. Vnitřní síly na prutu; N
  - 7.24. Vnitřní síly na prutu; Vy
  - 7.25. Vnitřní síly na prutu; Vz
  - 7.26. Vnitřní síly na prutu; My
  - 7.27. Vnitřní síly na prutu; Mz
  - 7.28. 3D napětí;  $\sigma_E$
8. Deformace na ocelové konstrukci
  - 8.1. 1D deformace
  - 8.2. Deformace na prutu; ux
  - 8.3. Deformace na prutu; uy
  - 8.4. Deformace na prutu; uz
  - 8.5. 3D přemístění; U\_total
  - 8.6. 3D přemístění; U\_total
  - 8.7. Deformace na prutu; uz
9. Reakce na ocelové konstrukci
  - 9.1. Reakce
  - 9.2. Reakce; Rx
  - 9.3. Reakce; Ry
  - 9.4. Reakce; Rz

### 3. Konstrukce

#### 3.1. Materiály

Ocel EC3

Jméno	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_u$ [MPa]
		$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]				
S 235	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0
S 355	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	355,0	490,0
		8,0769e+04	0,00	40	80	335,0	470,0

Timber EC5

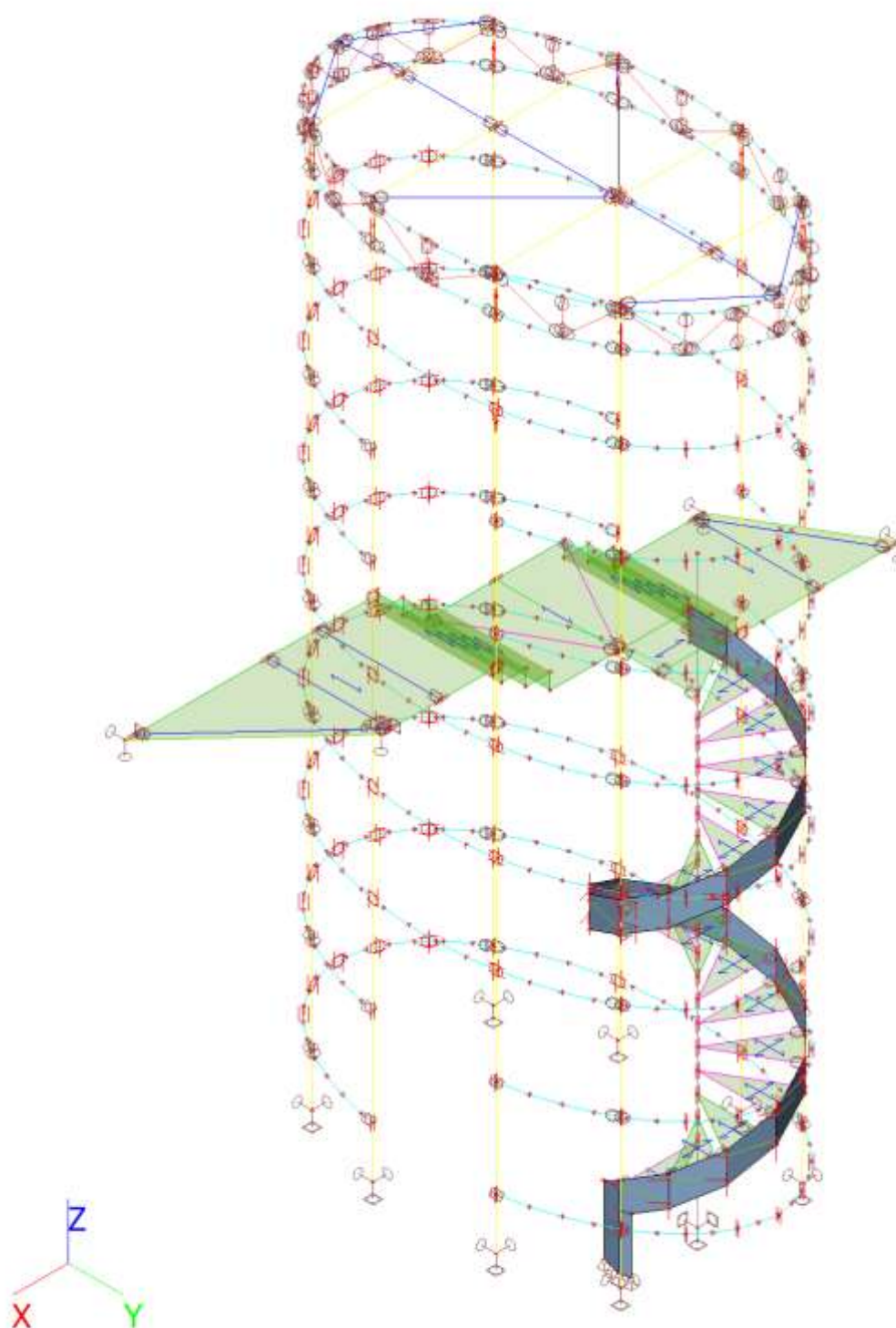
Jméno	Typ dřeva	$\mu$	$E_{mod}$ [MPa]	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]
	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [m/mK]	$G_{mod}$ [MPa]						
C24	Rostlé dřevo	0	1,1000e+04	24,0	14,0	0,4	21,0	2,5	4,0
	350,0	0,00	6,9000e+02						

#### 3.2. Průřezy

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	$A$ [m <sup>2</sup> ]	$A_y$ [m <sup>2</sup> ]	$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	$W_{pl,y}$ [m <sup>3</sup> ]
	Detailní				$A_z$ [m <sup>2</sup> ]	$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	$W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	$W_{pl,z}$ [m <sup>3</sup> ]
CS1	RO88.9X5	S 355	válcovaný	1,3200e-03	8,3900e-04	1,1600e-06	2,6200e-05	3,5196e-05
					8,3900e-04	1,1600e-06	2,6200e-05	3,5196e-05
CS2	MSH120x60x8.0	S 355	válcovaný	2,5600e-03	8,3736e-04	4,2500e-06	7,0800e-05	9,2700e-05
					1,6747e-03	1,3500e-06	4,5000e-05	5,5400e-05
CS3	MSH100x60x5.0	S 355	válcovaný	1,4700e-03	5,4611e-04	1,8900e-06	3,7800e-05	4,7400e-05
					9,1018e-04	8,3600e-07	2,7900e-05	3,2900e-05
CS4	MSH80x40x4.0	S 355	válcovaný	8,7900e-04	2,8934e-04	6,8200e-07	1,7100e-05	2,1800e-05
					5,7868e-04	2,2200e-07	1,1100e-05	1,3200e-05
CS5	MSH50x50x3.6	S 355	válcovaný	6,5400e-04	3,2275e-04	2,3200e-07	9,2700e-06	1,1300e-05
					3,2275e-04	2,3200e-07	9,2700e-06	1,1300e-05
CS6	MSH50x50x3.6	S 355	válcovaný	6,5400e-04	3,2275e-04	2,3200e-07	9,2700e-06	1,1300e-05
					3,2275e-04	2,3200e-07	9,2700e-06	1,1300e-05
CS7	OBDEL 30; 80	C24	dřevo	2,4000e-03	2,0056e-03	1,2800e-06	3,2000e-05	3,8400e-05
					2,0008e-03	1,8000e-07	1,2000e-05	1,4400e-05
CS8	MSH40x40x5.0	S 355	válcovaný	6,7300e-04	3,2814e-04	1,3400e-07	6,6800e-06	8,6600e-06
					3,2814e-04	1,3400e-07	6,6800e-06	8,6600e-06



### 3.3. Výpočtový model / Data o oceli

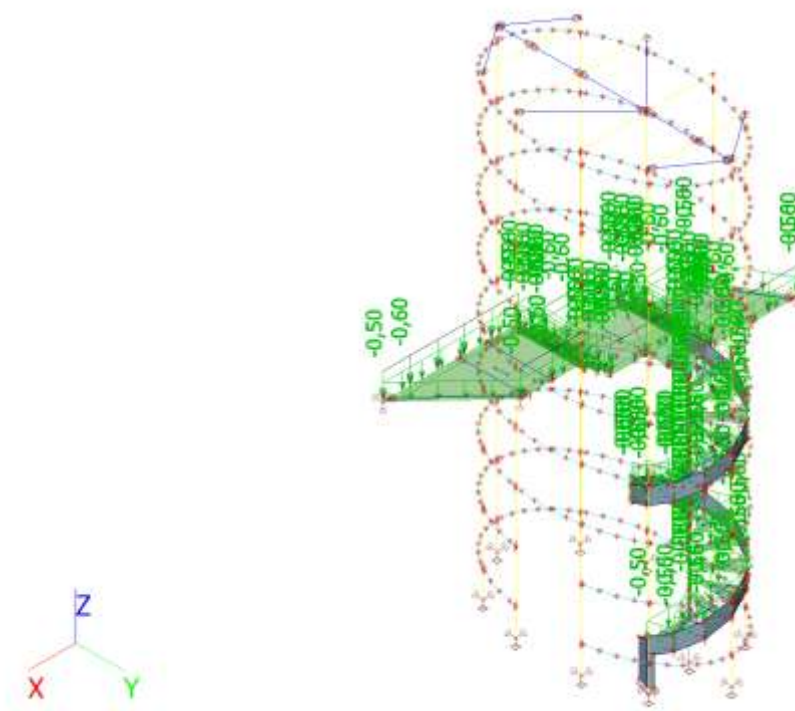


## 4. Zatížení po jednotlivých zatěžovacích

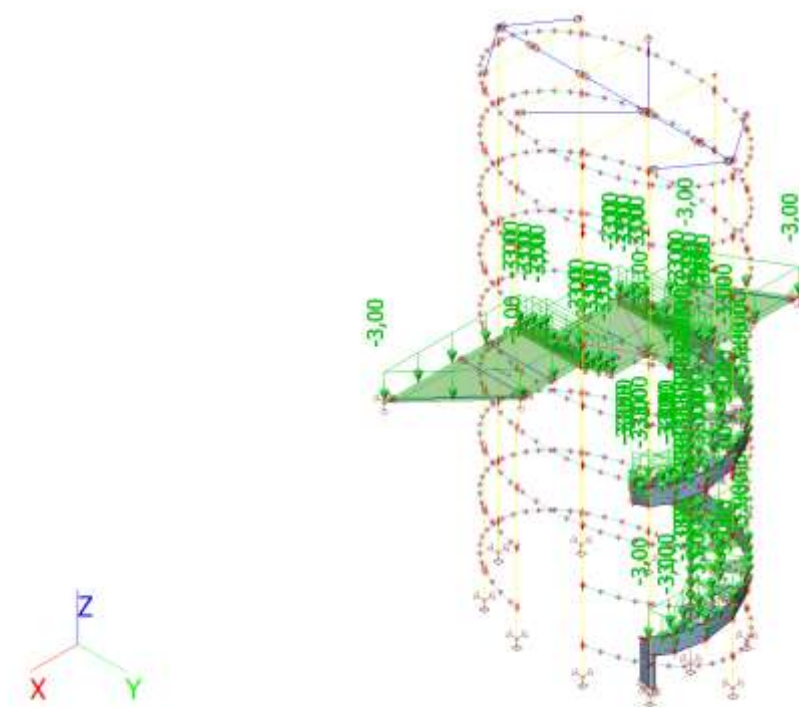
### 4.1. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1		Stálé	SZ1	-Z		
		Vlastní tíha				
ZS2	Stale	Stálé	SZ1			
		Standard				
ZS3	Užitne	Proměnné	SZ2_C		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				
ZS4	Užitne	Proměnné	SZ2_C		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				
ZS5	Užitne	Proměnné	SZ2_C		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				
ZS7	Vitr	Proměnné	SZ3_V		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				
ZS8	leto	Proměnné	SZ4_T		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				
ZS9	zima	Proměnné	SZ4_T		Krátkodobé	Žádný
	Standard	Statické				

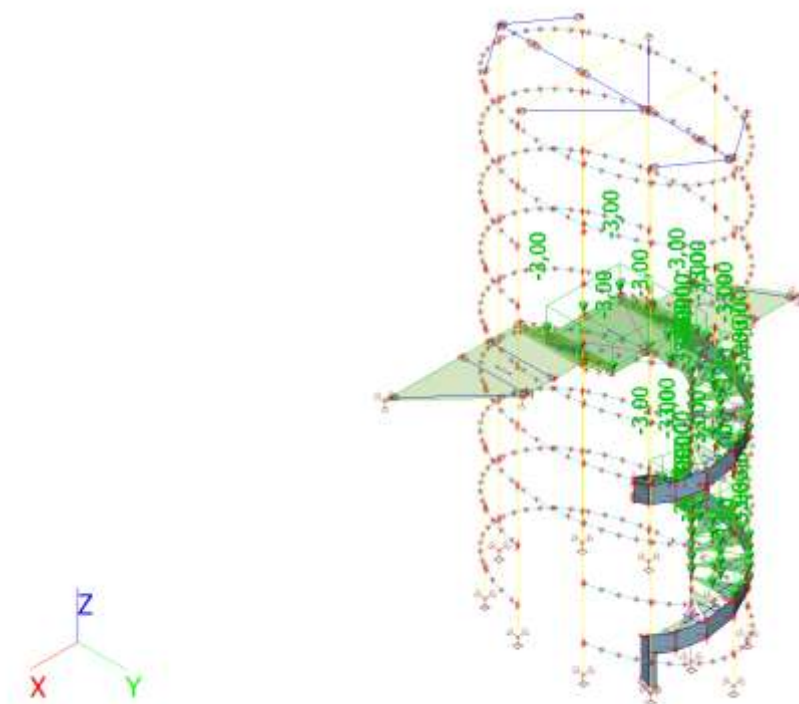
### 4.2. ZS2 - Stálé [kN/m2]



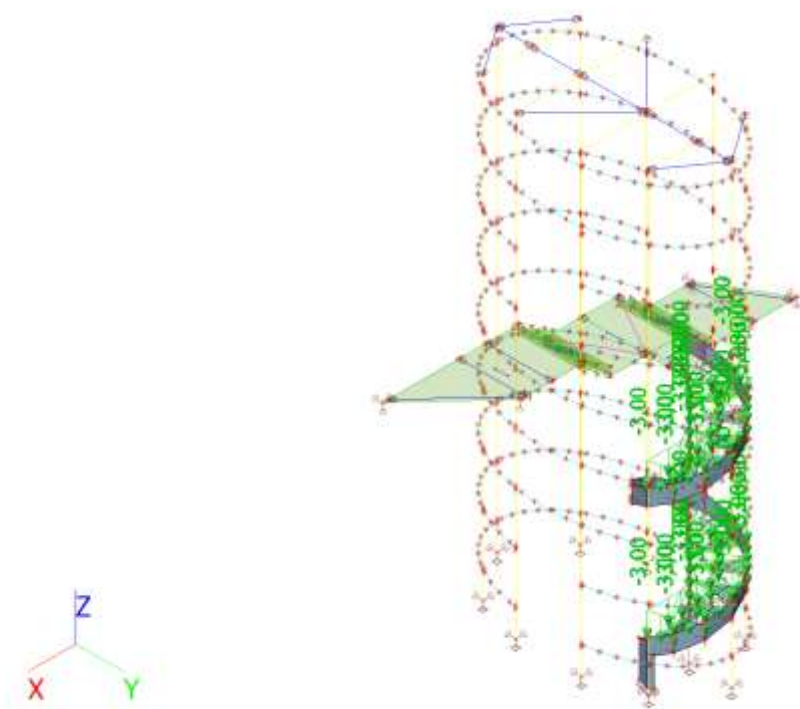
#### 4.3. ZS3 - Užitné [kN/m2]



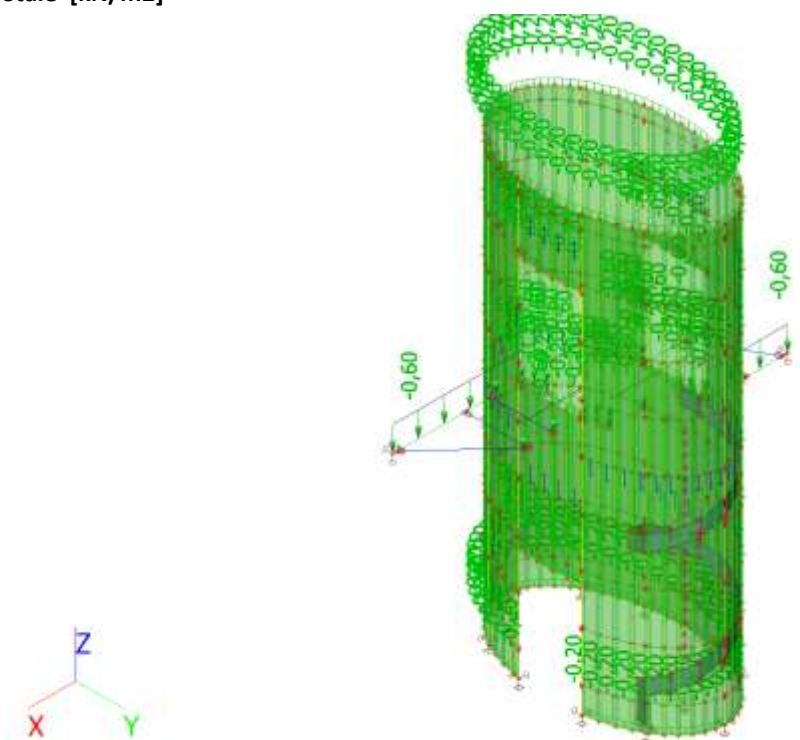
#### 4.4. ZS4 - Užitné [kN/m2]



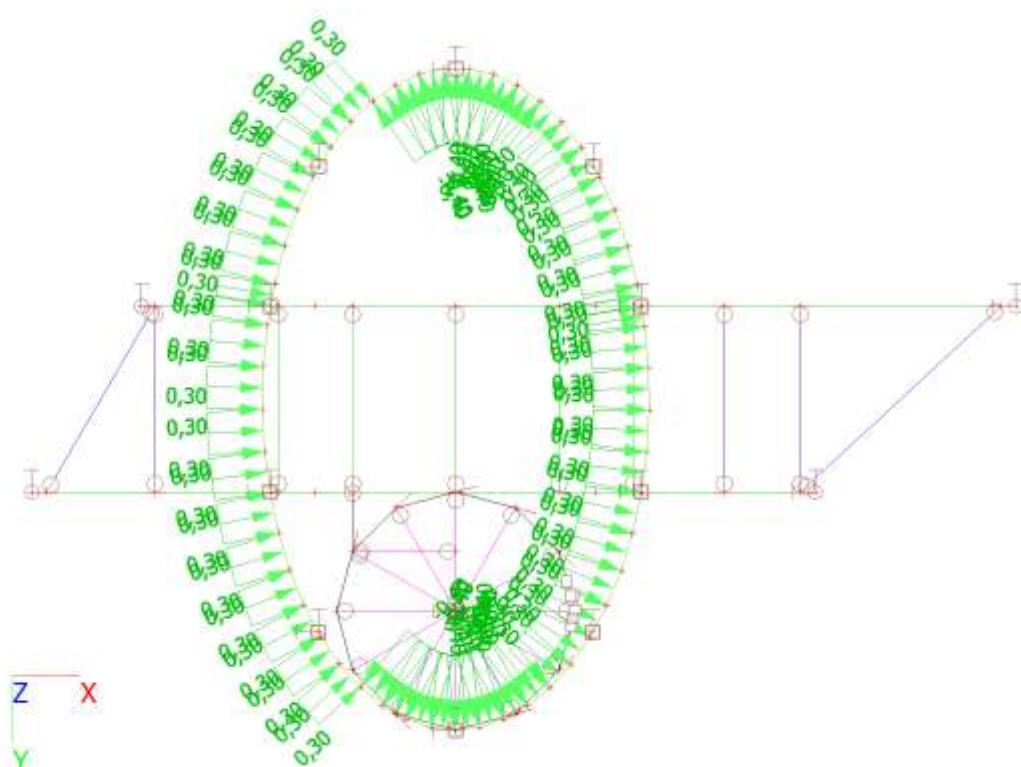
#### 4.5. ZS5 - Užité [kN/m2]



#### 4.6. ZS2 - Stálé [kN/m2]



#### 4.7. ZS7 - Vítr [kN/m<sup>2</sup>]



#### 4.8. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé		
SZ2_C	Proměnné	Výběrová	Kat C : shromáždění
SZ3_V	Proměnné	Výběrová	Vítr
SZ4_T	Proměnné	Výběrová	Teplota

#### 4.9. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stav	Souč. [-]
EN_MSU		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1	1,00
			ZS2 - Stale	1,00
			ZS3 - Užitne	1,00
			ZS4 - Užitne	1,00
			ZS5 - Užitne	1,00
			ZS7 - Vitr	1,00
			ZS8 - leto	1,00
			ZS9 - zima	1,00
EN_MSP		EN-MSP charakteristická	ZS1	1,00
			ZS2 - Stale	1,00
			ZS3 - Užitne	1,00
			ZS4 - Užitne	1,00
			ZS5 - Užitne	1,00
			ZS7 - Vitr	1,00
			ZS8 - leto	1,00
			ZS9 - zima	1,00
EN_MIM		EN-mimořádné 1	ZS1	1,00
			ZS2 - Stale	1,00
			ZS3 - Užitne	1,00
			ZS4 - Užitne	1,00
			ZS5 - Užitne	1,00
			ZS7 - Vitr	1,00
			ZS8 - leto	1,00
			ZS9 - zima	1,00

#### 4.10. Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	EN_MSU - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
	EN_MIM - EN-mimořádné 1

Jméno	Výpis
Všechny MSP	EN_MSP - EN-MSP charakteristická
Vše MSÚ+MSP	EN_MSU - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
	EN_MIM - EN-mimořádné 1
	EN_MSP - EN-MSP charakteristická
N_MSU	NC1
	NC2
	NC3
	NC4
	NC5
	NC6
	NC7
	NC8

#### 4.11. Zatížení teplotou - výtah

Jméno	Dílec	Zatěžovací stav	Poz x <sub>1</sub>	Souř.	Poč	Rozložení	Delta [K]
			Poz x <sub>2</sub>				
LT1	B2	ZS9 - zima	0.000	Rela	Od počátku	Konstantní	-35,00
			1.000				
LT5	B6	ZS9 - zima	0.000	Rela	Od počátku	Konstantní	-35,00
			1.000				
LT10	B11	ZS9 - zima	0.000	Rela	Od počátku	Konstantní	-35,00
			1.000				
LT50	B51	ZS9 - zima	0.000	Rela	Od počátku	Konstantní	-35,00
			1.000				
LT499	B593	ZS9 - zima	0.000	Rela	Od počátku	Konstantní	-35,00
			1.000				
LT997	B481	ZS8 - leto	0.000	Rela	Od počátku	Konstantní	30,00
			1.000				
LT998	B482	ZS8 - leto	0.000	Rela	Od počátku	Konstantní	30,00
			1.000				

## 5. Posouzení ocelové konstrukce za běžných teplot

### 5.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet

Kombinace: EN\_MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Průřez

Výběr: Vše

Celkový posudek

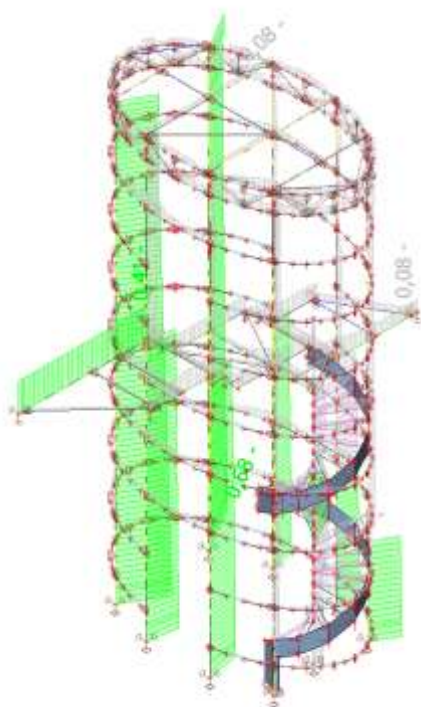
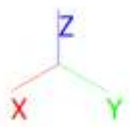
Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	Materiál	UC <sub>Celkový</sub> [-]	UC <sub>Průřez</sub> [-]	UC <sub>Stabilita</sub> [-]
B13	0,000	EN_MSU/1	CS5 - MSH50x50x3.6	S 355	<b>0,26</b>	0,04	0,26
B40	1793,000+	EN_MSU/2	CS1 - RO88.9X5	S 355	<b>0,20</b>	0,14	0,20
B66	52,939+	EN_MSU/3	CS3 - MSH100x60x5.0	S 355	<b>0,41</b>	0,22	0,41
B71	0,000	EN_MSU/2	CS2 - MSH120x60x8.0	S 355	<b>0,68</b>	0,02	0,68
B412	0,000	EN_MSU/4	CS4 - MSH80x40x4.0	S 355	<b>0,22</b>	0,17	0,22
B691	0,000	EN_MSU/5	CS6 - MSH50x50x3.6	S 355	<b>0,08</b>	0,08	0,00
B905	0,000	EN_MSU/6	CS8 - MSH40x40x5.0	S 355	<b>0,08</b>	0,08	0,00

Jméno	Klíč kombinace
EN_MSU/1	ZS1 + ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.05*ZS4 + 1.50*ZS8
EN_MSU/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS9
EN_MSU/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS9
EN_MSU/4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS4 + 0.90*ZS8
EN_MSU/5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS8
EN_MSU/6	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS5 + 0.90*ZS9

### 5.2. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek



Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše



### 5.3. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet  
Kombinace: EN\_MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše

Posudek EN 1993-1-1  
Národní příloha: Norma EN

Dílec B13	0,000 / 0,800 m	MSH50x50x3.6	S 355	EN_MSU	0,26 -
-----------	-----------------	--------------	-------	--------	--------

Klíč kombinace	
EN_MSU / ZS1 + ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.05*ZS4 + 1.50*ZS8	

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-1,63	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,02	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,45	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,03	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-0,16	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,01	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu



Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	39	4	2,016e+04	1,787e+04	0,89		1,00	10,89	26,85	30,92	35,50	1
3	I	39	4	1,510e+04	-1,277e+04	-0,85		0,54	10,89	53,31	61,39	87,41	1
5	I	39	4	-1,512e+04	-1,282e+04								
7	I	39	4	-1,005e+04	1,782e+04	-0,56		0,64	10,89	44,07	50,75	70,64	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	6,5400e-04	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	232,17	kN
Jedn. posudek		0,01	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,1300e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	4,01	kNm
Jedn. posudek		0,04	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_z$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,1300e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	4,01	kNm
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek smyku pro $V_y$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	3,2700e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_y$	$V_{pl,y,Rd}$	67,02	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	3,2700e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	67,02	kN
Jedn. posudek		0,01	-

#### Posudek kroucení

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	$\tau_{Ed}$	1,9	MPa
Pružná smyková únosnost	$\tau_{Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,01	-

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

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,y,Rd}$	4,01	kNm
Exponent ohybového poměru $\gamma$	$\alpha$	1,66	

Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,z,Rd}$	4,01	kNm
Exponent ohybového poměru $z$	$\beta$	1,66	

Posudek (6.41) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	39	4	2,016e+04	1,787e+04	0,89		1,00	10,89	26,85	30,92	35,50	1
3	I	39	4	1,510e+04	-1,277e+04	-0,85		0,54	10,89	53,31	61,39	87,41	1
5	I	39	4	-1,512e+04	-1,282e+04								
7	I	39	4	-1,005e+04	1,782e+04	-0,56		0,64	10,89	44,07	50,75	70,64	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	0,800	0,800	m
Součinitel vzpěru	k	10,00	0,80	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	8,000	0,643	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	7,51	1164,19	kN
Štíhlost	$\lambda$	424,75	34,12	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	5,56	0,45	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka		a	a	
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,03	0,94	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	7,24	218,26	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	6,5400e-04	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	7,24	kN
Jedn. posudek		0,23	-

#### Posudek prostorového vzpěru

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

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 /  $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 1	
Průřezová plocha	A	6,5400e-04	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,1300e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,1300e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	1,63	kN

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-0,16	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-0,01	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	232,17	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	4,01	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	4,01	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	0,03	
Redukční součinitel	$\chi_z$	0,94	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	0,90	
Interakční součinitel	$k_{yz}$	0,44	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	0,79	
Interakční součinitel	$k_{zz}$	0,83	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B13 pozice 0,000 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B13 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	7,51	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	1164,19	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	42777,46	kN
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,1300e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	9,2700e-06	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,1300e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,z}$	9,2700e-06	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	2,3200e-07	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	2,3200e-07	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	3,7200e-07	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-0,16	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	0,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	0,85	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$		Tabulka A.2 řádek 1 (lineární)	
Poměr koncových momentů	$\psi_z$	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz,0}$	0,79	
Součinitel	$\mu_y$	0,79	
Součinitel	$\mu_z$	1,00	
Součinitel	$\epsilon_y$	7,02	
Součinitel	$a_{LT}$	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	151,00	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,16	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,34	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	0,85	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz}$	0,79	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$c_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$e_{LT}$	0,00	
Součinitel	$w_y$	1,22	
Součinitel	$w_z$	1,22	
Součinitel	$\eta_{pl}$	0,01	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	5,56	
Součinitel	$C_{yy}$	0,95	
Součinitel	$C_{yz}$	0,85	
Součinitel	$C_{zy}$	0,83	
Součinitel	$C_{zz}$	0,96	

Posudek (6.61) = 0,23 + 0,04 + 0,00 = 0,26 -

Posudek (6.62) = 0,01 + 0,03 + 0,00 = 0,04 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B40	1,793 / 5,920 m	RO88.9X5	S 355	EN_MSU	0,20 -
-----------	-----------------	----------	-------	--------	--------

Klíč kombinace
EN_MSU / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS9

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 1,793 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-15,14	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	3,83	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	3,07	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-1,50	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,94	kNm

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
89	5	17,78	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	1,3200e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	468,60	kN
Jedn. posudek		0,03	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	3,5196e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	12,49	kNm
Jedn. posudek		0,12	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_z$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	3,5196e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	12,49	kNm
Jedn. posudek		0,08	-

#### Posudek smyku pro $V_y$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	8,4034e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_y$	$V_{pl,y,Rd}$	172,24	kN
Jedn. posudek		0,02	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	8,4034e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	172,24	kN
Jedn. posudek		0,02	-

#### Posudek kroucení

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	$\tau_{Ed}$	0,1	MPa
Pružná smyková únosnost	$\tau_{Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

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

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{výslednice}$	1,77	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	4,91	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,Rd}$	12,46	kNm
Jedn. posudek		0,14	-

**Poznámka:** Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
89	5	17,78	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	0,206	0,617	m
Součinitel vzpěru	k	3,27	0,91	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	0,673	0,564	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	5308,43	7563,97	kN
Štíhlost	$\lambda$	22,70	19,02	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	0,30	0,25	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

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

#### Posudek prostorového vzpěru

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

**Poznámka:** Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

**Poznámka:** Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 1	
Průřezová plocha	A	1,3200e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	W <sub>pl,y</sub>	3,5196e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	W <sub>pl,z</sub>	3,5196e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	N <sub>Ed</sub>	15,14	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	M <sub>y,Ed</sub>	-1,50	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	M <sub>z,Ed</sub>	-1,29	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N <sub>Rk</sub>	468,60	kN
Charakteristická momentová únosnost	M <sub>y,Rk</sub>	12,49	kNm
Charakteristická momentová únosnost	M <sub>z,Rk</sub>	12,49	kNm
Redukční součinitel	χ <sub>y</sub>	1,00	
Redukční součinitel	χ <sub>z</sub>	1,00	
Redukční součinitel	χ <sub>L,T</sub>	1,00	
Interakční součinitel	k <sub>yy</sub>	0,90	
Interakční součinitel	k <sub>yz</sub>	0,59	
Interakční součinitel	k <sub>zy</sub>	0,54	
Interakční součinitel	k <sub>zz</sub>	0,98	

Maximální moment M<sub>y,Ed</sub> je odvozen z nosníku B40 pozice 1,793 m.

Maximální moment M<sub>z,Ed</sub> je odvozen z nosníku B40 pozice 1,587 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	N <sub>cr,y</sub>	5308,43	kN
Kritické Eulerovo zatížení	N <sub>cr,z</sub>	7563,97	kN
Pružné kritické zatížení	N <sub>cr,T</sub>	106615,38	kN
Plastický modul průřezu	W <sub>pl,y</sub>	3,5196e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	W <sub>el,y</sub>	2,6200e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	W <sub>pl,z</sub>	3,5196e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	W <sub>el,z</sub>	2,6200e-05	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	I <sub>y</sub>	1,1600e-06	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	I <sub>z</sub>	1,1600e-06	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	I <sub>t</sub>	2,3200e-06	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C <sub>my,0</sub>		Tabulka A.2 řádek 1 (lineární)	
Poměr koncových momentů	ψ <sub>y</sub>	0,58	
Součinitel ekvivalentního momentu	C <sub>my,0</sub>	0,91	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mz,0</sub>		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	M <sub>z,Ed</sub>	-1,29	kNm
Maximální relativní průhyb	δ <sub>y</sub>	0,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	C <sub>mz,0</sub>	1,00	
Součinitel	μ <sub>y</sub>	1,00	
Součinitel	μ <sub>z</sub>	1,00	
Součinitel	ε <sub>y</sub>	4,99	
Součinitel	a <sub>L,T</sub>	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	M <sub>cr,0</sub>	1088,74	kNm
Poměrná štíhlost	λ <sub>rel,0</sub>	0,11	
Limitní relativní štíhlost	λ <sub>rel,0,lim</sub>	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu	C <sub>my</sub>	0,91	
Součinitel ekvivalentního momentu	C <sub>mz</sub>	1,00	

Parametry interakční metody 1			
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$C_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$e_{LT}$	0,00	
Součinitel	$w_y$	1,34	
Součinitel	$w_z$	1,34	
Součinitel	$\eta_{pl}$	0,03	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	0,30	
Součinitel	$C_{yy}$	1,02	
Součinitel	$C_{yz}$	1,02	
Součinitel	$C_{zy}$	1,02	
Součinitel	$C_{zz}$	1,02	

Posudek (6.61) = 0,03 + 0,11 + 0,06 = 0,20 -

Posudek (6.62) = 0,03 + 0,06 + 0,10 = 0,20 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B66	0,053 / 2,569 m	MSH100x60x5.0	S 355	EN_MSU	0,41 -
-----------	-----------------	---------------	-------	--------	--------

Klíč kombinace	
EN_MSU / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS9	

Dílicí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,053 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-13,57	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,56	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	7,18	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	-1,34	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-3,66	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,42	kNm

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	45	5	1,141e+05	9,144e+04	0,80		1,00	9,00	26,85	30,92	36,57	1
3	I	85	5	7,909e+04	-8,816e+04	-1,11		0,47	17,00	61,94	71,41	112,64	1
5	I	45	5	-9,548e+04	-7,281e+04								
7	I	85	5	-6,046e+04	1,068e+05	-0,57		0,64	17,00	44,13	50,82	70,72	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek na tlak

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



Průřezová plocha	A	1,4700e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	N <sub>c,Rd</sub>	521,85	kN
Jedn. posudek		0,03	-

#### Posudek ohybového momentu pro M<sub>y</sub>

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

Plastický modul průřezu	W <sub>pl,y</sub>	4,7400e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	M <sub>pl,y,Rd</sub>	16,83	kNm
Jedn. posudek		0,22	-

#### Posudek ohybového momentu pro M<sub>z</sub>

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

Plastický modul průřezu	W <sub>pl,z</sub>	3,2900e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	M <sub>pl,z,Rd</sub>	11,68	kNm
Jedn. posudek		0,04	-

#### Posudek smyku pro V<sub>y</sub>

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

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A <sub>v</sub>	5,5125e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro V <sub>y</sub>	V <sub>pl,y,Rd</sub>	112,98	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek smyku pro V<sub>z</sub>

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

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A <sub>v</sub>	9,1875e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro V <sub>z</sub>	V <sub>pl,z,Rd</sub>	188,31	kN
Jedn. posudek		0,04	-

#### Posudek kroucení

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	T <sub>Ed</sub>	25,6	MPa
Pružná smyková únosnost	T <sub>Rd</sub>	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,12	-

#### Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro V<sub>y</sub> a τ<sub>Ed</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.28)

Plastická smyková únosnost pro V <sub>y</sub> a T <sub>Ed</sub>	V <sub>pl,T,y,Rd</sub>	98,88	kN
Jedn. posudek		0,01	-

#### Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro V<sub>z</sub> a τ<sub>Ed</sub>

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.28)

Plastická smyková únosnost pro V <sub>z</sub> a T <sub>Ed</sub>	V <sub>pl,T,z,Rd</sub>	164,79	kN
Jedn. posudek		0,04	-

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli N <sub>Ed</sub>	M <sub>N,y,Rd</sub>	16,83	kNm
Exponent ohybového poměru y	α	1,66	
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli N <sub>Ed</sub>	M <sub>N,z,Rd</sub>	11,68	kNm
Exponent ohybového poměru z	β	1,66	

Posudek (6.41) = 0,08 + 0,00 = 0,08 -

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,053 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	45	5	1,141e+05	9,144e+04	0,80		1,00	9,00	26,85	30,92	36,57	1
3	I	85	5	7,909e+04	-8,816e+04	-1,11		0,47	17,00	61,94	71,41	112,64	1
5	I	45	5	-9,548e+04	-7,281e+04								
7	I	85	5	-6,046e+04	1,068e+05	-0,57		0,64	17,00	44,13	50,82	70,72	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	2,516	0,611	m
Součinitel vzpěru	k	2,70	0,78	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	6,781	0,477	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	85,18	7610,89	kN
Štíhlost	$\lambda$	189,12	20,01	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	2,48	0,26	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	$\alpha$	a	a	
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,15	0,99	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	78,03	514,68	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	1,4700e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	78,03	kN
Jedn. posudek		0,17	-

#### Posudek prostorového vzpěru

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

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 /  $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 1	
Průřezová plocha	A	1,4700e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{ply}$	4,7400e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	3,2900e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	13,57	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-3,66	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-0,57	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	521,85	kN

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	16,83	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	11,68	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	0,15	
Redukční součinitel	$\chi_z$	0,99	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	0,96	
Interakční součinitel	$k_{yz}$	0,60	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	0,76	
Interakční součinitel	$k_{zz}$	1,05	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B66 pozice 0,053 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B66 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	85,18	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	7610,89	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	85473,58	kN
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	4,7400e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	3,7800e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	3,2900e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,z}$	2,7900e-05	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	1,8900e-06	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	8,3600e-07	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	1,8800e-06	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-3,66	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	-2,0	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	0,90	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-0,57	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_y$	0,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz,0}$	1,00	
Součinitel	$\mu_y$	0,86	
Součinitel	$\mu_z$	1,00	
Součinitel	$\epsilon_y$	10,49	
Součinitel	$a_{LT}$	0,01	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	857,44	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,14	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,24	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	0,90	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz}$	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$c_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$e_{LT}$	0,00	
Součinitel	$w_y$	1,25	
Součinitel	$w_z$	1,18	
Součinitel	$\eta_{pl}$	0,03	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	2,48	
Součinitel	$C_{yy}$	0,96	
Součinitel	$C_{yz}$	0,83	
Součinitel	$C_{zy}$	0,87	
Součinitel	$C_{zz}$	0,95	

Posudek (6.61) = 0,17 + 0,21 + 0,03 = 0,41 -

Posudek (6.62) = 0,03 + 0,17 + 0,05 = 0,24 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B71	0,000 / 8,650 m	MSH120x60x8.0	S 355	EN_MSU	0,68 -
-----------	-----------------	---------------	-------	--------	--------

Klíč kombinace	
EN_MSU / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS9	

Dílič souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

.....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-13,72	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-1,93	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,57	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	-0,02	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	36	8	5,457e+03	5,457e+03	1,00		1,00	4,50	26,85	30,92	34,17	1
3	I	96	8	5,457e+03	5,457e+03	1,00		1,00	12,00	26,85	30,92	34,17	1
5	I	36	8	5,457e+03	5,457e+03	1,00		1,00	4,50	26,85	30,92	34,17	1
7	I	96	8	5,457e+03	5,457e+03	1,00		1,00	12,00	26,85	30,92	34,17	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	2,5600e-03	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	908,80	kN
Jedn. posudek		0,02	-

#### Posudek smyku pro $V_y$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	8,5333e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_y$	$V_{pl,y,Rd}$	174,90	kN
Jedn. posudek		0,01	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	1,7067e-03	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	349,80	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek kroucení

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	$\tau_{Ed}$	0,2	MPa
Pružná smyková únosnost	$\tau_{Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,520 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	36	8	1,497e+04	-1,213e+04	-0,81		0,55	4,50	52,12	60,02	84,88	1
3	I	96	8	-1,758e+04	-1,075e+04								
5	I	36	8	-4,161e+03	2,293e+04	-0,18		0,85	4,50	32,21	37,09	56,01	1
7	I	96	8	2,838e+04	2,155e+04	0,76		1,00	12,00	26,85	30,92	37,12	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	8,650	0,520	m
Součinitel vzpěru	k	2,34	0,98	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	20,257	0,510	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	21,47	10768,27	kN
Štíhlost	$\lambda$	497,17	22,20	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	6,51	0,29	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a		
Imperfekce	$\alpha$	0,21	0,21	
Redukční součinitel	$\chi$	0,02	0,98	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	20,80	890,35	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	2,5600e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	20,80	kN
Jedn. posudek		0,66	-

#### Posudek prostorového vzpěru

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

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 1	
Průřezová plocha	A	2,5600e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	9,2700e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	5,5400e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	13,72	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-0,35	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-1,00	kNm

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	908,80	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	32,91	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	19,67	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	0,02	
Redukční součinitel	$\chi_z$	0,98	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	0,77	
Interakční součinitel	$k_{yz}$	0,31	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	1,68	
Interakční součinitel	$k_{zz}$	0,91	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B71 pozice 8,250 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B71 pozice 0,520 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	21,47	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	10768,27	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	137914,23	kN
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	9,2700e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	7,0800e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	5,5400e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,z}$	4,5000e-05	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	4,2500e-06	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	1,3500e-06	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	3,4400e-06	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-0,35	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_z$	-1,4	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	0,67	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$		Tabulka A.2 řádek 1 (lineární)	
Poměr koncových momentů	$\psi_z$	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz,0}$	0,79	
Součinitel	$\mu_y$	0,37	
Součinitel	$\mu_z$	1,00	
Součinitel	$\epsilon_y$	0,92	
Součinitel	$a_{LT}$	0,19	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	1766,86	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,14	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,27	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	0,67	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz}$	0,79	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$c_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$e_{LT}$	0,01	
Součinitel	$w_y$	1,31	
Součinitel	$w_z$	1,23	
Součinitel	$n_{pl}$	0,02	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	6,51	
Součinitel	$C_{yy}$	0,88	
Součinitel	$C_{yz}$	0,55	
Součinitel	$C_{zy}$	0,69	
Součinitel	$C_{zz}$	0,87	

Posudek (6.61) = 0,66 + 0,01 + 0,02 = 0,68 -

Posudek (6.62) = 0,02 + 0,02 + 0,05 = 0,08 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B412	0,000 / 0,277 m	MSH80x40x4.0	S 355	EN_MSU	0,22 -
------------	-----------------	--------------	-------	--------	--------

Klíč kombinace	
EN_MSU /	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS4 + 0.90*ZS8

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	-1,58	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	1,06	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-0,28	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,02	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-0,12	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,79	kNm

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	28	4	-4,144e+04	5,887e+04	-0,70		0,59	7,00	48,60	55,96	78,07	1
3	I	68	4	7,248e+04	6,013e+04	0,83		1,00	17,00	26,85	30,92	36,21	1
5	I	28	4	4,507e+04	-5,524e+04	-1,23		0,45	7,00	65,19	75,15	124,30	1
7	I	68	4	-6,885e+04	-5,650e+04								

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek na tlak

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

Průřezová plocha	A	8,7900e-04	m <sup>2</sup>
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	312,05	kN
Jedn. posudek		0,01	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	2,1800e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	7,74	kNm
Jedn. posudek		0,02	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_z$

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

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,3200e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	4,69	kNm
Jedn. posudek		0,17	-

#### Posudek smyku pro $V_y$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	2,9300e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_y$	$V_{pl,y,Rd}$	60,05	kN
Jedn. posudek		0,02	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	5,8600e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	120,11	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek kroucení

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	$\tau_{Ed}$	0,7	MPa
Pružná smyková únosnost	$\tau_{Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

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

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,y,Rd}$	7,74	kNm
Exponent ohybového poměru $y$	$\alpha$	1,66	
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli $N_{Ed}$	$M_{N,z,Rd}$	4,69	kNm
Exponent ohybového poměru $z$	$\beta$	1,66	

Posudek (6.41) = 0,00 + 0,05 = 0,05 -

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

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,135 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	28	4	-4,842e+04	7,071e+04	-0,68		0,59	7,00	47,97	55,24	76,96	1
3	I	68	4	8,674e+04	7,005e+04	0,81		1,00	17,00	26,85	30,92	36,49	1
5	I	28	4	5,205e+04	-6,708e+04	-1,29		0,44	7,00	67,04	77,28	131,07	1
7	I	68	4	-8,312e+04	-6,642e+04								

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	0,135	0,277	m
Součinitel vzpěru	k	1,85	0,90	
Vzpěrná délka	$l_{cr}$	0,249	0,250	m
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr}$	22807,81	7354,29	kN



Parametry vzpěru		yy	zz	
Štíhlost	$\lambda$	8,94	15,74	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel}$	0,12	0,21	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

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

#### Posudek prostorového vzpěru

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

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

**Poznámka:** Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 /  $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 1	
Průřezová plocha	A	8,7900e-04	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	2,1800e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,3200e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla	$N_{Ed}$	1,58	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-0,16	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,94	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	$N_{Rk}$	312,05	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	7,74	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	4,69	kNm
Redukční součinitel	$\chi_y$	1,00	
Redukční součinitel	$\chi_z$	1,00	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	1,00	
Interakční součinitel	$k_{yy}$	0,94	
Interakční součinitel	$k_{yz}$	0,58	
Interakční součinitel	$k_{zy}$	0,59	
Interakční součinitel	$k_{zz}$	1,00	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B412 pozice 0,135 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B412 pozice 0,135 m.

Parametry interakční metody 1			
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,y}$	22807,81	kN
Kritické Eulerovo zatížení	$N_{cr,z}$	7354,29	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	48714,95	kN
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	2,1800e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,y}$	1,7100e-05	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,3200e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	$W_{el,z}$	1,1100e-05	m <sup>3</sup>
Moment setrvačnosti	$I_y$	6,8200e-07	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti	$I_z$	2,2200e-07	m <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	$I_t$	5,5200e-07	m <sup>4</sup>
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$		Tabulka A.2 řádek 1 (lineární)	
Poměr koncových momentů	$\psi_y$	0,74	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my,0}$	0,95	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$		Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,94	kNm
Maximální relativní průhyb	$\delta_y$	-0,2	mm
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz,0}$	1,00	
Součinitel	$\mu_y$	1,00	

Parametry interakční metody 1			
Součinitel	$\mu_z$	1,00	
Součinitel	$\epsilon_y$	5,36	
Součinitel	$a_{LT}$	0,19	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb	$M_{cr,0}$	547,32	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,12	
Limitní relativní štíhlost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{my}$	0,95	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mz}$	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{mLT}$	1,00	
Součinitel	$b_{LT}$	0,00	
Součinitel	$c_{LT}$	0,00	
Součinitel	$d_{LT}$	0,00	
Součinitel	$e_{LT}$	0,01	
Součinitel	$w_y$	1,27	
Součinitel	$w_z$	1,19	
Součinitel	$\eta_{pl}$	0,01	
Maximální relativní štíhlost	$\lambda_{rel,max}$	0,21	
Součinitel	$C_{yy}$	1,00	
Součinitel	$C_{yz}$	1,00	
Součinitel	$C_{zy}$	1,00	
Součinitel	$C_{zz}$	1,00	

Posudek (6.61) = 0,01 + 0,02 + 0,12 = 0,14 -

Posudek (6.62) = 0,01 + 0,01 + 0,20 = 0,22 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B691	0,000 / 1,446 m	MSH50x50x3.6	S 355	EN_MSU	0,08 -
------------	-----------------	--------------	-------	--------	--------

Klíč kombinace	
EN_MSU / 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS8	

Dílič souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,05	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	-0,26	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	3,2700e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	67,02	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek kroucení

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

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	$\tau_{Ed}$	16,6	MPa
Pružná smyková únosnost	$\tau_{Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,08	-

#### Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro $V_z$ a $\tau_{Ed}$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.28)

Plastická smyková únosnost pro $V_z$ a $\tau_{Ed}$	$V_{pl,T,z,Rd}$	61,60	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec B905	0,000 / 0,572 m	MSH40x40x5.0	S 355	EN_MSU	0,08 -
------------	-----------------	--------------	-------	--------	--------

Klíč kombinace	
EN_MSU /	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS5 + 0.90*ZS9

Dílčí souč. spolehlivosti	
$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	$f_y$	355,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	1,50	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,01	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,20	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

#### Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

Průřezová plocha	A	6,7300e-04	m <sup>2</sup>
Plastická tahová únosnost	$N_{pl,Rd}$	238,91	kN
Mezní tahová únosnost	$N_{u,Rd}$	237,43	kN
Tahová únosnost	$N_{t,Rd}$	237,43	kN
Jedn. posudek		0,01	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

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

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	3,3650e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	68,97	kN
Jedn. posudek		0,00	-

#### Posudek kroucení

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

Index vláknů	Vláknů	1	
Celkový krouticí moment	$\tau_{Ed}$	16,5	MPa
Pružná smyková únosnost	$\tau_{Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,08	-

#### Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro $V_z$ a $\tau_{Ed}$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.28)

Plastická smyková únosnost pro $V_z$ a $\tau_{Ed}$	$V_{pl,T,z,Rd}$	63,41	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

## 6. Posouzení ocelové konstrukce při požáru - R15

### 6.1. Požární odolnost ocelových prvků EC-EN 1993

Lineární výpočet

Kombinace: EN\_MIM

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Průřez

Výběr: Pojmenovaný výběr - Požár

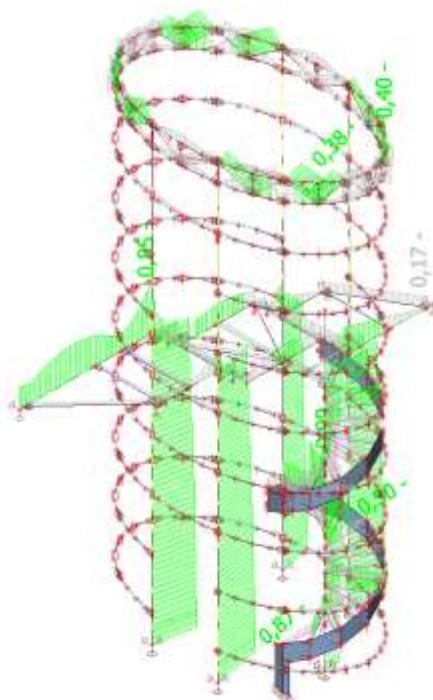
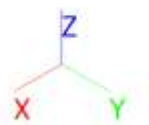
#### Celkový posudek

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	Materiál	UC <sub>Celkový</sub> [-]	UC <sub>Teplota</sub> [-]	UC <sub>Průřez</sub> [-]	UC <sub>Stabilita</sub> [-]
B16	0,000	EN_MIM/1	CS5 - MSH50x50x3.6	S 355	<b>0,99</b>	0,00	0,11	0,99
B40	2204,000+	EN_MIM/2	CS1 - RO88.9X5	S 355	<b>0,50</b>	0,00	0,17	0,50
B66	52,939+	EN_MIM/3	CS3 - MSH100x60x5.0	S 355	<b>0,85</b>	0,00	0,47	0,85
B75	0,000	EN_MIM/4	CS2 - MSH120x60x8.0	S 355	<b>0,87</b>	0,00	0,03	0,87
B811	224,158	EN_MIM/5	CS4 - MSH80x40x4.0	S 355	<b>0,40</b>	0,00	0,09	0,40
B691	0,000	EN_MIM/4	CS6 - MSH50x50x3.6	S 355	<b>0,17</b>	0,00	0,17	0,00
B892	0,000	EN_MIM/5	CS8 - MSH40x40x5.0	S 355	<b>0,38</b>	0,00	0,38	0,00

Jméno	Klíč kombinace
EN_MIM/1	ZS1 + ZS2 + 0.60*ZS5 + 0.50*ZS9
EN_MIM/2	ZS1 + ZS2 + 0.60*ZS3 + 0.50*ZS9
EN_MIM/3	ZS1 + ZS2 + 0.60*ZS3 + 0.20*ZS7
EN_MIM/4	ZS1 + ZS2 + 0.70*ZS3
EN_MIM/5	ZS1 + ZS2 + 0.60*ZS3 + 0.50*ZS8

## 6.2. Požární odolnost ocelových prvků EC-EN 1993; Souhrnný posudek

Hodnoty: UC<sub>celkový</sub>  
Lineární výpočet  
Kombinace: EN\_MIM  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Pojmenovaný výběr - Požár



## 7. Vnitřní síly na ocelové konstrukci

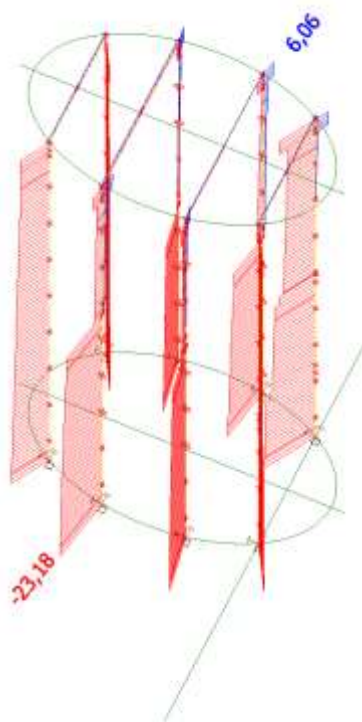
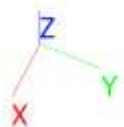
### 7.1. 1D vnitřní síly

Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Pojmenovaný výběr - Rám

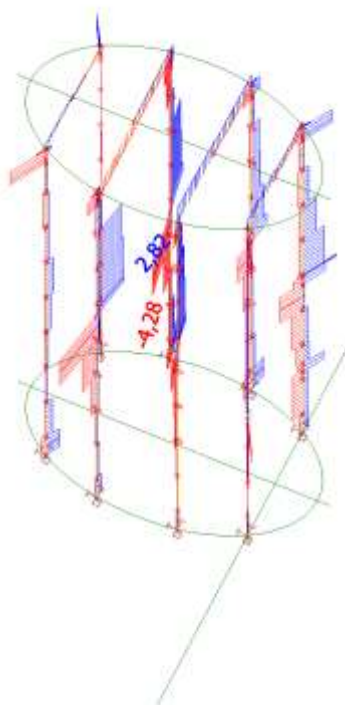
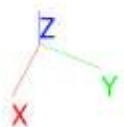
Jméno	dx [mm]	Stav	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
B74	0,000	EN_MSU/1	<b>-23,18</b>	-0,18	0,29	-0,02	0,00	0,00
B69	8600,000-	EN_MSU/2	<b>6,06</b>	0,17	-0,87	-0,04	0,65	-0,05
B76	8250,000+	EN_MSU/3	-11,83	<b>-3,24</b>	-2,42	-0,07	1,20	1,11
B73	8250,000+	EN_MSU/3	-9,19	<b>5,14</b>	-1,73	0,06	0,65	-1,67
B70	3475,000+	EN_MSU/4	-10,87	0,33	<b>-4,28</b>	-0,05	-0,74	-0,30
B74	5141,450+	EN_MSU/3	-4,36	0,83	<b>2,82</b>	-0,04	-3,96	-0,08
B76	8600,000+	EN_MSU/5	-1,06	0,97	-0,45	<b>-0,12</b>	0,60	0,15
B71	8600,000+	EN_MSU/3	-0,21	-0,55	-0,30	<b>0,17</b>	0,40	0,19
B74	5141,450-	EN_MSU/6	-9,45	-0,77	-3,93	-0,04	<b>-3,97</b>	-0,09
B74	8250,000-	EN_MSU/6	-2,52	-0,65	0,45	-0,04	<b>2,31</b>	-0,78
B73	8250,000-	EN_MSU/7	-8,61	-2,15	-0,02	0,04	0,71	<b>-1,68</b>
B76	8250,000-	EN_MSU/3	-9,49	1,70	0,20	-0,07	1,24	<b>1,11</b>

Jméno	Klíč kombinace
EN_MSU/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS7 + 0.90*ZS8
EN_MSU/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS9
EN_MSU/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS5 + 0.90*ZS8
EN_MSU/4	ZS1 + ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS9
EN_MSU/5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS4 + 0.90*ZS9
EN_MSU/6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS4 + 0.90*ZS8
EN_MSU/7	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS5 + 0.90*ZS9

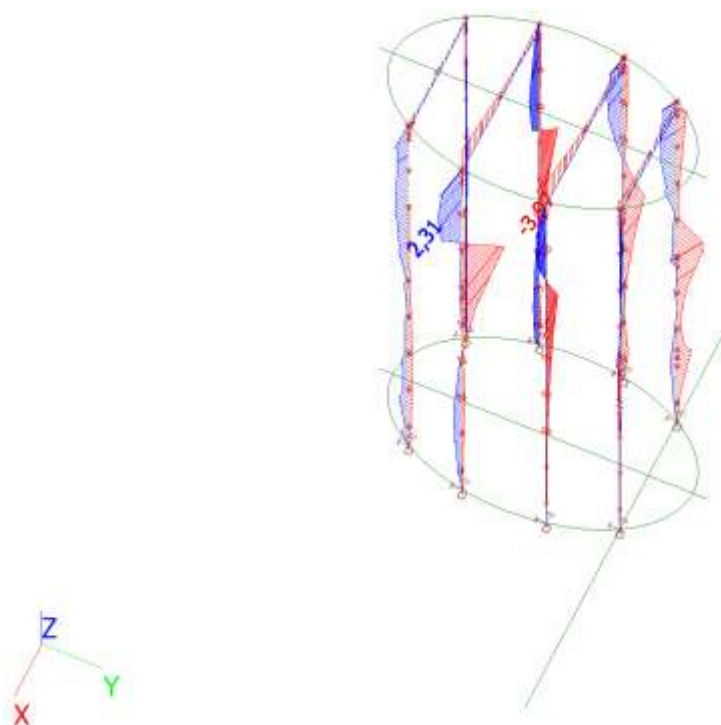
### 7.2. Vnitřní síly na prutu; N



### 7.3. Vnitřní síly na prutu; Vz



## 7.4. Vnitřní síly na prutu; My



## 7.5. 1D vnitřní síly

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

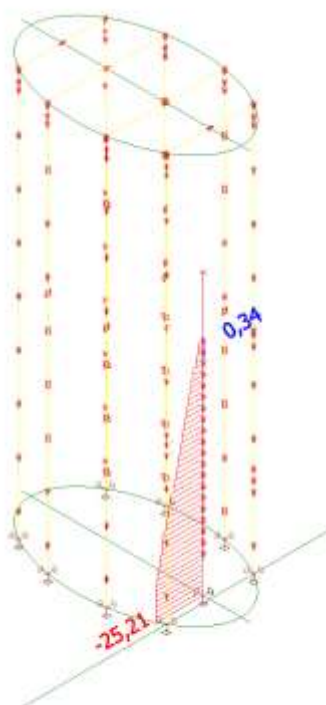
Extrém 1D: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Vřeteno

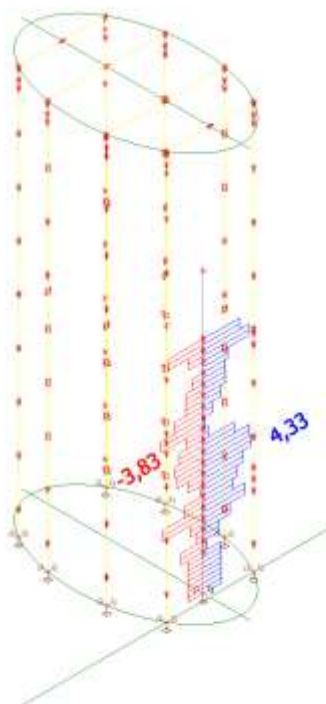
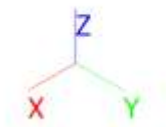
Jméno	dx [mm]	Stav	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
B40	0,000	EN_MSU/1	<b>-25,21</b>	-0,79	0,51	-0,03	-0,10	0,52
B40	4670,000-	EN_MSU/2	<b>0,34</b>	3,36	0,83	0,13	-0,31	0,35
B40	2820,500+	EN_MSU/3	-9,38	<b>-3,44</b>	0,08	0,03	0,99	0,99
B40	3026,000+	EN_MSU/4	-8,59	-2,52	<b>-3,83</b>	-0,03	1,19	0,46
B40	2204,000+	EN_MSU/5	-9,23	1,28	<b>4,33</b>	0,08	-1,17	0,61
B40	971,000+	EN_MSU/3	-18,87	0,48	0,09	<b>-0,26</b>	0,16	-0,16
B40	4464,500+	EN_MSU/6	0,13	3,46	0,89	<b>0,13</b>	-0,46	-0,38
B40	1793,000+	EN_MSU/7	-9,51	<b>4,27</b>	2,49	0,03	<b>-1,54</b>	-0,87
B40	3026,000+	EN_MSU/3	-8,42	-2,40	-3,76	-0,02	<b>1,29</b>	0,40
B40	4053,500+	EN_MSU/5	-3,25	3,24	1,57	0,00	-0,47	<b>-1,52</b>
B40	2615,000+	EN_MSU/4	-10,60	-2,67	2,28	0,04	0,26	<b>1,28</b>

Jméno	Klíč kombinace
EN_MSU/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS9
EN_MSU/2	ZS1 + ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS9
EN_MSU/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS9
EN_MSU/4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS9
EN_MSU/5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.05*ZS4 + 1.50*ZS9
EN_MSU/6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS9
EN_MSU/7	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS9

## 7.6. Vnitřní síly na prutu; N

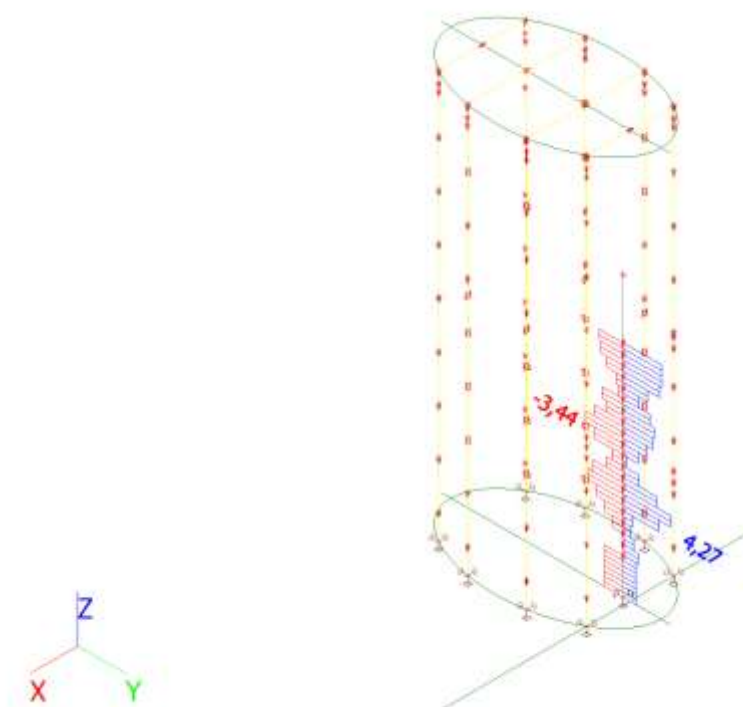


## 7.7. Vnitřní síly na prutu; Vz

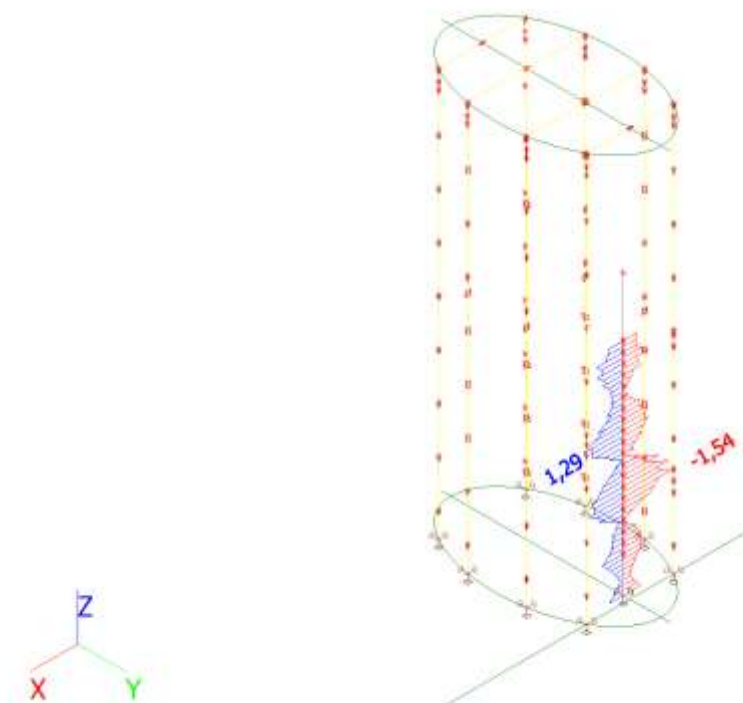




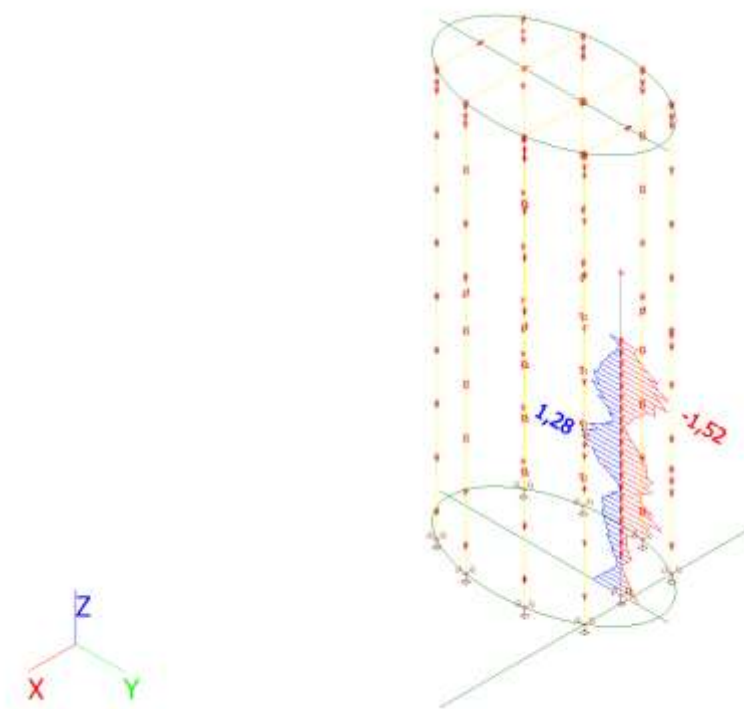
## 7.8. Vnitřní síly na prutu; $V_y$



## 7.9. Vnitřní síly na prutu; $M_y$



## 7.10. Vnitřní síly na prutu; Mz



## 7.11. 1D vnitřní síly

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

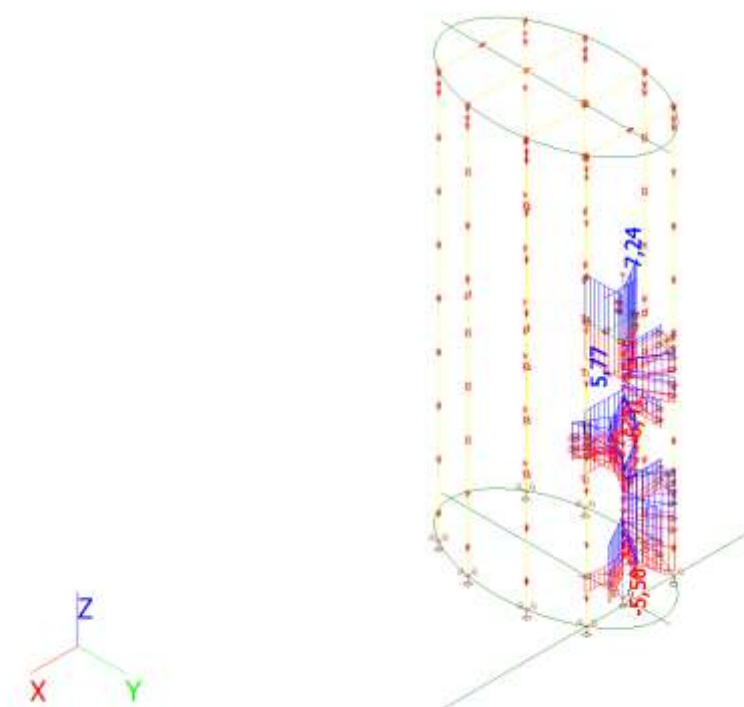
Extrém 1D: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Schodičtové stupně

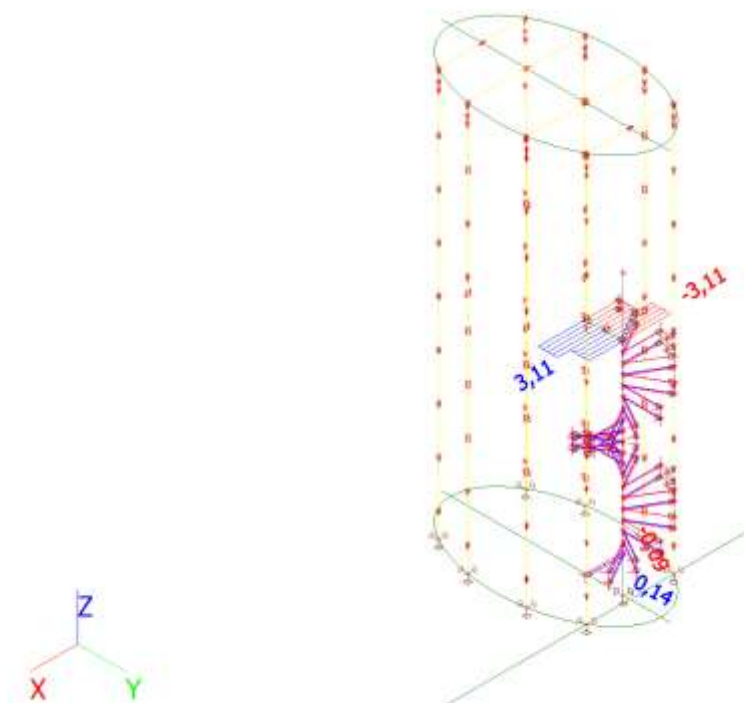
Jméno	dx [mm]	Stav	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
B152	0,000	EN_MSU/1	<b>-6,41</b>	0,13	0,17	-0,10	-0,06	-0,10
B152	0,000	EN_MSU/2	<b>7,24</b>	0,04	0,04	0,07	0,02	-0,03
B149	399,741+	EN_MSU/2	-4,38	<b>3,11</b>	0,20	0,28	-0,06	-1,24
B149	799,483	EN_MSU/3	4,69	-1,91	<b>-0,97</b>	-0,03	0,00	0,00
B149	0,000	EN_MSU/4	-1,94	-0,91	<b>1,45</b>	0,26	0,00	0,00
B153	0,000	EN_MSU/4	-1,81	0,00	0,05	<b>-0,36</b>	0,00	0,00
B149	399,741+	EN_MSU/5	-3,36	2,43	0,40	<b>0,32</b>	0,01	-0,97
B152	0,000	EN_MSU/6	-1,16	-0,02	1,09	0,13	<b>-0,80</b>	0,02
B152	0,000	EN_MSU/7	-0,95	0,16	-0,53	-0,14	<b>0,47</b>	-0,13
B149	399,741-	EN_MSU/2	-4,38	<b>-3,11</b>	0,24	0,28	0,12	<b>-1,24</b>
B149	399,741-	EN_MSU/8	6,20	2,26	0,13	-0,11	0,20	<b>0,90</b>

Jméno	Klíč kombinace
EN_MSU/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS9
EN_MSU/2	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS8
EN_MSU/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS9
EN_MSU/4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS4 + 0.90*ZS8
EN_MSU/5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS8
EN_MSU/6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS4 + 0.90*ZS8
EN_MSU/7	ZS1 + ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS9
EN_MSU/8	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS4 + 1.50*ZS9

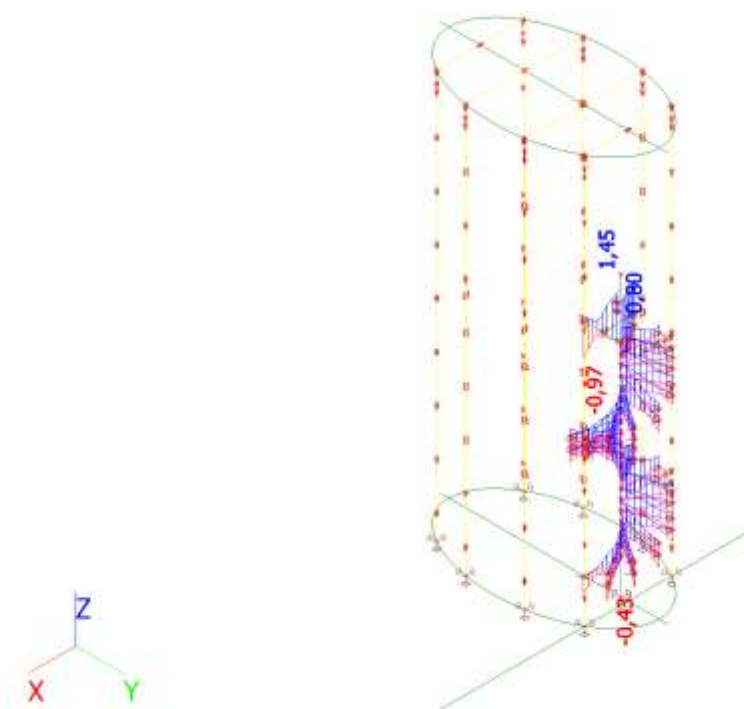
### 7.12. Vnitřní síly na prutu; N



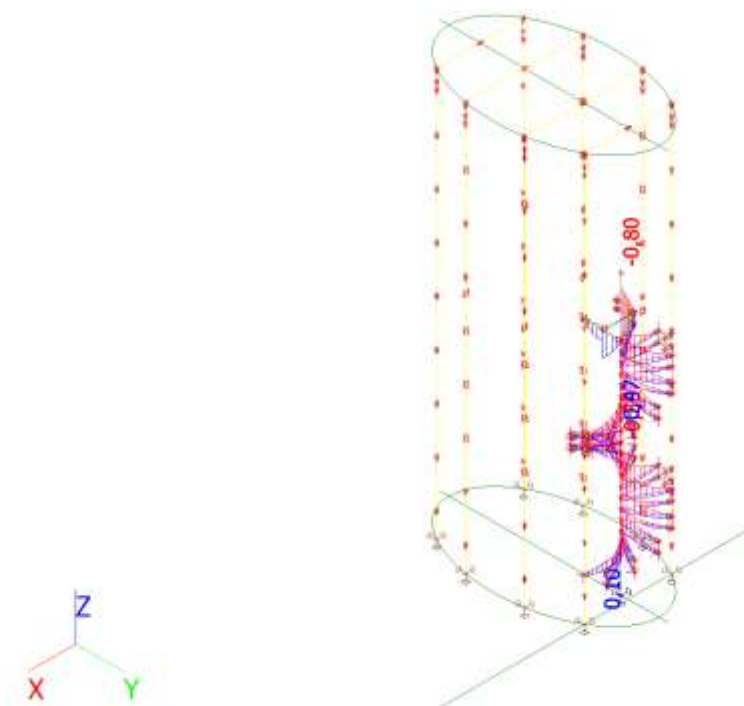
### 7.13. Vnitřní síly na prutu; Vy



#### 7.14. Vnitřní síly na prutu; Vz



#### 7.15. Vnitřní síly na prutu; My



## 7.16. 1D vnitřní síly

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

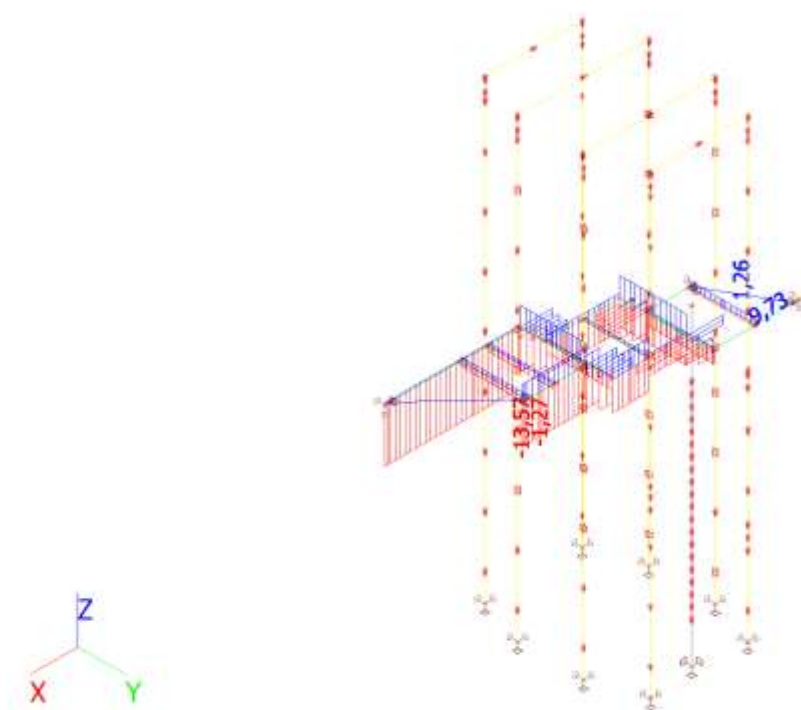
Extrém 1D: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Podesta

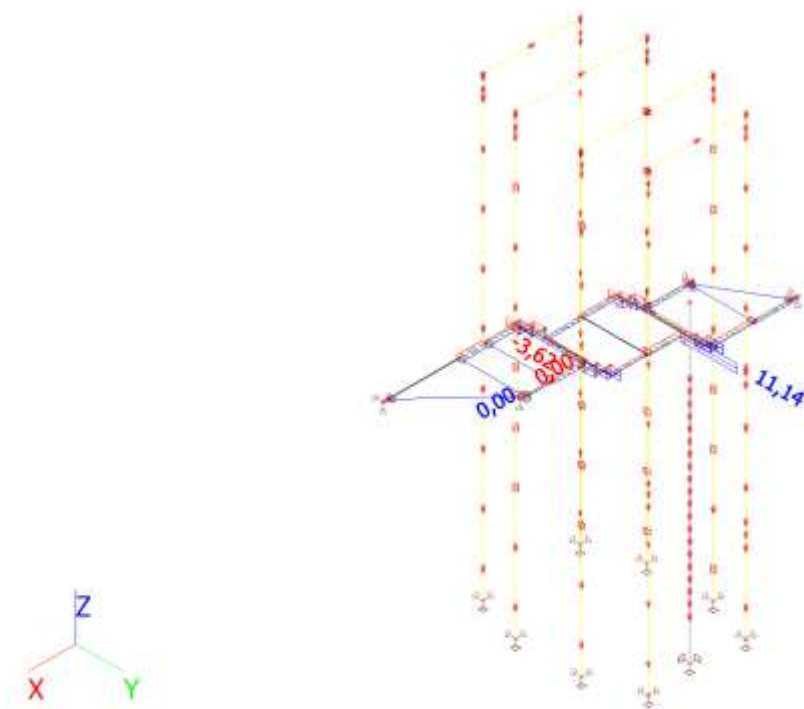
Jméno	dx [mm]	Stav	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
B66	52,939+	EN_MSU/1	<b>-13,57</b>	0,56	7,18	-1,34	-3,66	-0,42
B46	157,150	EN_MSU/2	<b>9,73</b>	0,46	-0,51	-0,22	0,04	0,04
B53	0,000	EN_MSU/3	-5,91	<b>-3,62</b>	-4,17	0,56	-2,81	0,55
B66	52,939-	EN_MSU/4	-2,02	0,88	<b>-9,61</b>	-1,91	-4,09	-0,52
B55	0,000	EN_MSU/5	-4,18	-1,75	<b>9,23</b>	-0,02	-2,59	0,38
B41	1655,469	EN_MSU/6	-2,07	-0,08	6,25	<b>-2,62</b>	-1,32	-0,35
B66	2569,140	EN_MSU/7	-1,77	0,02	-4,21	<b>2,21</b>	0,00	0,00
B66	52,939+	EN_MSU/8	-9,07	0,83	9,15	-1,91	<b>-4,37</b>	-0,50
B60	890,769	EN_MSU/9	-4,88	0,01	-0,20	0,03	<b>2,73</b>	-0,04
B44	0,000	EN_MSU/6	-5,80	2,80	-2,32	0,63	-1,18	<b>-0,80</b>
B46	157,150	EN_MSU/8	2,44	<b>11,14</b>	-2,37	-0,76	-0,11	<b>1,00</b>

Jméno	Klíč kombinace
EN_MSU/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS9
EN_MSU/2	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS9
EN_MSU/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS8
EN_MSU/4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS9
EN_MSU/5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS7 + 0.90*ZS8
EN_MSU/6	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS7 + 0.90*ZS9
EN_MSU/7	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS9
EN_MSU/8	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS7 + 0.90*ZS9
EN_MSU/9	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS4 + 0.90*ZS9

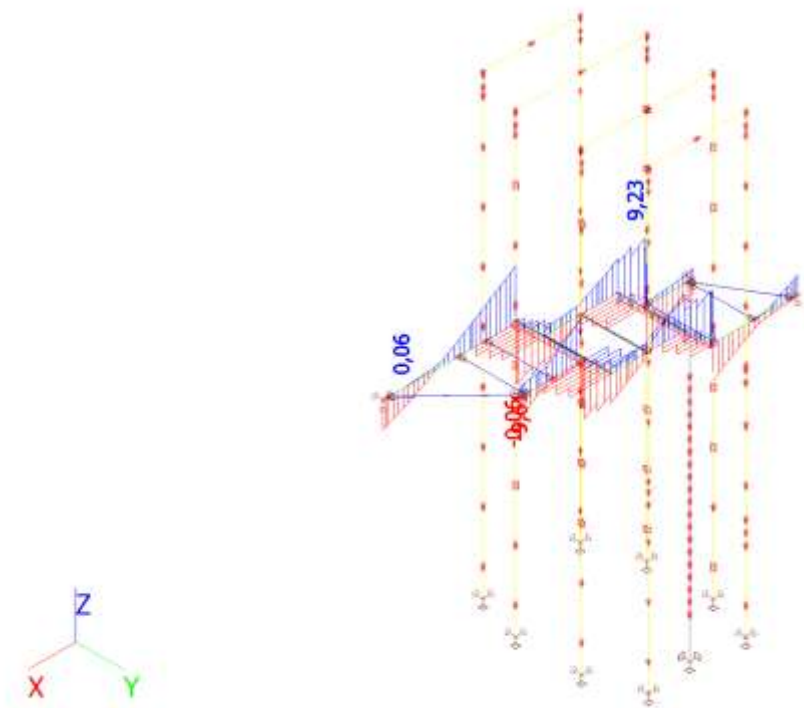
## 7.17. Vnitřní síly na prutu; N



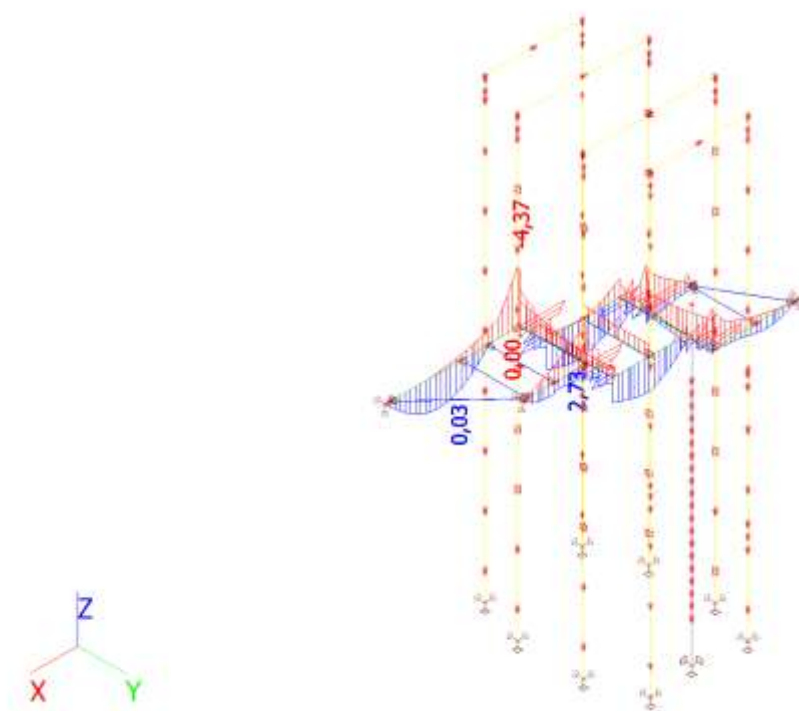
### 7.18. Vnitřní síly na prutu; $V_y$



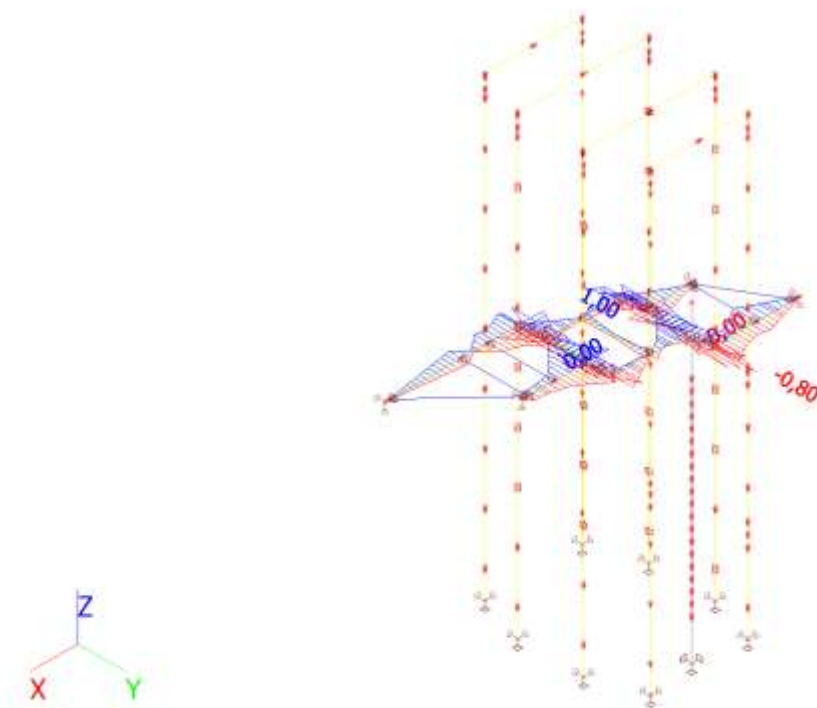
### 7.19. Vnitřní síly na prutu; $V_z$



## 7.20. Vnitřní síly na prutu; $M_y$



## 7.21. Vnitřní síly na prutu; $M_z$



## 7.22. 1D vnitřní síly

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

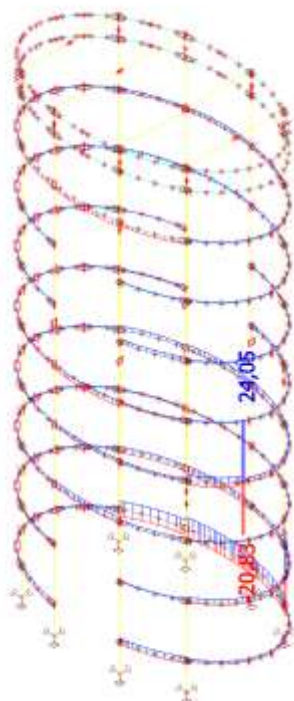
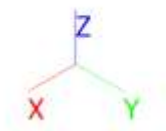
Extrém 1D: Globální

Výběr: Pojmenovaný výběr - Obruče

Jméno	dx [mm]	Stav	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
B456	60,132+	EN_MSU/1	<b>-20,83</b>	0,19	1,97	0,00	0,06	0,19
B456	60,132+	EN_MSU/2	<b>24,05</b>	-0,23	-6,32	0,01	-0,12	-0,30
B567	181,840	EN_MSU/3	0,97	<b>1,49</b>	4,43	-0,02	-0,32	-0,23
B567	118,677-	EN_MSU/4	17,03	-0,71	<b>-7,91</b>	0,02	-0,56	-0,32
B567	97,447+	EN_MSU/5	-14,52	0,14	<b>8,53</b>	0,00	0,03	0,17
B650	0,000	EN_MSU/6	0,38	-0,23	0,00	<b>-0,17</b>	0,00	0,00
B587	0,000	EN_MSU/6	0,47	-0,14	0,19	<b>0,14</b>	0,00	0,00
B567	118,677-	EN_MSU/2	17,06	-0,64	-5,76	0,03	<b>-0,64</b>	-0,28
B567	118,677+	EN_MSU/7	-0,34	-0,74	-2,58	0,00	<b>0,31</b>	0,16
B494	148,278-	EN_MSU/8	1,20	<b>-1,32</b>	-0,15	0,04	0,06	<b>-0,87</b>
B412	134,530+	EN_MSU/6	-0,52	-1,27	0,41	0,02	-0,16	<b>0,94</b>

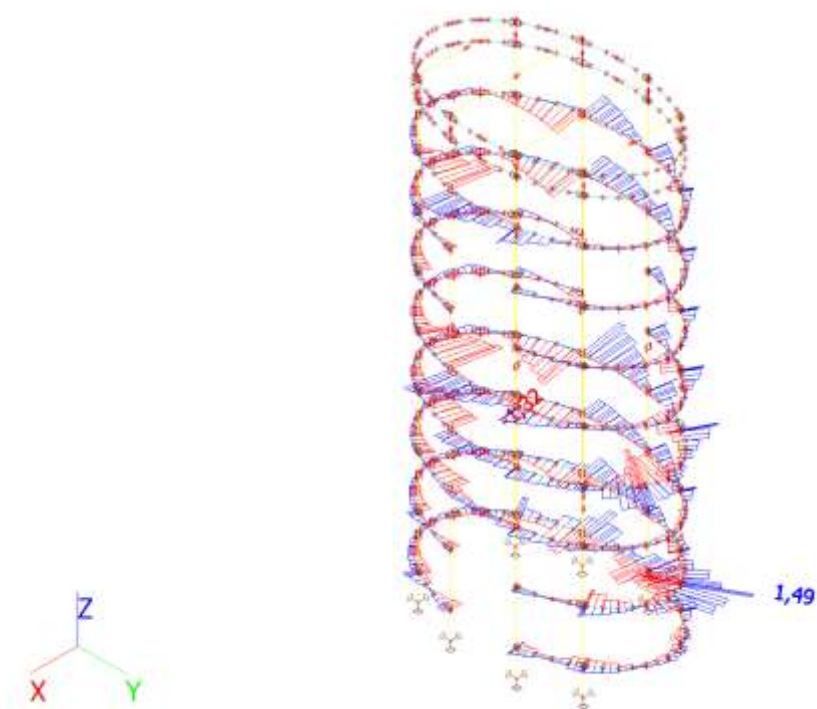
Jméno	Klíč kombinace
EN_MSU/1	ZS1 + ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS8
EN_MSU/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS9
EN_MSU/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS9
EN_MSU/4	ZS1 + ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS9
EN_MSU/5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS8
EN_MSU/6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS4 + 0.90*ZS8
EN_MSU/7	ZS1 + ZS2 + 1.05*ZS4 + 1.50*ZS8
EN_MSU/8	ZS1 + ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS9

## 7.23. Vnitřní síly na prutu; N

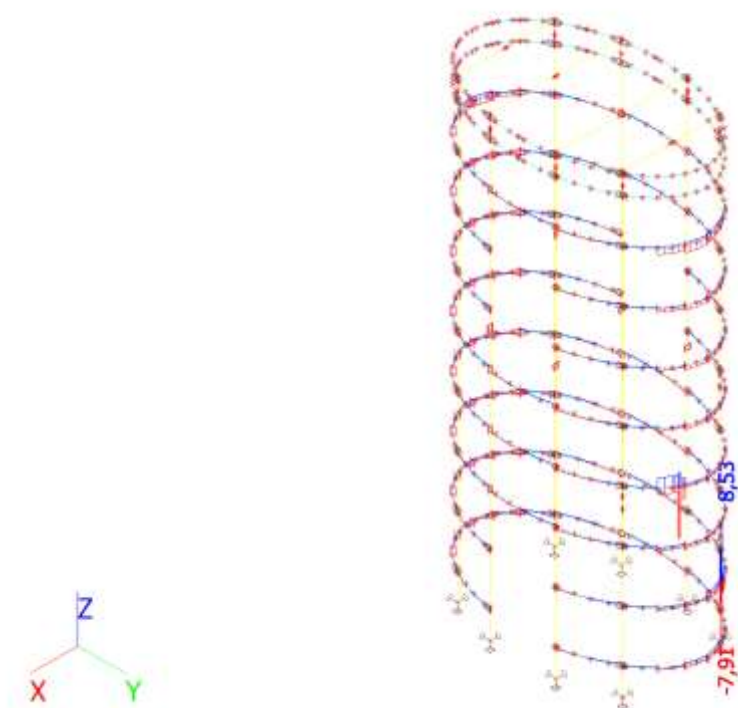




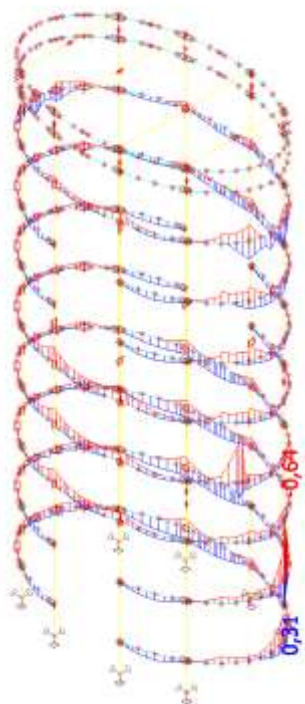
#### 7.24. Vnitřní síly na prutu; $V_y$



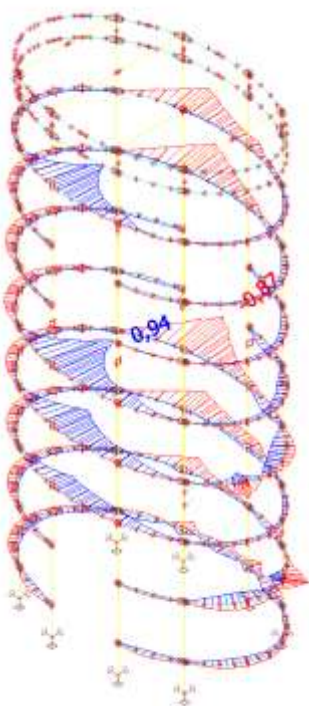
#### 7.25. Vnitřní síly na prutu; $V_z$



## 7.26. Vnitřní síly na prutu; $M_y$

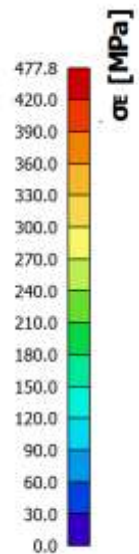
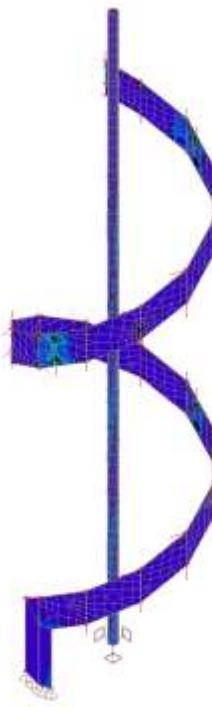


## 7.27. Vnitřní síly na prutu; $M_z$



## 7.28. 3D napětí; $\sigma_E$

Hodnoty:  $\sigma_E$   
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSU  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě  
Hlavní veličiny



## 8. Deformace na ocelové konstrukci

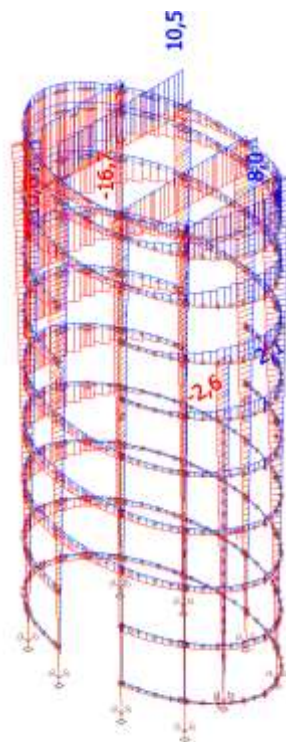
### 8.1. 1D deformace

Lineární výpočet, Třída: Všechny MSP, Souřadný systém: Globální, Extrém 1D: Globální, Výběr: Vše  
Deformace

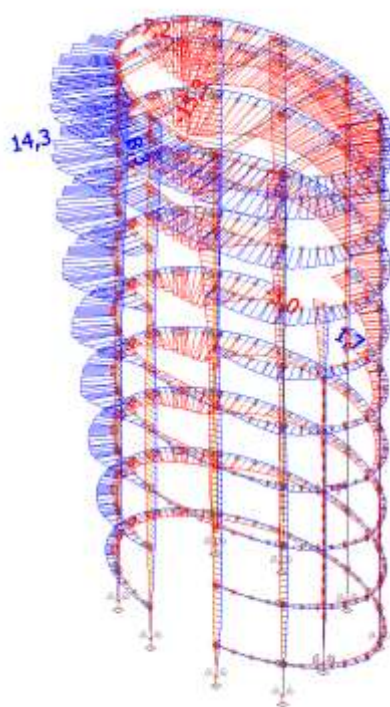
Jméno	dx [mm]	Stav	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>y</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	$\Phi_x$ [mrad]	$\Phi_y$ [mrad]	$\Phi_z$ [mrad]	U <sub>total</sub> [mm]
B71	7507,778	EN_MSP/1	<b>-2,7</b>	-0,1	2,6	-0,1	0,0	-0,3	3,7
B73	4460,000	EN_MSP/2	8,0	<b>-4,5</b>	0,9	0,1	1,9	-0,6	9,3
B71	3967,500	EN_MSP/3	10,5	<b>3,8</b>	-1,1	0,0	2,3	-0,3	11,2
B60	791,795	EN_MSP/4	3,0	0,6	<b>-4,5</b>	0,4	-0,1	0,8	5,4
B802	185,016	EN_MSP/5	-2,2	1,0	<b>3,4</b>	0,1	0,7	-0,3	4,2
B41	0,000	EN_MSP/6	-1,2	0,0	0,0	<b>-10,9</b>	-0,2	0,4	1,2
B66	1218,589	EN_MSP/7	0,3	0,3	-2,8	<b>6,7</b>	0,4	-0,2	2,9
B750	157,425	EN_MSP/8	0,7	1,0	-1,4	-0,1	<b>-5,9</b>	2,7	1,8
B691	0,000	EN_MSP/9	1,6	-0,1	-0,1	-3,2	<b>5,7</b>	0,0	1,6
B429	201,599	EN_MSP/2	7,5	1,9	0,7	-1,1	0,6	<b>-5,2</b>	7,8
B417	83,036	EN_MSP/10	9,7	-2,6	-1,2	0,7	1,9	<b>11,7</b>	10,1
B71	8650,000	EN_MSP/10	<b>16,7</b>	1,3	-2,3	0,1	0,3	-0,6	<b>16,9</b>

Jméno	Klíč kombinace
EN_MSP/1	ZS1 + ZS2 + 0.70*ZS3 + ZS8
EN_MSP/2	ZS1 + ZS2 + 0.70*ZS3 + ZS7 + 0.60*ZS8
EN_MSP/3	ZS1 + ZS2 + ZS7 + 0.70*ZS5 + 0.60*ZS9
EN_MSP/4	ZS1 + ZS2 + 0.60*ZS7 + 0.70*ZS4 + ZS9
EN_MSP/5	ZS1 + ZS2 + 0.70*ZS5 + ZS8
EN_MSP/6	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.60*ZS8
EN_MSP/7	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.60*ZS9
EN_MSP/8	ZS1 + ZS2 + 0.70*ZS3 + 0.60*ZS7 + ZS9
EN_MSP/9	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.60*ZS7 + 0.60*ZS9
EN_MSP/10	ZS1 + ZS2 + ZS7 + 0.70*ZS4 + 0.60*ZS9

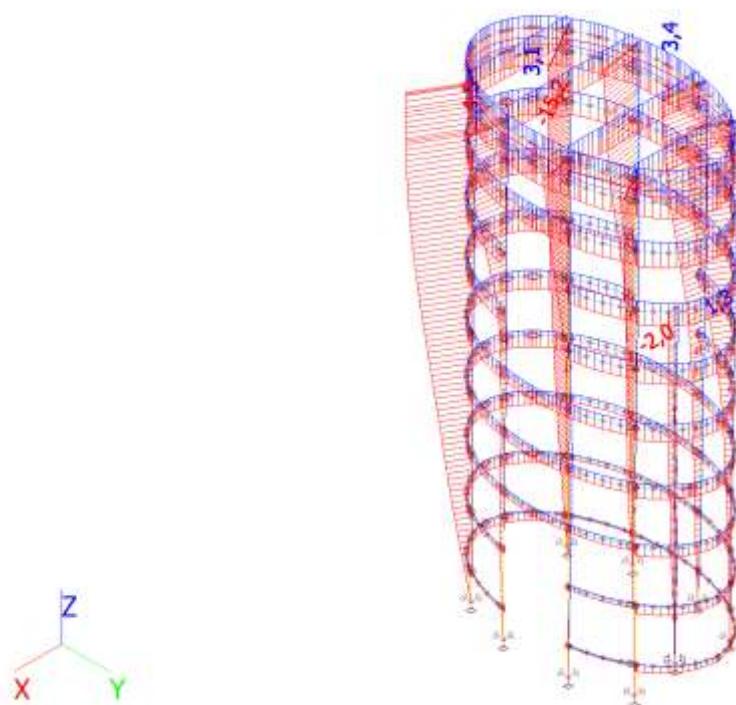
### 8.2. Deformace na prutu; u<sub>x</sub>



### 8.3. Deformace na prutu; $u_y$

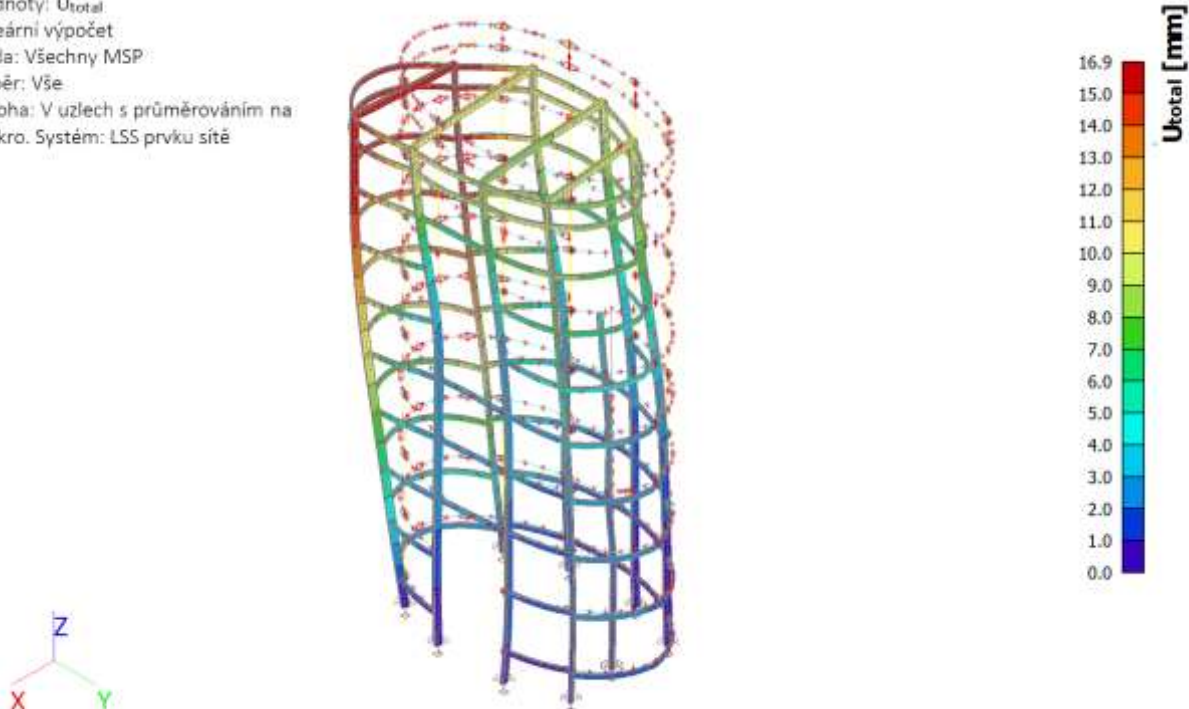


#### 8.4. Deformace na prutu; uz



#### 8.5. 3D přemístění; U\_total

Hodnoty:  $U_{total}$   
Lineární výpočet  
Třída: Všechny MSP  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



## 8.6. 3D přemístění; $U_{total}$

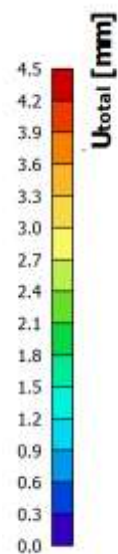
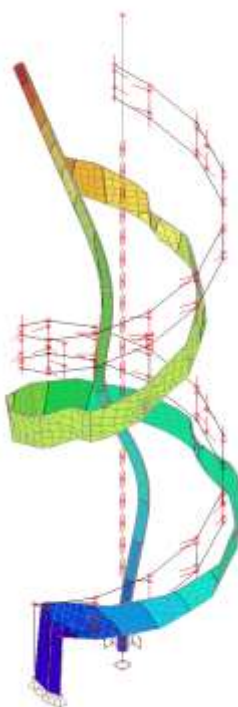
Hodnoty:  $U_{total}$

Lineární výpočet

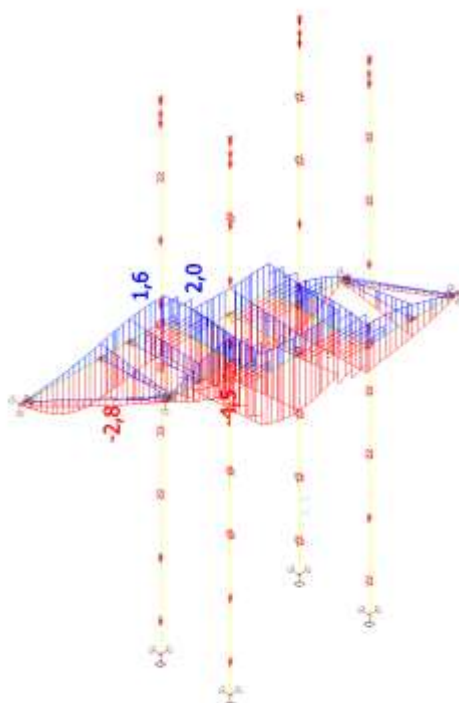
Třída: Všechny MSP

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



## 8.7. Deformace na prutu; uz





## 9. Reakce na ocelové konstrukci

### 9.1. Reakce

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Systém: Globální

Extrém: Globální

Výběr: Vše

**Uzlové reakce**

Jméno	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	e <sub>x</sub> [mm]	e <sub>y</sub> [mm]
Sn15/N134	EN_MSU/1	<b>-13,57</b>	0,04	3,37	-1,54	0,00	0,00	-456,7	0,0
Sn14/N121	EN_MSU/2	<b>3,96</b>	-0,71	3,54	0,82	0,00	0,00	230,7	0,0
Sn6/N143	EN_MSU/3	0,00	<b>-2,10</b>	9,92	0,00	0,00	0,01	0,0	0,0
Sn6/N143	EN_MSU/4	-0,41	<b>1,70</b>	11,62	0,00	0,00	0,02	0,0	0,0
Sn13/N1	EN_MSU/5	0,00	0,39	<b>-2,33</b>	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn1/N106	EN_MSU/6	-0,51	-0,79	<b>25,21</b>	0,52	-0,10	-0,03	20,5	-3,9
Sn15/N134	EN_MSU/7	-1,77	-0,02	4,21	<b>-2,21</b>	0,00	0,00	-524,7	0,0
Sn14/N121	EN_MSU/8	-2,25	-0,31	3,26	<b>1,17</b>	0,00	0,00	357,4	0,0
Sn1/N106	EN_MSU/9	-1,35	-1,47	12,48	0,79	<b>-0,58</b>	0,00	63,4	-46,4
Sn1/N106	EN_MSU/4	1,39	1,14	12,93	-0,55	<b>0,44</b>	-0,02	-42,9	33,9
Sn11/N153	EN_MSU/9	0,15	0,02	11,22	0,00	0,00	<b>-0,09</b>	0,0	0,0
Sn8/N147	EN_MSU/10	-0,60	0,90	10,62	0,00	0,00	<b>0,06</b>	0,0	0,0

Lineární intenzita

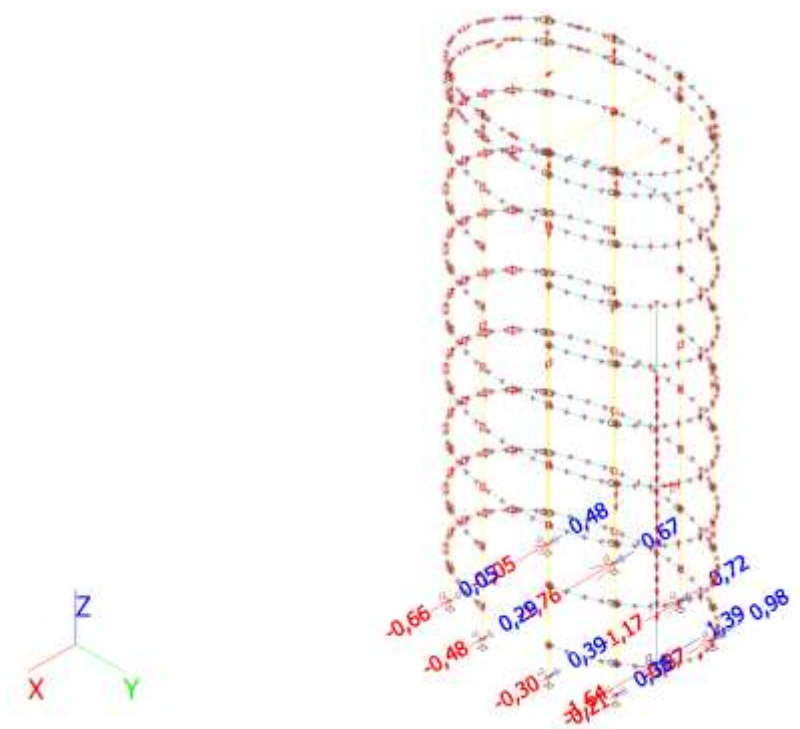
Jméno	dx [mm]	Stav	R <sub>x</sub> [kN/m]	R <sub>y</sub> [kN/m]	R <sub>z</sub> [kN/m]	M <sub>x</sub> [kNm/m]	M <sub>y</sub> [kNm/m]	M <sub>z</sub> [kNm/m]
Sle1/S22	0,000	EN_MSU/11	<b>6,14</b>	-21,96	56,03	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sle2/S23	207,056	EN_MSU/12	-6,87	<b>-26,14</b>	-142,65	0,00	0,00	0,00
Sle1/S22	0,000	EN_MSU/13	-21,54	79,44	<b>-170,41</b>	0,00	0,00	0,00
Sle2/S23	0,000	EN_MSU/1	-5,11	7,20	<b>180,78</b>	0,00	0,00	0,00
Sle1/S22	0,000	EN_MSU/14	<b>-22,30</b>	<b>82,21</b>	-169,70	0,00	0,00	<b>0,00</b>

Reakce na liniových podporách

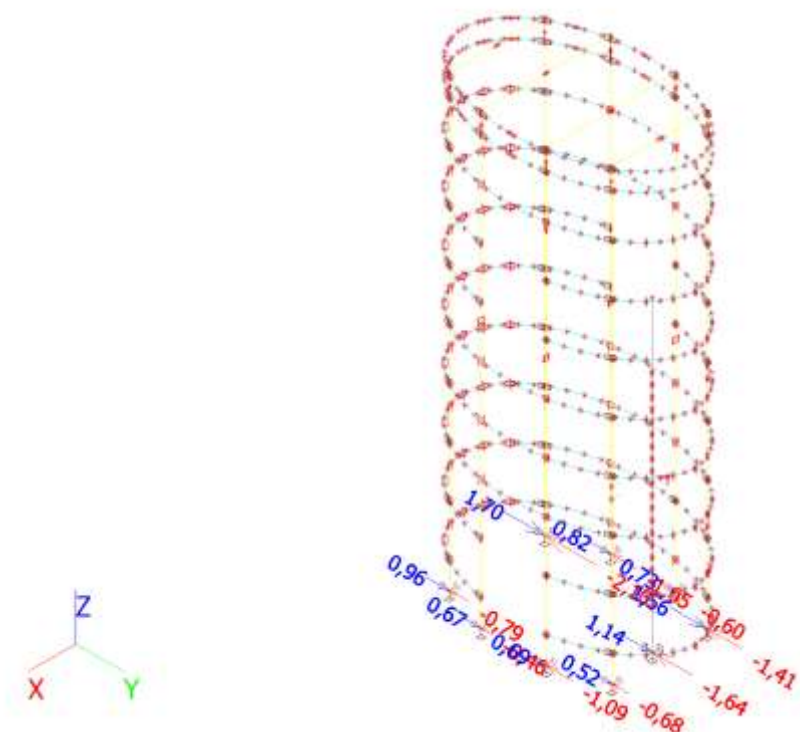
Jméno	dx [mm]	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	e [mm]
Sle1/S22	0,000	EN_MSU/11	<b>0,32</b>	-1,14	2,90	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,0
Sle2/S23	207,056	EN_MSU/12	-0,71	<b>-2,71</b>	<b>-14,77</b>	0,00	0,00	0,00	0,0
Sle1/S22	103,528	EN_MSU/1	-0,79	1,12	<b>28,07</b>	0,00	0,00	0,00	0,0
Sle1/S22	0,000	EN_MSU/14	<b>-1,15</b>	<b>4,26</b>	-8,78	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,0

Jméno	Klíč kombinace
EN_MSU/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS9
EN_MSU/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS9
EN_MSU/3	ZS1 + ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS9
EN_MSU/4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS5 + 1.50*ZS8
EN_MSU/5	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS4 + 0.90*ZS8
EN_MSU/6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS9
EN_MSU/7	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS9
EN_MSU/8	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS3 + 0.90*ZS7 + 0.90*ZS9
EN_MSU/9	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS4 + 0.90*ZS9
EN_MSU/10	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7 + 1.05*ZS5 + 0.90*ZS8
EN_MSU/11	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS8
EN_MSU/12	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS7 + 0.90*ZS8
EN_MSU/13	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.90*ZS7 + 1.05*ZS4 + 1.50*ZS9
EN_MSU/14	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.05*ZS3 + 0.90*ZS7 + 1.50*ZS9

## 9.2. Reakce; Rx

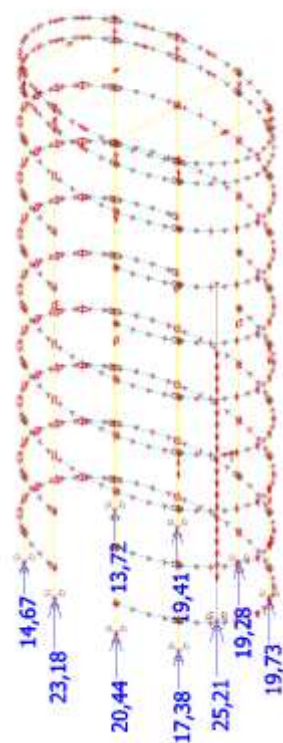
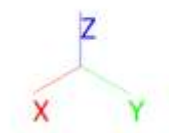


## 9.3. Reakce; Ry





#### 9.4. Reakce; $R_z$



**Projektová dokumentace pro provádění stavby**

**D.1.2 Stavebně konstrukční řešení**

**D.1.2 b) Podrobný statický výpočet**

**Stavba:**

**Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné Hoře**

Palackého náměstí čp. 377/5, Kutná Hora – Vnitřní Město

Příloha 20

Statický výpočet a posouzení základové desky SO04 (RENEX3D)

---

Zakázka	<b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum	<b>02.03.20</b>
Výpočet	<b>Sankturinovský dům - Schodišťová věž S004_v02</b>	Příloha	<b>20</b>
Konstrukce	<b>Obsah</b>	Strana	<b>2 z 14</b>



## STRANA OBSAH

1/1

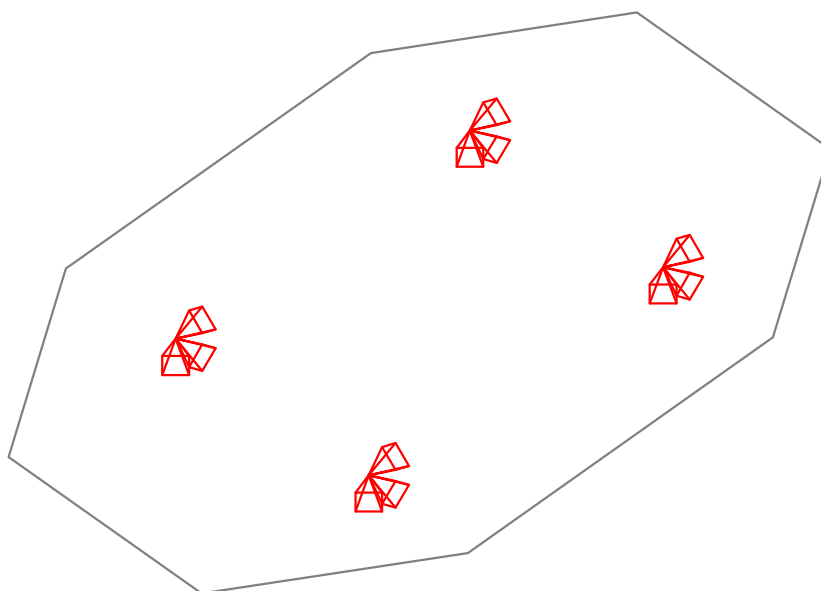
- 2 Obsah
- 3 Schéma konstrukce
  - Pevné podpory
- 4 Vstupy – fyzikální vlastnosti
  - Fyzikální vlastnosti: H [m]
  - Fyzikální vlastnosti: MATERIÁL [–]
  - Fyzikální vlastnosti: E [MPa]
- 5 Vstupy – zatížení
  - Zadané zatížení: "G00 VLASTNÍ TÍHA" –  $F_z$  [kN/m<sup>2</sup>]
  - Zadané zatížení: "G01\_\_VEZ" – Silové [kN,kN/m]
  - Zadané zatížení: "G02\_\_VYTAH" – Silové [kN,kN/m]
- 6 Vstupy – zatěžovací stavy a kombinace
  - Výpis zatěžovacích stavů:
  - Výpis kombinací:
- 7 Výstupy – deformace
  - Kombinace: "MSP" – MIN –  $U_zG$  [mm]
  - Kombinace: "MSP" – MAX –  $U_zG$  [mm]
- 8 Výstupy – vnitřní síly
  - Kombinace: "MSU" – MIN –  $M_x$  [kNm/m]
  - Kombinace: "MSU" – MAX –  $M_x$  [kNm/m]
  - Kombinace: "MSU" – MIN –  $M_y$  [kNm/m]
- 9 Výstupy – vnitřní síly
  - Kombinace: "MSU" – MAX –  $M_y$  [kNm/m]
  - Kombinace: "MSU" – MIN –  $M_{xy}$  [kNm/m]
  - Kombinace: "MSU" – MAX –  $M_{xy}$  [kNm/m]
- 10 Výstupy – vnitřní síly
  - Kombinace: "MSU" – MIN –  $V_x$  [kN/m]
  - Kombinace: "MSU" – MAX –  $V_x$  [kN/m]
  - Kombinace: "MSU" – MIN –  $V_y$  [kN/m]
- 11 Výstupy – vnitřní síly
  - Kombinace: "MSU" – MAX –  $V_y$  [kN/m]
  - Kombinace: "MSU" – MIN –  $V_{xy}$  [kN/m]
  - Kombinace: "MSU" – MAX –  $V_{xy}$  [kN/m]
- 12 Výstupy – vnitřní síly
  - Kombinace: "MSU" – MIN –  $V_x$  [kN/m]
  - Kombinace: "MSU" – MAX –  $V_x$  [kN/m]
- 13 Výstupy – návrh výztuže
  - Kombinace: "MSU" – Dolní vnější [cm<sup>2</sup>]
  - Kombinace: "MSU" – Dolní střední [cm<sup>2</sup>]
- 14 Výstupy – návrh výztuže
  - Kombinace: "MSU" – Horní vnější [cm<sup>2</sup>]
  - Kombinace: "MSU" – Horní střední [cm<sup>2</sup>]


Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum <b>02.03.20</b>
Výpočet <b>Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02</b>	Příloha <b>20</b>
Konstrukce <b>Schéma konstrukce</b>	Strana <b>3 z 14</b>



## Pevné podpory

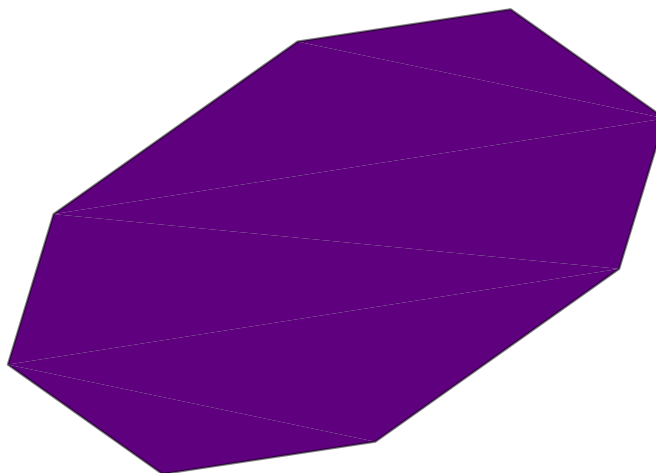
- Posun
- Pootoceni
- Posun i pootoceni



Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum <b>02.03.20</b>	 <b>RECOC</b> <sup>®</sup> S.R.O. - STATICKÁ KANCELÁŘ
Výpočet <b>Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02</b>	Příloha <b>20</b>	
Konstrukce <b>Vstupy - fyzikální vlastnosti</b>	Strana <b>4</b> z <b>14</b>	

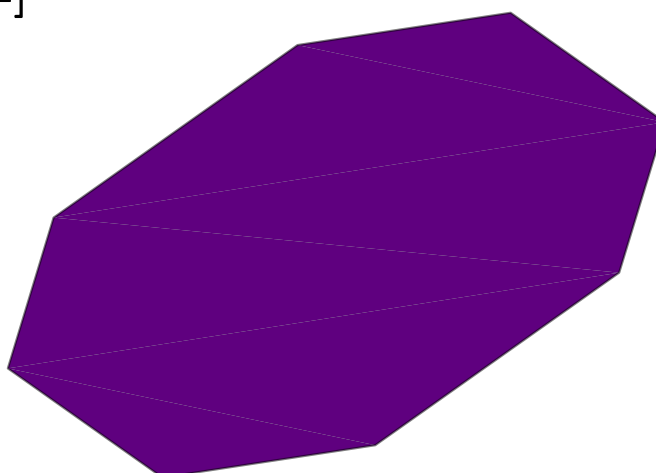
Fyzikální vlastnosti: H [m]

■ 0.40



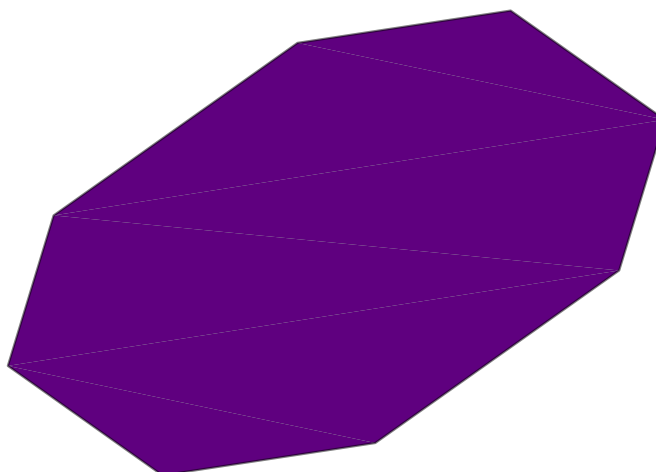
Fyzikální vlastnosti: MATERIÁL [-]

■ C25/30



Fyzikální vlastnosti: E [MPa]

■ 31500.00

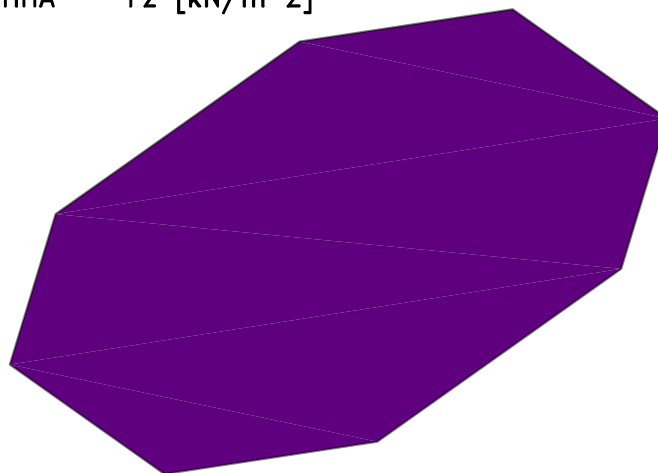


Zakázka	Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.	Datum	02.03.20
Výpočet	Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02	Příloha	20
Konstrukce	Vstupy - zatížení	Strana	5 z 14



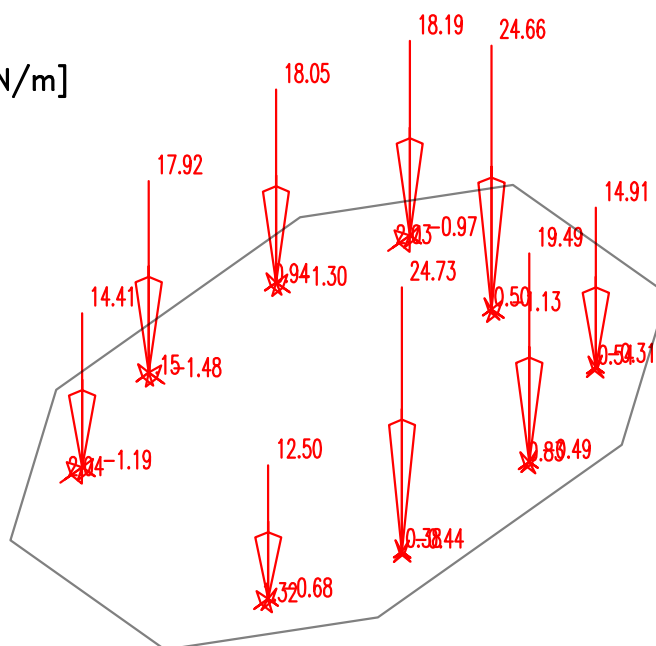
Zadané zatížení: "G00 VLASTNÍ TÍHA" –  $F_z$  [kN/m<sup>2</sup>]

10.00



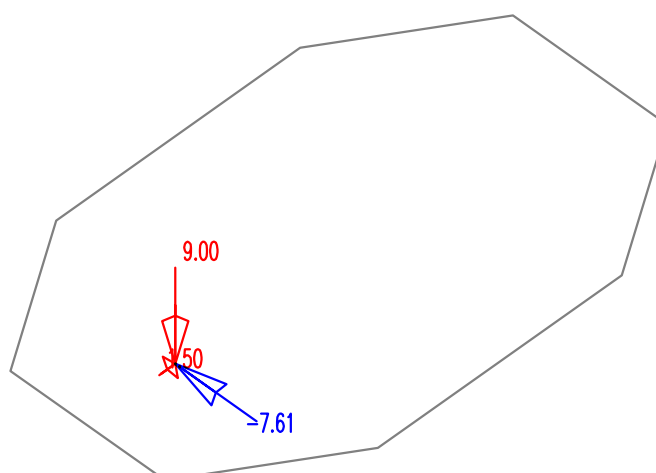
Zadané zatížení: "G01\_\_VEZ" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila  
■ Moment



Zadané zatížení: "G02\_\_VYTAH" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila  
■ Moment



Zakázka	<b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum	02.03.20
Výpočet	<b>Sankturinovský dům - Schodišťová věž S004_v02</b>	Příloha	20
Konstrukce	<b>Vstupy - zatěžovací stavy a kombinace</b>	Strana	6 z 14



Výpis zatěžovacích stavů:

G00 VLASTNÍ TÍHA  
G01\_\_VEZ  
G02\_\_VYTAH

Výpis kombinací:

KOMBINACE: MSP

Zatěžovací stav	součinitel	typ	skupina
G00 VLASTNÍ TÍHA	1.00	Stálé	
G01__VEZ	1.00	Nahodilé	
G02__VYTAH	1.00	Nahodilé	

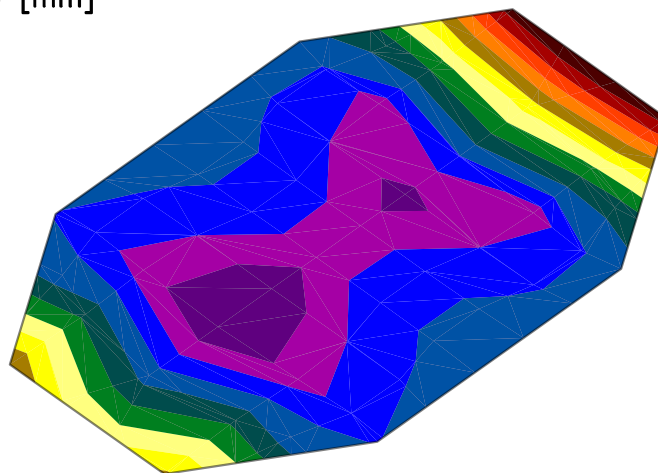
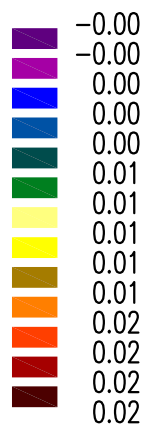
KOMBINACE: MSU

Zatěžovací stav	součinitel	typ	skupina
G00 VLASTNÍ TÍHA	1.35	Stálé	
G01__VEZ	1.00	Nahodilé	
G02__VYTAH	1.50	Nahodilé	

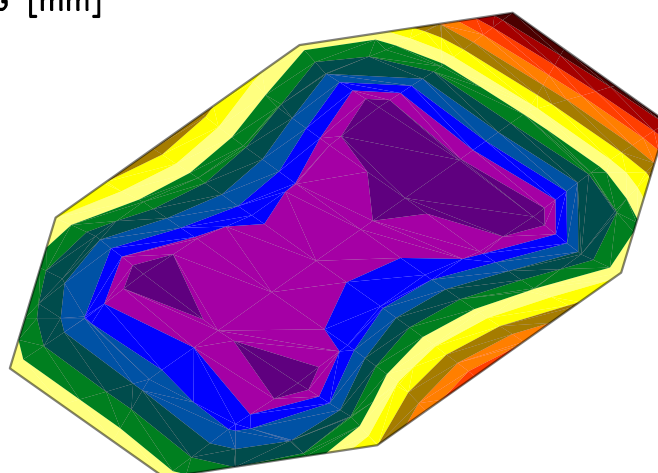
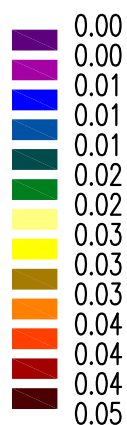
Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž S004_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - deformace	Strana 7 z 14



Kombinace: "MSP" - MIN - UzG [mm]



Kombinace: "MSP" - MAX - UzG [mm]

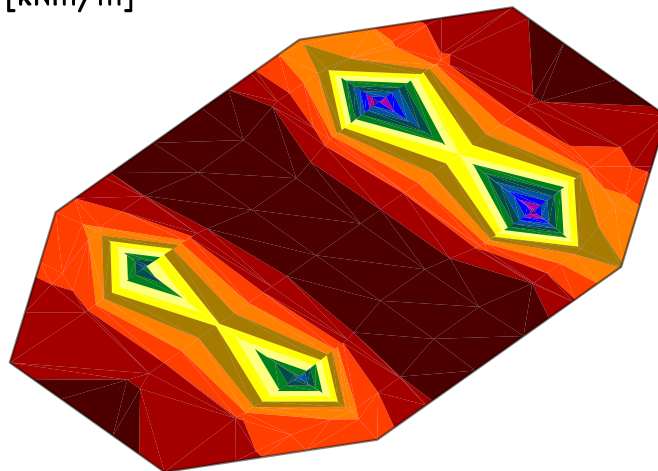
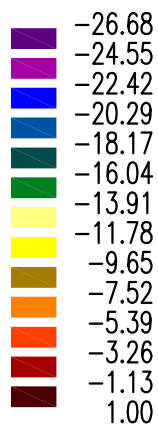




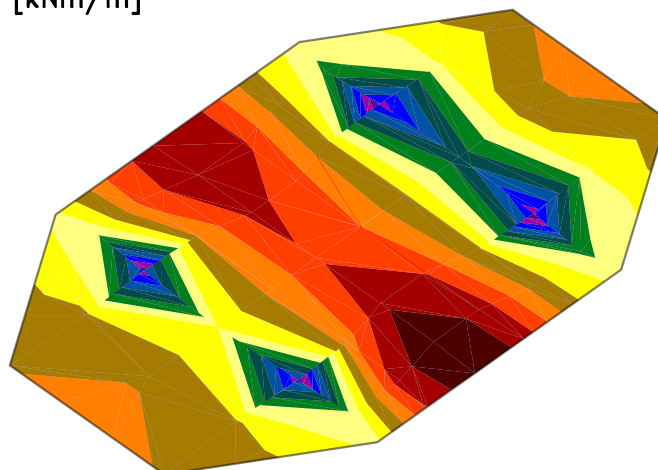
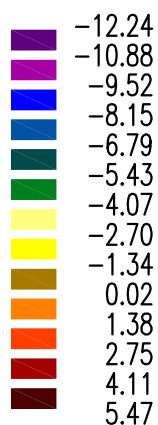
Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - vnitřní síly	Strana 8 z 14



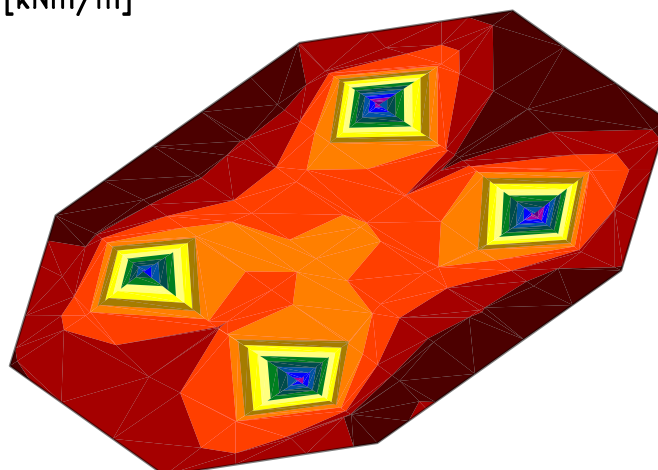
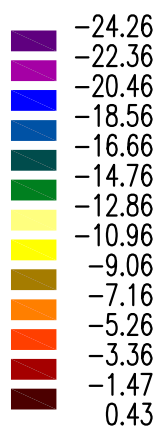
Kombinace: "MSU" - MIN -  $M_x$  [kNm/m]



Kombinace: "MSU" - MAX -  $M_x$  [kNm/m]



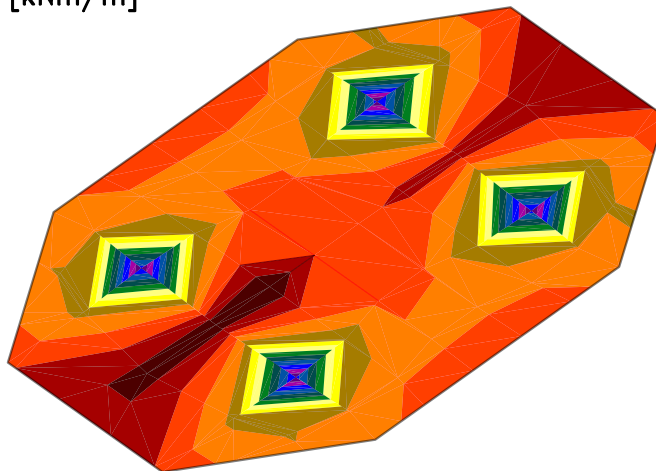
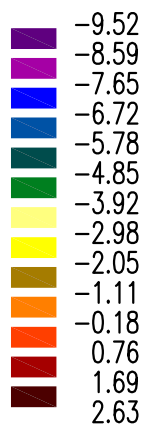
Kombinace: "MSU" - MIN -  $M_y$  [kNm/m]



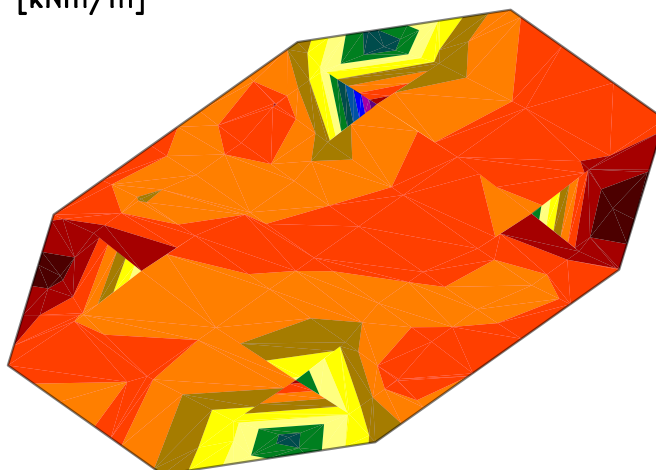
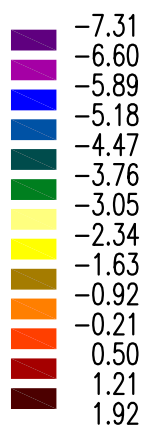
Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž S004_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - vnitřní síly	Strana 9 z 14



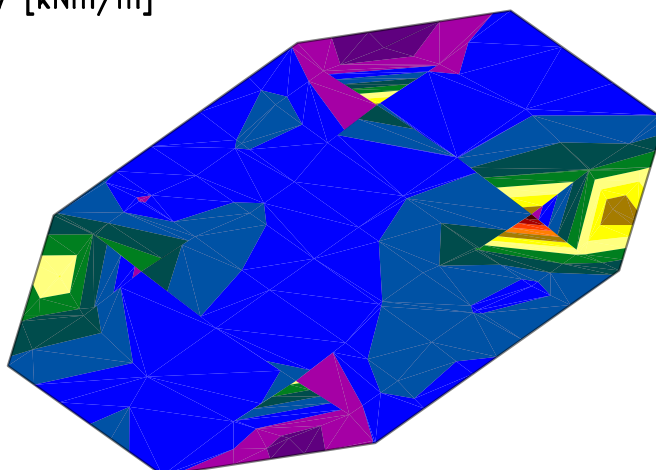
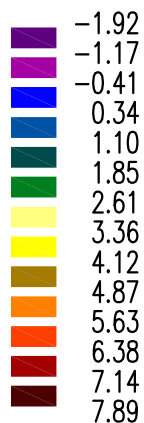
Kombinace: "MSU" - MAX -  $M_y$  [kNm/m]



Kombinace: "MSU" - MIN -  $M_{xy}$  [kNm/m]



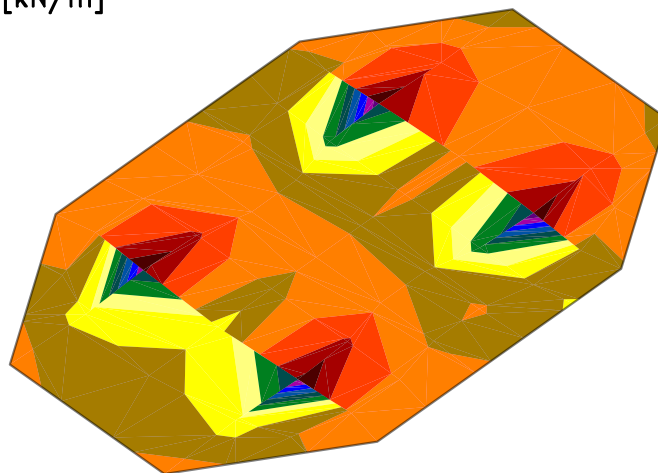
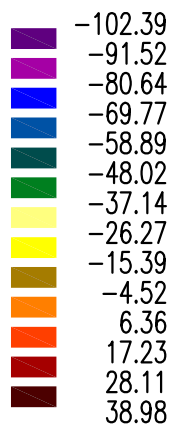
Kombinace: "MSU" - MAX -  $M_{xy}$  [kNm/m]



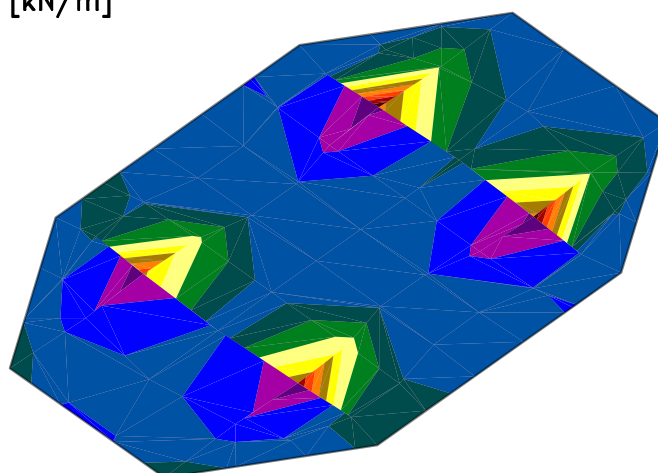
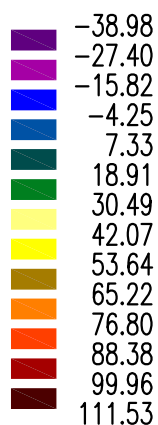
Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - vnitřní síly	Strana 10 z 14



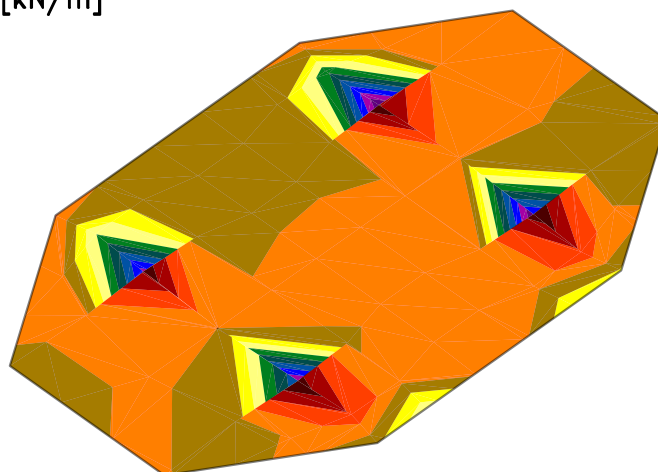
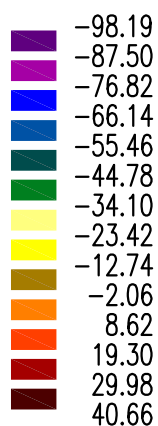
Kombinace: "MSU" - MIN -  $V_x$  [kN/m]



Kombinace: "MSU" - MAX -  $V_x$  [kN/m]



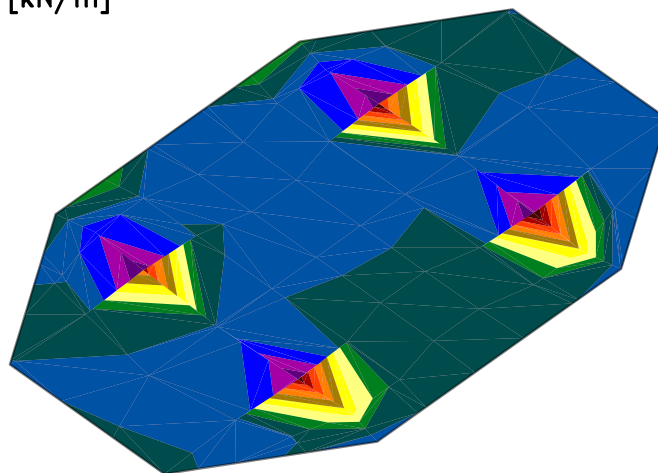
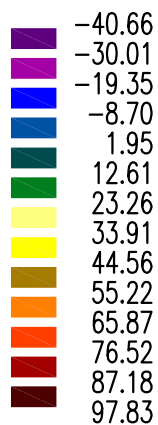
Kombinace: "MSU" - MIN -  $V_y$  [kN/m]



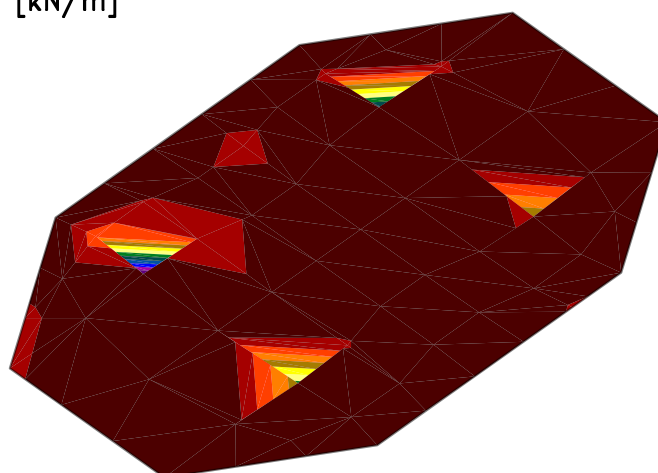
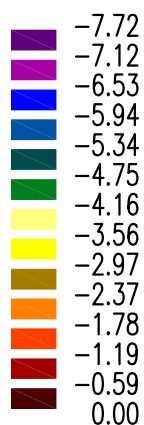
Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - vnitřní síly	Strana 11 z 14



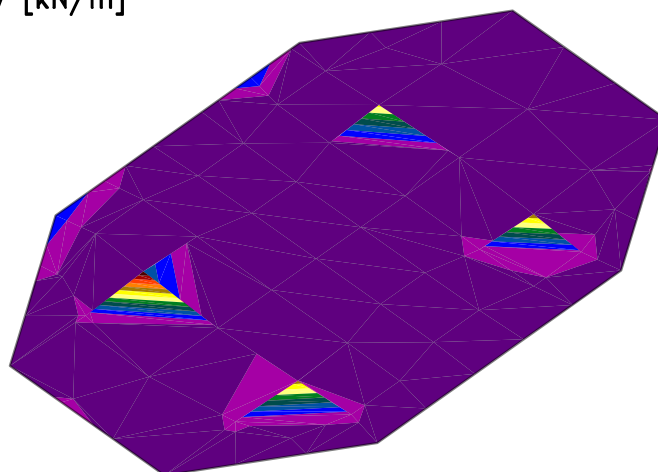
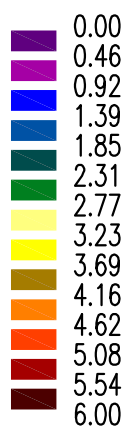
Kombinace: "MSU" - MAX -  $V_y$  [kN/m]



Kombinace: "MSU" - MIN -  $V_{xy}$  [kN/m]



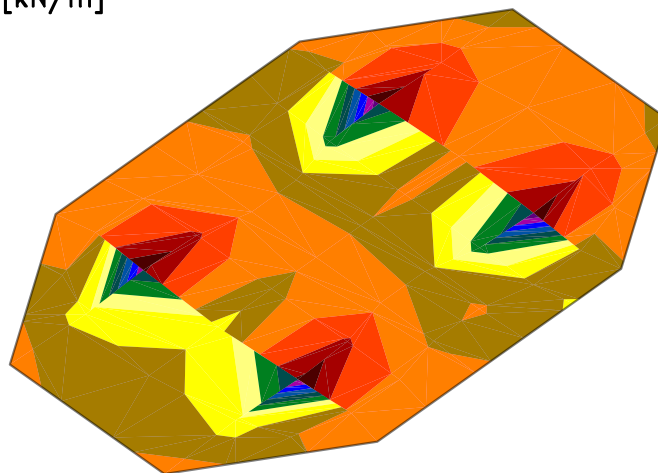
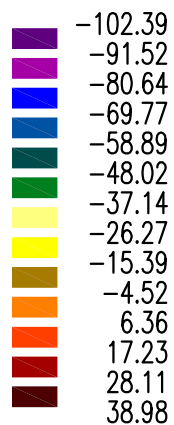
Kombinace: "MSU" - MAX -  $V_{xy}$  [kN/m]



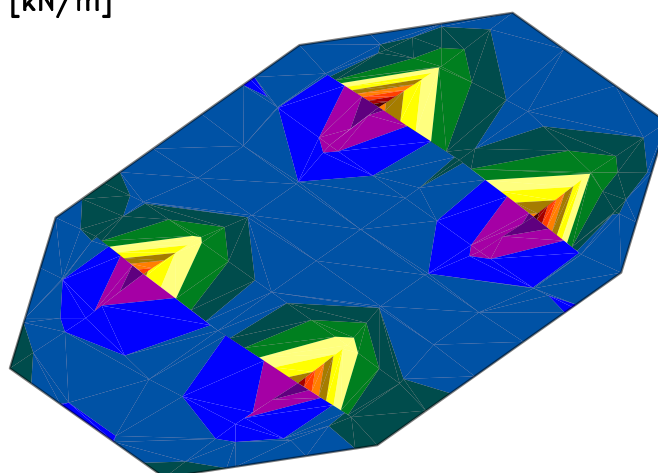
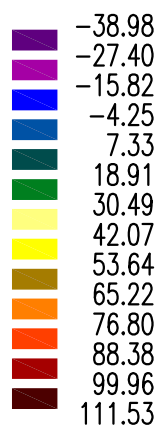
Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - vnitřní síly	Strana 12 z 14



Kombinace: "MSU" – MIN –  $V_x$  [kN/m]



Kombinace: "MSU" – MAX –  $V_x$  [kN/m]

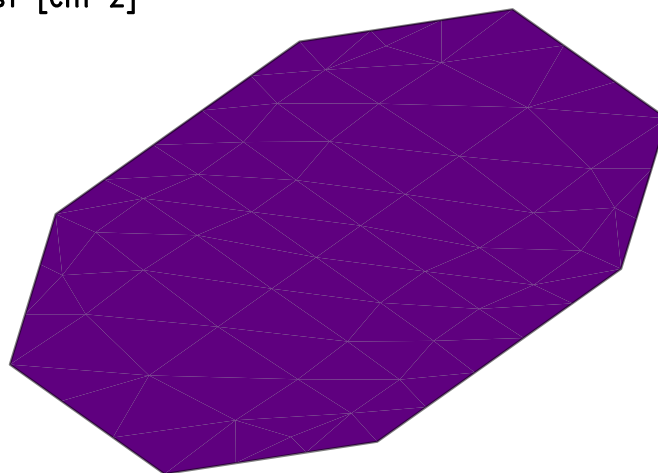
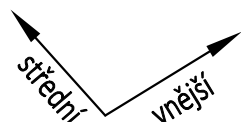


Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - návrh výztuže	Strana 13 z 14



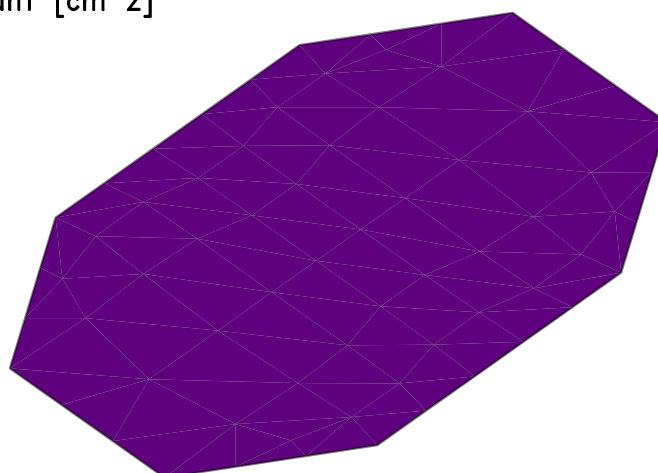
Kombinace: "MSU" – Dolní vnější [cm<sup>2</sup>]

■ 4.00



Kombinace: "MSU" – Dolní střední [cm<sup>2</sup>]

■ 4.00

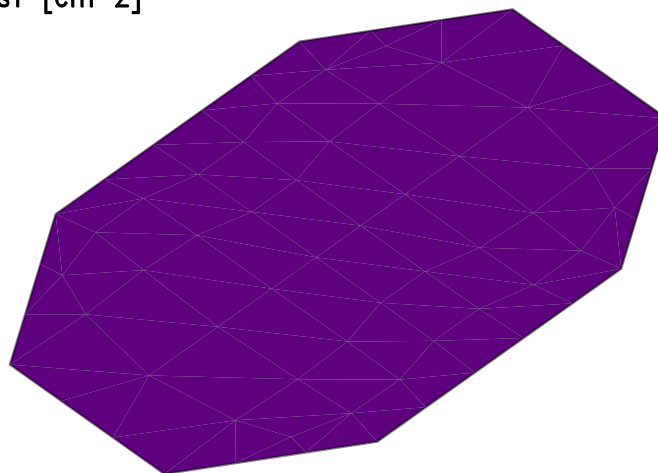


Zakázka <b>Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné H.</b>	Datum 02.03.20
Výpočet Sankturinovský dům - Schodišťová věž SO04_v02	Příloha 20
Konstrukce Výstupy - návrh výztuže	Strana 14 z 14



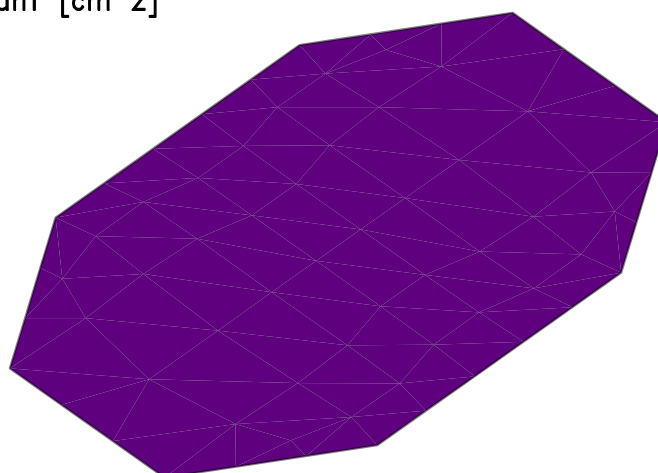
Kombinace: "MSU" – Horní vnější [cm<sup>2</sup>]

■ 4.00



Kombinace: "MSU" – Horní střední [cm<sup>2</sup>]

■ 4.00





**Projektová dokumentace pro provádění stavby**

**D.1.2 Stavebně konstrukční řešení**

**D.1.2 b) Podrobný statický výpočet**

**Stavba:**

**Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné Hoře**

Palackého náměstí čp. 377/5, Kutná Hora – Vnitřní Město

Příloha 21

Návrh mikropiloty MP01

---



## Výpočet únosnosti osamělé mikropiloty s osovou silou

Posouzení osově síly na vrtané mikropilotě podle normy ČSN EN 14 199

Vnitřní síly:

Způsob dominantního namáhání

$N_{Ed,tah} = 0$ [kN]			$N_{Ed,tlak} = 89,81$ [kN]			Tlak	
Ocelová trubka:			RO 89x10			Ocel: S 235	
$A_a$ [m <sup>2</sup> ]	$I_{i,a}$ [m <sup>4</sup> ]	$i_{i,a}$ [mm]	$W_{i,el}$ [m <sup>3</sup> ]	$W_{i,pl}$ [m <sup>3</sup> ]	Min. krytí: [mm]	Krytí [mm]	$f_y = 235,0$ [MPa]
2,482E-03	1,967E-06	2,06E+01	4,421E-05	6,274E-05	40	45,5	$f_u = 360,0$ [MPa]
Monolitická část průřezu:			Cement: C 20/25			Prostředí:	
$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cd}$ [MPa]	$E_{cm}$ [GPa]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ]	$I_c$ [m <sup>4</sup> ]	$r_c$ [mm]	$f_{ck}$ [MPa]	$E_{cm}$ [GPa]
20,00	13,33	30,00	2,54E-02	1,113E-06	34,5	20	30
						Středně agresivní	
						Průměr vrtání:	
						180 mm	

### Geotechnický profil pro únosnost kořene mikropiloty

Druh zeminy nebo horniny	Typické vlastnosti	Délka kořenu [m]	$E_{def}$ [MPa]	Plášťové tření [MPa]	Pl.tření do výpočtu [MPa]	Typ zeminy - orientační	$U_{ms,k,1}$ [kN]
Soudržné zem. tuhé	$\varphi u=0,0^\circ, 0,025 < u < 0,05$ MPa	6	4,00	0,04 - 0,06	0	F2-F6	0,00
Poloskalní horniny	$\sigma_f < 50$ MPa	2	20,00	0,2 - 0,6	0,2	R5 - R6	226,19
Neuvažuje se	-	-	-	-	-	-	0,00

### Geotechnický profil pro únosnost paty opřené mikropiloty

Typ horniny	Typické vlastnosti	Návrhové napětí $R_d$ [MPa]	Návrhové napětí do výpočtu $R_d$ [MPa]	$U_{mp,k}$ [kN]
Neuvažuje se	-	0	0,0	0,0

Vnější návrhová únosnost kořene osamělé mikropiloty:  $U_{mv,d} = U_{ms,d} + U_{mp,d} = 150,80$  kN

Kontrola vzpěru:  $N_{cr} = 2 * ((E * I)_e * E_z)^{\frac{1}{2}} = 3635,95$  kN >  $N_{Ed,tlak} = 89,8$  kN  
...nemusí být uvažován vliv vzpěru

$$(E * I)_e = E_a * I_a + \frac{0,85 * E_{cm} * I_c}{\gamma_c} = 0,41 \text{ MNm}^2 \quad E_{z,mean} = \sum (E_{def} * L_i) / L = 8,00 \text{ MPa}$$

Únosnost v tlaku:  $N_{pl,Rd} = \frac{A_a * f_y}{\gamma_a} + \frac{0,85 * A_c * f_{ck}}{\gamma_c} = 903,68$  kN

Únosnost v tahu:  $N_{pl,Rd} = \frac{A_a * f_y}{\gamma_a} = 583,24$  kN

### Posouzení mikropiloty:

$N_{Ed,tah} = 0,0$  kN < 150,8 kN      Návrh je vyhovující  
 $N_{Ed,tlak} = 89,8$  kN < 150,8 kN      Návrh je vyhovující

### Závěr z posouzení:

Navržená mikropilota s RO 89x10 bude obetonována betonem C 20/25  
Průměr vrtání je uvažován 180 mm. Navržená délka kořene 8,000 m.

**Projektová dokumentace pro provádění stavby**

**D.1.2 Stavebně konstrukční řešení**

**D.1.2 b) Podrobný statický výpočet**

Stavba:

**Revitalizace Sankturinovského domu v Kutné Hoře**

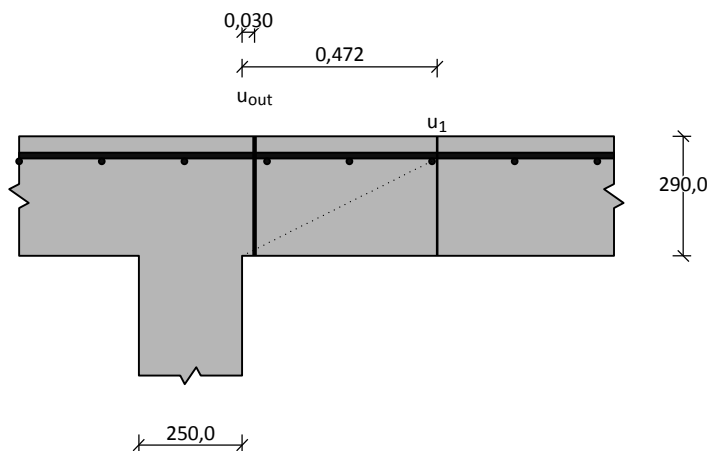
Palackého náměstí čp. 377/5, Kutná Hora – Vnitřní Město

Příloha 22

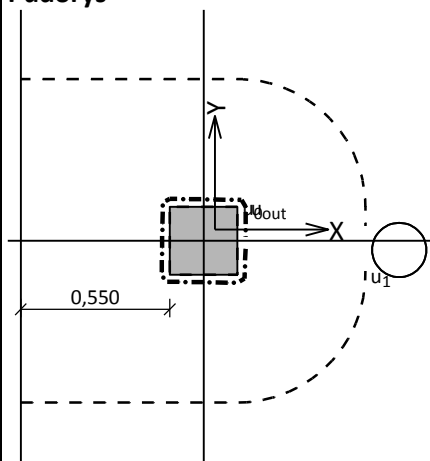
Posouzení protlačení mikropiloty základovou deskou (FIN EC –  
protlak)

## sadu-zpp\_01

### Nárys



### Půdorys



### Materiály

**Beton : C 25/30**

$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$

**Podélná výztuž : B500**

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$

**Třmínky : B500**

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$

### Zatížení

Posouvající síla

$V_{Ed} = 89,91 \text{ kN}$

Ohybový moment okolo osy x

$M_{Ed,x} = 0,00 \text{ kNm}$

Ohybový moment okolo osy y

$M_{Ed,y} = 0,00 \text{ kNm}$

Normálová síla v desce

$N_{Ed,x} = 0,00 \text{ kN}$  působící na šířce 1,000m

Normálová síla v desce

$N_{Ed,y} = 0,00 \text{ kN}$  působící na šířce 1,000m

### Vyztužení

### Tabulka kontrolovaných obvodů

vzd. od sloupu [m]	obvod [m]	$v_{Ed}$ [MPa]	$v_{Rd}$ [MPa]	Využití [%]	Výsledek
0	0,965	0,553	3,6	15,4	Vyhovuje
0,472	3,164	0,169	0,466	36,2	Vyhovuje

**36,2 % VYHOVUJE**

RECOC

statická kancelář & Autodesk developer



[www.recoc.cz](http://www.recoc.cz)

RECOC s.r.o. - PRAHA  
Seydlerova 2451/8  
158 00 Praha 5

tel.: (+420) 251 624 661  
IČO 43 00 10 84  
DIČ CZ43001084

e-mail: [recoc@recoc.cz](mailto:recoc@recoc.cz)  
bankovní spojení: KB Praha 5  
číslo účtu 315146071/0100