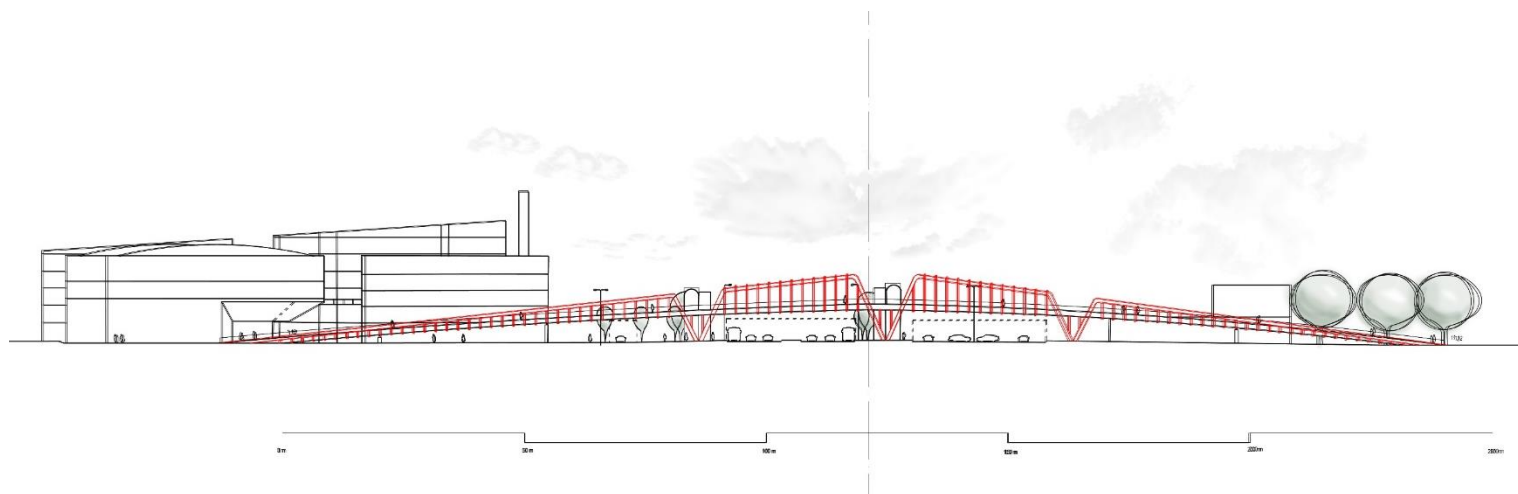


129 ATKS  
LS 2019/2020  
A+S, FSV ČVUT  
Jovanka Višnjevac

## LÁVKA HRADEC KRÁLOVÉ - statika -



## Obsah:

Technická zpráva .....	3
1. Úvod .....	3
2. Použitá literature .....	3
3. Použitý software .....	3
4. Popis konstrukce .....	3
Schéma vybrané části konstrukce .....	4
Zatížení .....	5
Analýza .....	10
1. Seznam zatěžovacích stavů .....	10
2. Seznam skupin zatížení .....	19
3. Seznam kombinací .....	20
4. Zadání v programu SCIA Engineer: .....	25
5. Výstupy z programu: .....	34
Posouzení hlavních prvků .....	44
Skica hlavních detailů .....	53
Závěr .....	55

# Technická zpráva

## 1. Úvod

Tento dokument se zabývá předběžným statickým výpočtem ocelové konstrukce lávky v Hradci Králové. Lávka propojuje náměstí kampusu Univerzity Karlovy se vstupní osou k novým objektům Fakultní nemocnice. Přímá pěší lávka táhlou křivkou výškově překračuje Gočárovův okruh.

## 2. Použitá literatura

- ČSN EN 1994-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- EN 1991-1-5-Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení Zatížení teplotou
- ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnicků
- ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1990, Změna A1 Zásady navrhování konstrukcí, Změna A1. Příloha A2: Použití pro mosty
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

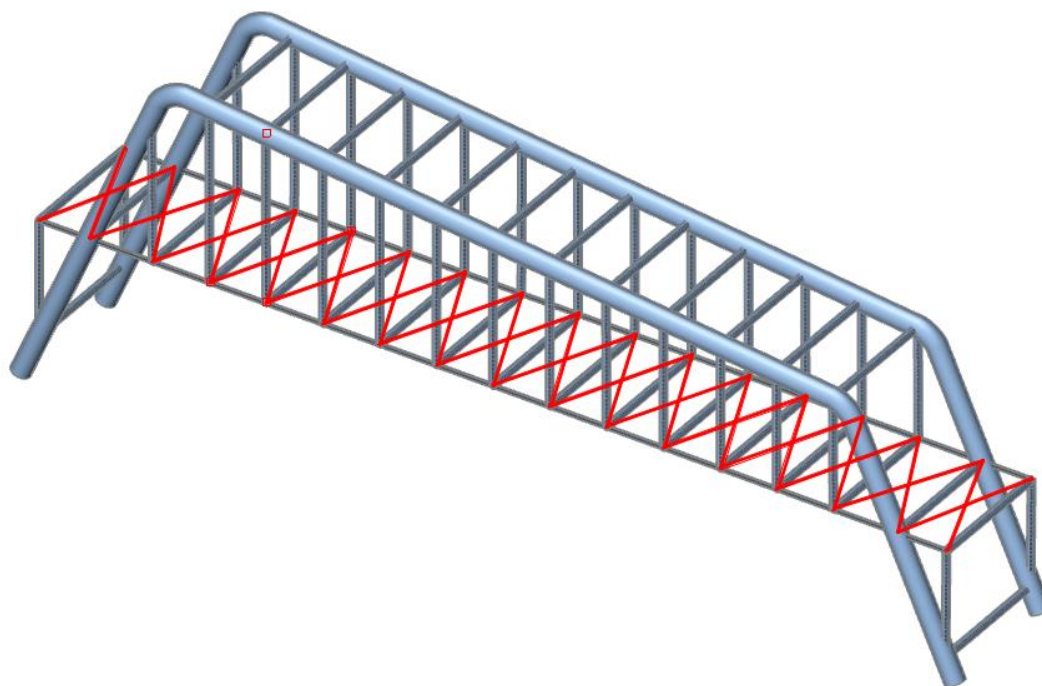
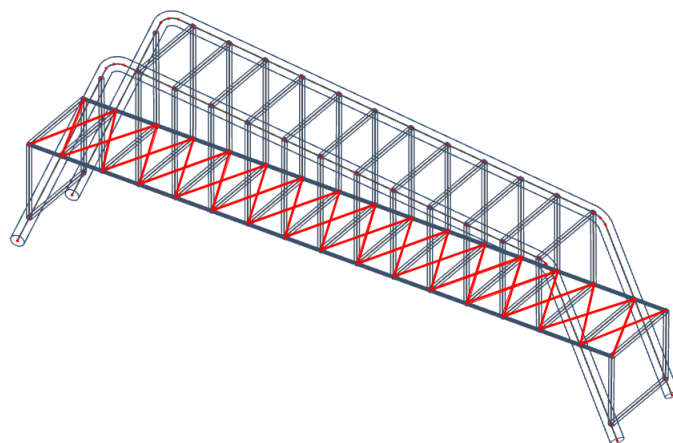
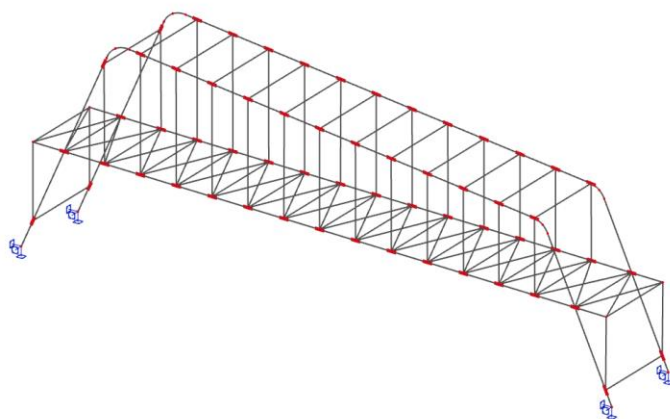
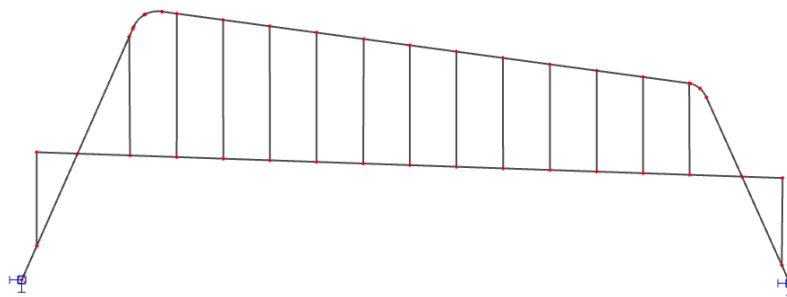
## 3. Použitý software

- SCIA Engineer 19.1
- Microsoft Office Excel 2013

## 4. Popis konstrukce

Základním nosným prvkem je dvojice ocelových kruhových trubek, na které jsou zavěšené příčné rámy, které nesou mostovku. Mostovka je betonová, spřažená s ocelovým plechem. Pro statický výpočet bylo vybráno pole v centrální části lávky o rozpětí 38m. Výpočet je proveden dle platných norem a předpisů.

## Schéma vybrané části konstrukce



## Zatížení

### 1. Stálé zatížení

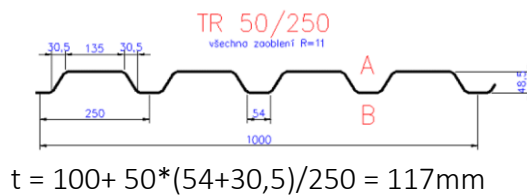
#### Vlastní tíha nosné konstrukce

Zatížení vlastní tíhou generované pomocí programu SCIA Engineer.

#### Ostatní stálé

Mostovka: ortotropní deska: beton 100mm, 50mm ocelový plech TR 50/250/0,88  
+ pochozí hydroizolace Peda Gard Polyuretan

Srovnaná tloušťka betonové desky:



	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	objem.tíha (kN/m <sup>3</sup> )	tl. (m)	char.zat. (kN/m <sup>2</sup> )	souč. -	návrh.zat. (kN/m <sup>2</sup> )
hi	100	1	0,002	0,002	1,35	0,0027
beton	2500	25	0,117	2,925	1,35	3,949
plech				0,09	1,35	0,1215
celkem				3,017	1,35	4,073

schéma desky:



zatěžovací šířka: 2m

zatížení na rám – charakteristické:

$$3,017 \cdot 2 = 6,034 \text{ kN/m}$$

Zábradlí: 1kN/m – bodově na rám 2kN

## 2. Rovnoměrné zatížení

Dle ČSN EN 1991-2 5.3.2.1. hodnota  $q_{fk}$  definována jako:

$$q_{fk} = 2,0 + 120/(L + 30) \text{ kN/m}^2,$$

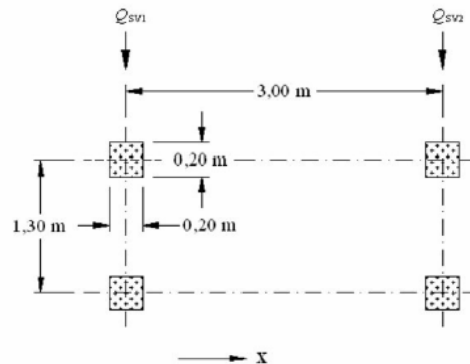
$$2,5 \text{ kN/m}^2 \leq q_{fk} \leq 5,0 \text{ kN/m}^2.$$

$$q_{fk} = 2 + 120/(38 + 30) = 3,765 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\text{zatížení na rám: } 3,765 \cdot 2 = 5,53 \text{ kN/m}$$

## 3. Zatížení obslužným vozidlem

Jako obslužné vozidlo je zvolené vozidlo definované v ČSN EN 1991-2 5.6.3 s 50% nápravových sil dle normových hodnot.



### Legenda

x – podélná osa mostu

$Q_{sv1} = 80 \text{ kN}$

$Q_{sv2} = 40 \text{ kN}$

Obr. Schéma zatížení - obslužné vozidlo

Brzdná síla  $Q_{sv,h}$  uvažována 60% svislého zatížení.

$$Q_{sv,h} = (80 + 40) \cdot 0,6 = 72 \text{ kN}$$

3 zatěžovací stavy – uprostřed rozpětí + na koncích

## 4. Vodorovné zatížení

Load type		Vertical forces		Horizontal forces
Load system		Uniformly distributed load	Service vehicle	
Groups of loads	gr1	$q_{fk}$	0	$Q_{ia}$
	gr2	0	$Q_{serv}$	$Q_{ia}$

Společně se svislým zatížením.

Charakterická hodnota vodorovné síly ve směru podélné osy lávky je:

- a) 10% z celkového rovnoměrného zatížení  
 $3,765 \cdot 4,2 \cdot 38 \cdot 0,1 = 60,0894 \text{ kN}$   
na jeden rám:  $3,765 \cdot 4,2 \cdot 2 \cdot 0,1 = 3,1626 \text{ kN}$
- b) 60% celkové tíhy obslužného vozidla  
 $120 \cdot 0,6 = 72 \text{ kN}$

## 5. Zatížení na zábradlí

1 kN/m vodorovně

1 kN/m svisle

(nikdy současně)

## 6. Zatížení teplotou

$T_o = 15^\circ\text{C}$

$T_{e, \text{max}} = 42^\circ\text{C}$

$T_{e, \text{min}} = -23^\circ\text{C}$

$T_{e, \text{max}} - T_o = 42 - 15 = +27^\circ\text{C}$

$T_o - T_{e, \text{min}} = 15 - (-23) = -38^\circ\text{C}$

4 zatěžovací stavy v programu SCIA:

1.ZS - rovnoměrně – teplota na celé kce  $+30^\circ\text{C}$

2.ZS - rovnoměrně – teplota na celé kce  $-30^\circ\text{C}$

3.ZS - nerovnoměrně – teplota na jedny strany kce  $+30^\circ\text{C}$ , na druhé  $+10^\circ\text{C}$

4.ZS - nerovnoměrně – teplota na jedny strany kce  $-30^\circ\text{C}$ , na druhé  $-10^\circ\text{C}$

## 7. Zatížení větrem

Kategorie terénu	$z_0$ [m]	$z_{\text{min}}$ [m]
0 Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	1,0	10

Provozní stadium:

$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot V_{b,0}$

$V_{b,0}$  = dle větrné mapy ...výchozí základní rychlost větru



- větrná oblast II – dle mapy větrných oblastí na území ČR
- výchozí základní rychlost větru  $V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
- $V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$
- oblast terénu – IV:  $Z_0 = 1 \text{ m}$ ,  $Z_{min} = 10 \text{ m}$

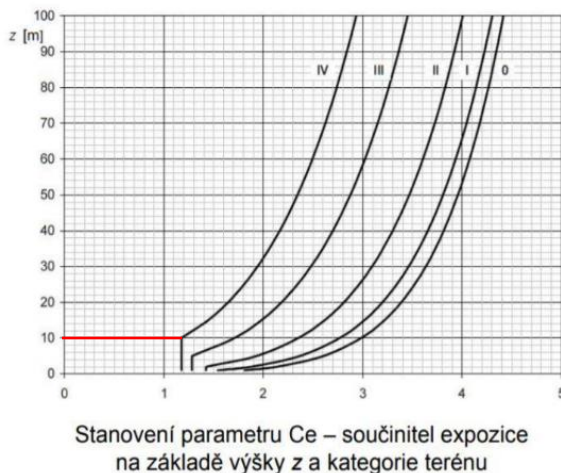
$$f_{w,x} = 0,5 * \rho * V_b^2 * c * d_{tot}$$

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

$c$  – součinitel zatížení větrem pro mostovku

$$c = c_e * c_{f,x} = 1,2 * 2,3 = 2,76$$

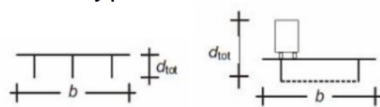
$c_e$  – součinitel expozice na základě výšky  $Z$  a kategorizace terénu – stanovení z grafu



$$c_e = 1,2$$

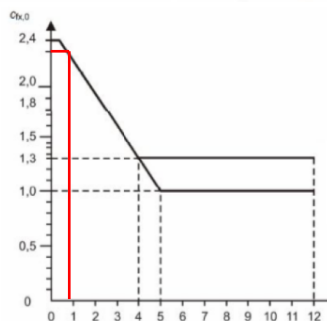
$c_{f,x}$  – součinitel síly – z grafu – v závislosti na  $b/d_{tot}$

Součinitel síly pro mostovku:



Zatěžovací výška  $d_{tot}$ :

- Chodci doprava – přidá se výška 2m nad pochozí hranu
- Každé prodyšné zábradlí či svodidlo – přidá se výška 0,3m



- a) v etapě výstavby nebo prodyšné zábradlí (více než 50 % otvorů)
- b) se zábradlími, protihlukovými stěnami nebo dopravou

$c_{f,x}$ ...součinitel síly pro mostovku

Obr. 32 Stanovení součinitele síly  $c_{f,0}$  v závislosti na  $b/d_{tot}$

$$b = 5,4 \text{ m}, d_{tot} = 6,55 \text{ m}$$



$$b/d_{\text{tot}} = 5,4/6,55 = 0,82$$

$$c_{f,x} = 2,3$$

$$f_{w,x} = 0,5 \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot c \cdot d_{\text{tot}} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 2,76 \cdot 6,55 = 5,88 \text{ kN/m}$$

v programu SCIA rozdělení na:

- mostovku - hlavní nosnou konstrukci

#### Zatížení od větru ve směru y:

25% z  $f_{w,x}$

$$f_{w,y} = 0,25 \cdot f_{w,x} = 0,25 \cdot 5,88 = 1,47 \text{ kN/m}^2$$

## Analýza

### 1. Seznam zatěžovacích stavů

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS1
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Vlastní tíha
ZS3 - Rovnomerné	Typ pôsobení	Stálé ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ1 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Vlastní tíha ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Směr	-Z ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Fáze konstrukce ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...		
ZS9 - Vodorovné - 60...		
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS2
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Ostatní stave
ZS3 - Rovnomerné	Typ pôsobení	Stálé ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ1 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Standard ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, dlouhodobá ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...		
ZS8 - Vodorovné - 60...		
ZS9 - Vodorovné - 60...		
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS3
ZS2 - Ostatní stale	Popis	Rovnoměrné
<b>ZS3 - Rovnoměrné</b>	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ2 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Dlouhodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, dlouhodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS4
ZS2 - Ostatní stale	Popis	Obslužni vozidlo 1
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
<b>ZS4 - Obslužni vozidlo 1</b>	Skupina zatížení	SZ2 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Krátkodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS5
ZS2 - Ostatní stěle	Popis	Obslužni vozidlo 2
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ2 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Krátkodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS6
ZS2 - Ostatní stěle	Popis	Obslužni vozidlo 3
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ2 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Krátkodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS7
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Vodorovné - 10% z rovnoběžné...
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ3 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Dlouhodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, dlouhodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS8
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Vodorovné - 60% z hmotnosti ...
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ3 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Dlouhodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS9
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Vodorovné - 60% z hmotnosti ...
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ3 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Dlouhodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vítr 1		
ZS12 - Vítr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS10
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Vodorovné - 60% z hmotnosti ...
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ3 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Standard ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Působení	Dlouhodobé ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS10 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS11 - Vítr 1		
ZS12 - Vítr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS11
ZS2 - Ostatní stěle	Popis	Vitr 1
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ4 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Statický vítr ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS12
ZS2 - Ostatní stěle	Popis	Vitr 2
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ4 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Statický vítr ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS13
ZS2 - Ostatní stě	Popis	Teplota 1
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ5 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Teplota ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vtr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vtr 1		
ZS12 - Vtr 2		
<b>ZS13 - Teplota 1</b>		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS14
ZS2 - Ostatní stě	Popis	Teplota 2
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ5 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Teplota ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vtr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vtr 1		
ZS12 - Vtr 2		
ZS13 - Teplota 1		
<b>ZS14 - Teplota 2</b>		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		



ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS15
ZS2 - Ostatní stále	Popis	Teplota 3
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ5 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Teplota ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vítr 1		
ZS12 - Vítr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS16
ZS2 - Ostatní stále	Popis	Teplota 4
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužní vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ5 ▾ ...
ZS5 - Obslužní vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužní vozidlo 3	Specifikace	Teplota ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vítr 1		
ZS12 - Vítr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS17
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Teplota 5
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ5 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Teplota ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
<b>ZS17 - Teplota 5</b>		
ZS18 - Teplota 6		

ZS1 - Vlastní tíha	Jméno	ZS18
ZS2 - Ostatní stave	Popis	Teplota 6
ZS3 - Rovnoměrné	Typ působení	Proměnné ▾
ZS4 - Obslužni vozidlo 1	Skupina zatížení	SZ5 ▾ ...
ZS5 - Obslužni vozidlo 2	Typ zatížení	Statické ▾
ZS6 - Obslužni vozidlo 3	Specifikace	Teplota ▾
ZS7 - Vodorovné - 10...	Řídicí zat. stav	Žádný ▾
ZS8 - Vodorovné - 60...	Fáze pro spřažený výpočtový mo...	Finální fáze, krátkodobá ▾
ZS9 - Vodorovné - 60...	3D vítr	<input type="checkbox"/>
ZS10 - Vodorovné - 60...		
ZS11 - Vitr 1		
ZS12 - Vitr 2		
ZS13 - Teplota 1		
ZS14 - Teplota 2		
ZS15 - Teplota 3		
ZS16 - Teplota 4		
ZS17 - Teplota 5		
<b>ZS18 - Teplota 6</b>		

## 2. Seznam skupin zatížení

SZ1	Jméno	SZ1
SZ2	Zatížení	Stálé
SZ3		
SZ4		
SZ5		

SZ1	Jméno	SZ2
SZ2	Vztah	Výběrová
SZ3	Zatížení	Proměnné
SZ4	Konstrukce	Budova
SZ5	Typ zatížení	Kat G : vozidlo > 30kN

SZ1	Jméno	SZ3
SZ2	Vztah	Výběrová
SZ3	Zatížení	Proměnné
SZ4	Konstrukce	Budova
SZ5	Typ zatížení	Kat C : shromáždění

SZ1	Jméno	SZ4
SZ2	Vztah	Výběrová
SZ3	Zatížení	Proměnné
SZ4	Konstrukce	Budova
SZ5	Typ zatížení	Vítr

SZ1	Jméno	SZ5
SZ2	Vztah	Výběrová
SZ3	Zatížení	Proměnné
SZ4	Konstrukce	Budova
SZ5	Typ zatížení	Teplota

### 3. Seznam kombinací

- generovano automaticky ve SCIA:

MSÚ-Sada B (auto)	Jméno	MSÚ-Sada B (auto)
MSP-Char (auto)	Popis	
MSP-Kvazi (auto)	Typ	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
MSP	Automaticky aktualizovat	<input checked="" type="checkbox"/>
MSÚ	Konstrukce	Budova
	Aktivní součinitele	<input type="checkbox"/>
	<b>Obsah kombinace</b>	
	ZS1 - Vlastní tíha [-]	1.00
	ZS2 - Ostatní stla [-]	1.00
	ZS4 - Obslužni vozidlo 1 [-]	1.00
	ZS5 - Obslužni vozidlo 2 [-]	1.00
	ZS6 - Obslužni vozidlo 3 [-]	1.00
	ZS11 - Vitr 1 [-]	1.00
	ZS12 - Vitr 2 [-]	1.00
	ZS13 - Teplota 1 [-]	1.00
	ZS14 - Teplota 2 [-]	1.00
	ZS15 - Teplota 3 [-]	1.00
	ZS16 - Teplota 4 [-]	1.00
	ZS3 - Rovnoměrné [-]	1.00
	ZS17 - Teplota 5 [-]	1.00
	ZS18 - Teplota 6 [-]	1.00
	ZS7 - Vodorovné - 10% z rovno...	1.00
	ZS8 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS9 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS10 - Vodorovné - 60% z hmo...	1.00
	<b>Akce</b>	
	Rozložit na obálky	>>>
	Rozložit na lineární	>>>
	Ukázat rozložené kombinace EN	>>>

MSÚ-Sada B (auto)	Jméno	MSP-Char (auto)
MSP-Char (auto)	Popis	
MSP-Kvazi (auto)	Typ	EN-MSP charakteristická
MSP	Automaticky aktualizovat	<input checked="" type="checkbox"/>
MSÚ	Konstrukce	Budova
	Aktivní součinitele	<input type="checkbox"/>
	Obsah kombinace	
	ZS1 - Vlastní tíha [-]	1.00
	ZS2 - Ostatní stěle [-]	1.00
	ZS4 - Obslužni vozidlo 1 [-]	1.00
	ZS5 - Obslužni vozidlo 2 [-]	1.00
	ZS6 - Obslužni vozidlo 3 [-]	1.00
	ZS11 - Vitr 1 [-]	1.00
	ZS12 - Vitr 2 [-]	1.00
	ZS13 - Teplota 1 [-]	1.00
	ZS14 - Teplota 2 [-]	1.00
	ZS15 - Teplota 3 [-]	1.00
	ZS16 - Teplota 4 [-]	1.00
	ZS3 - Rovnoměrné [-]	1.00
	ZS17 - Teplota 5 [-]	1.00
	ZS18 - Teplota 6 [-]	1.00
	ZS7 - Vodorovné - 10% z rovno...	1.00
	ZS8 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS9 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS10 - Vodorovné - 60% z hmo...	1.00
	Akce	
	Rozložit na obálky	>>>
	Rozložit na lineární	>>>
	Ukázat rozložené kombinace EN	>>>

MSÚ-Sada B (auto)	Jméno	MSP-Kvazi (auto)
MSP-Char (auto)	Popis	
MSP-Kvazi (auto)	Typ	EN-MSP kvazistálá
MSP	Automaticky aktualizovat	<input checked="" type="checkbox"/>
MSÚ	Konstrukce	Budova
	Aktivní součinitele	<input type="checkbox"/>
	Obsah kombinace	
	ZS1 - Vlastní tíha [-]	1.00
	ZS2 - Ostatní stěle [-]	1.00
	ZS4 - Obslužni vozidlo 1 [-]	1.00
	ZS5 - Obslužni vozidlo 2 [-]	1.00
	ZS6 - Obslužni vozidlo 3 [-]	1.00
	ZS11 - Vitr 1 [-]	1.00
	ZS12 - Vitr 2 [-]	1.00
	ZS13 - Teplota 1 [-]	1.00
	ZS14 - Teplota 2 [-]	1.00
	ZS15 - Teplota 3 [-]	1.00
	ZS16 - Teplota 4 [-]	1.00
	ZS3 - Rovnoměrné [-]	1.00
	ZS17 - Teplota 5 [-]	1.00
	ZS18 - Teplota 6 [-]	1.00
	ZS7 - Vodorovné - 10% z rovno...	1.00
	ZS8 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS9 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS10 - Vodorovné - 60% z hmo...	1.00
	Akce	
	Rozložit na obálky	>>>
	Rozložit na lineární	>>>
	Ukázat rozložené kombinace EN	>>>

- MSP – uvažované užité zatížení – konstrukce bude výrobně nadvýšená na hodnotu deformace od stálého zatížení

MSÚ-Sada B (auto)	Jméno	MSP
MSP-Char (auto)	Popis	
MSP-Kvazi (auto)	Typ	Lineární - použitelnost
<b>MSP</b>	<b>Obsah kombinace</b>	
MSÚ	ZS3 - Rovnoměrné [-]	1.00
	ZS4 - Obslužni vozidlo 1 [-]	1.00
	ZS5 - Obslužni vozidlo 2 [-]	1.00
	ZS6 - Obslužni vozidlo 3 [-]	1.00
	ZS7 - Vodorovné - 10% z rovno...	1.00
	ZS8 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS9 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.00
	ZS10 - Vodorovné - 60% z hmo...	1.00
	ZS11 - Vitr 1 [-]	1.00
	ZS12 - Vitr 2 [-]	1.00
	ZS13 - Teplota 1 [-]	1.00
	ZS14 - Teplota 2 [-]	1.00
	ZS15 - Teplota 3 [-]	1.00
	ZS16 - Teplota 4 [-]	1.00
	ZS17 - Teplota 5 [-]	1.00
	ZS18 - Teplota 6 [-]	1.00

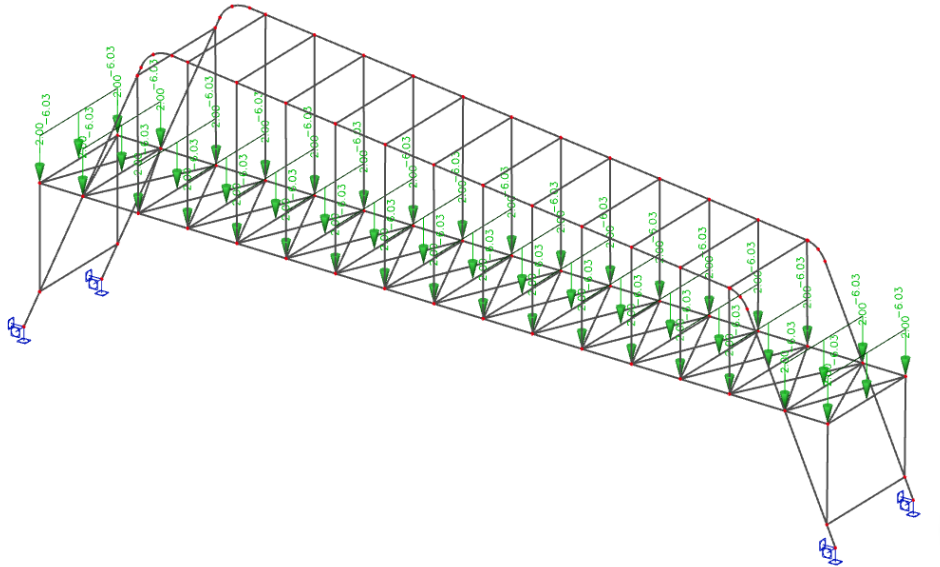
- MSP – uvažované užité zatížení – konstrukce bude výrobně nadvýšená na hodnotu

MSÚ-Sada B (auto)	Jméno	MSÚ
MSP-Char (auto)	Popis	
MSP-Kvazi (auto)	Typ	Obálka - únosnost
MSP	Obsah kombinace	
MSÚ	ZS1 - Vlastní tíha [-]	1.35
	ZS2 - Ostatní stave [-]	1.35
	ZS3 - Rovnoměrné [-]	1.50
	ZS4 - Obslužní vozidlo 1 [-]	1.50
	ZS5 - Obslužní vozidlo 2 [-]	1.50
	ZS6 - Obslužní vozidlo 3 [-]	1.50
	ZS7 - Vodorovné - 10% z rovno...	1.50
	ZS8 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.50
	ZS9 - Vodorovné - 60% z hmot...	1.50
	ZS10 - Vodorovné - 60% z hmo...	1.50
	ZS11 - Vitr 1 [-]	1.50
	ZS12 - Vitr 2 [-]	1.50
	ZS13 - Teplota 1 [-]	1.50
	ZS14 - Teplota 2 [-]	1.50
	ZS15 - Teplota 3 [-]	1.50
	ZS16 - Teplota 4 [-]	1.50
	ZS17 - Teplota 5 [-]	1.50
	ZS18 - Teplota 6 [-]	1.50

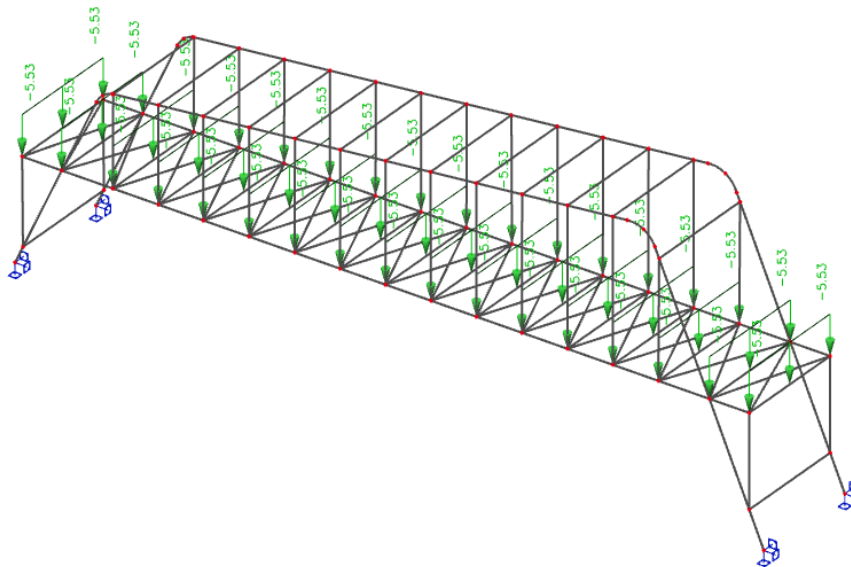


#### 4. Zadání v programu SCIA Engineer:

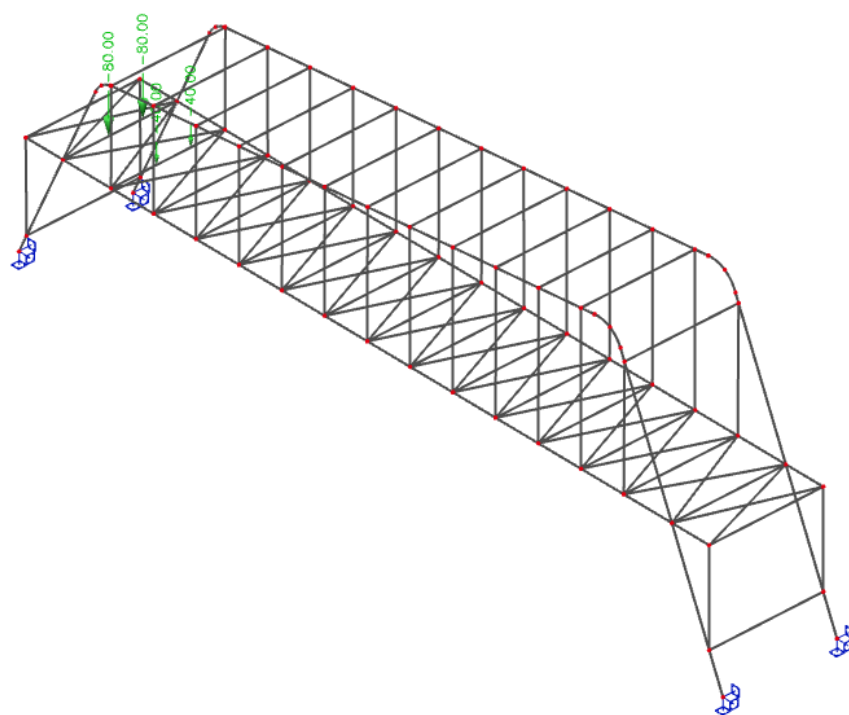
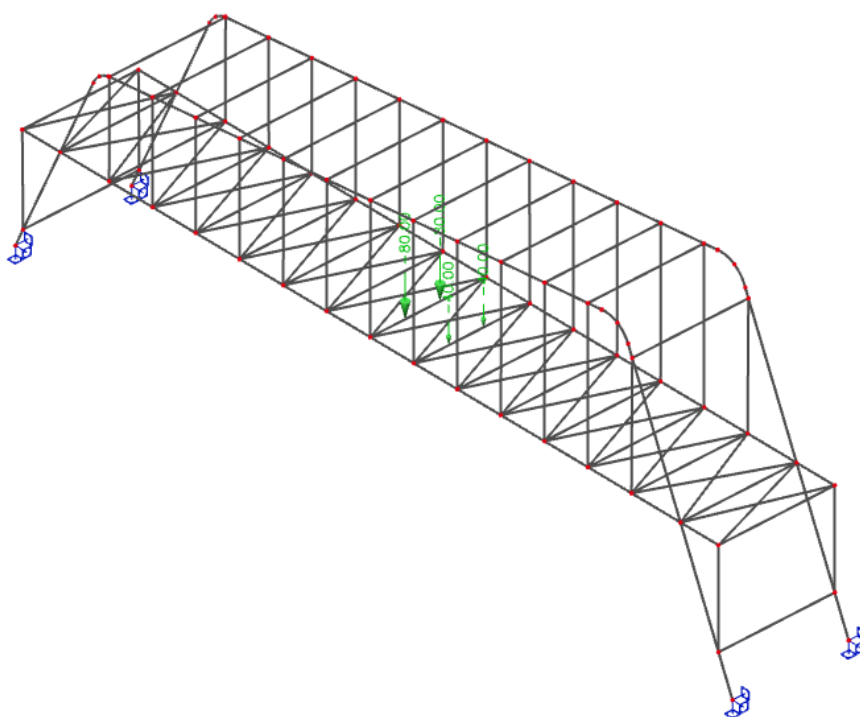
- vlastní tíha - SZ1 - stálé  
generuje SCIA
- ostatní stálé – mostovka + zábradlí – SZ1 - stálé



- rovnorné zatížení – SZ2 – proměnné

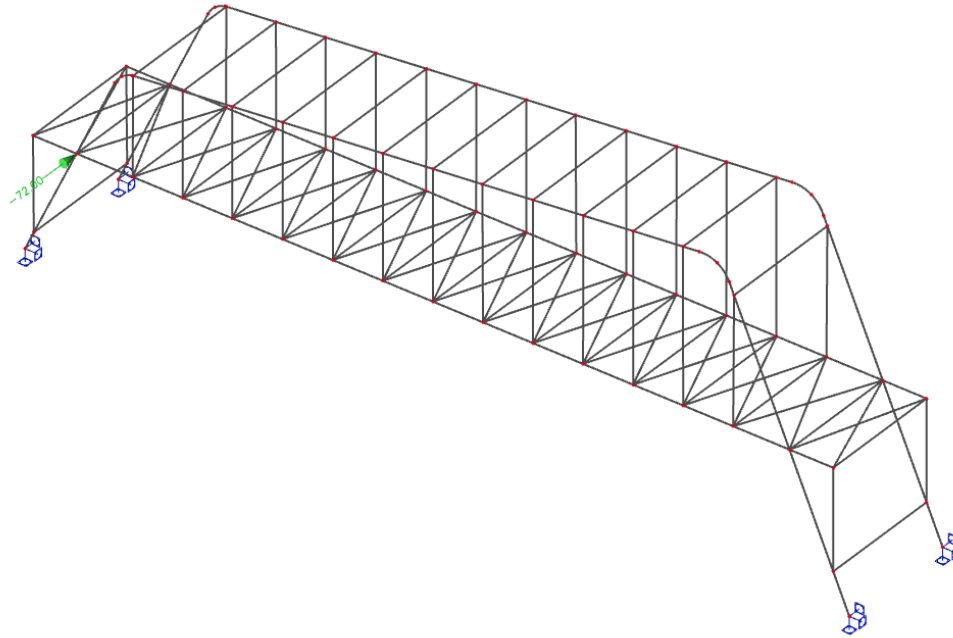
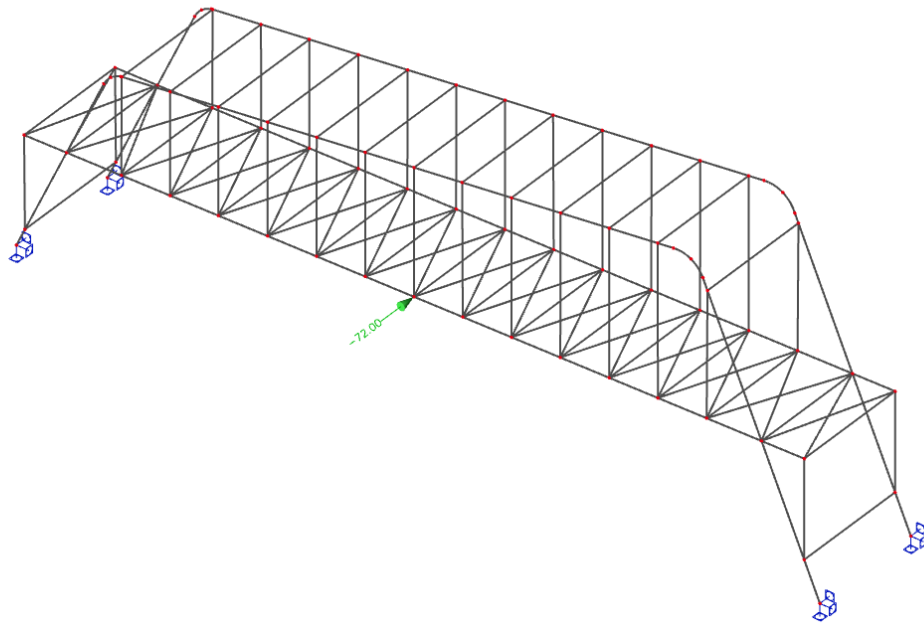


- zatížení obslužným vozidlem – 3ZS – SZ2 – výběrové

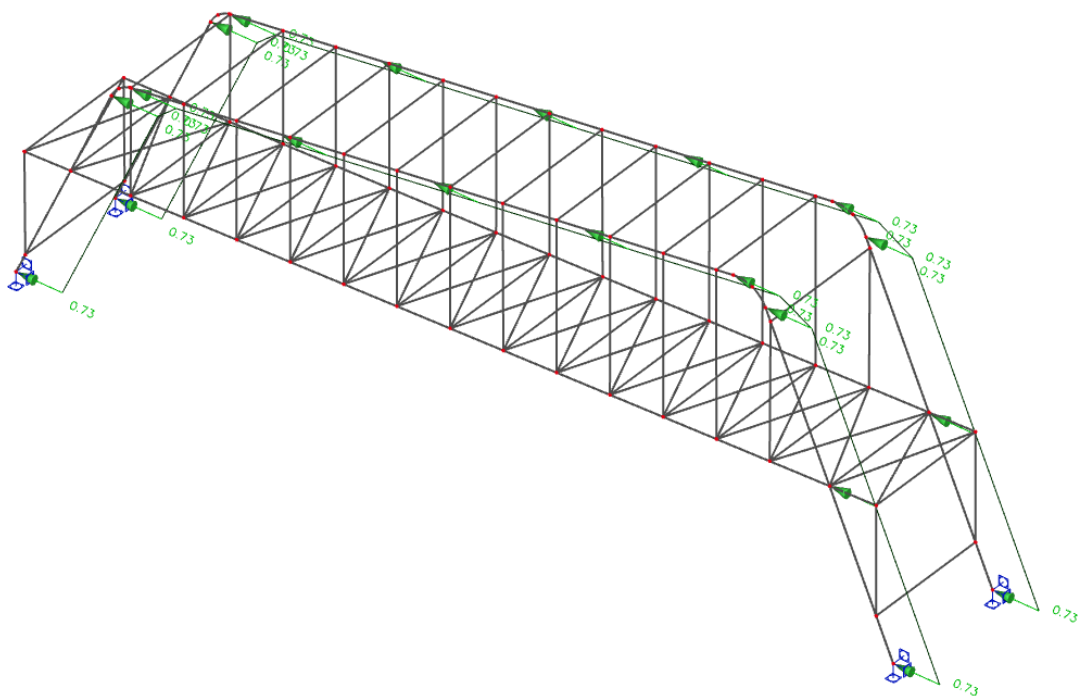




0,6 z hmotnosti obslužného vozidla 3ZS

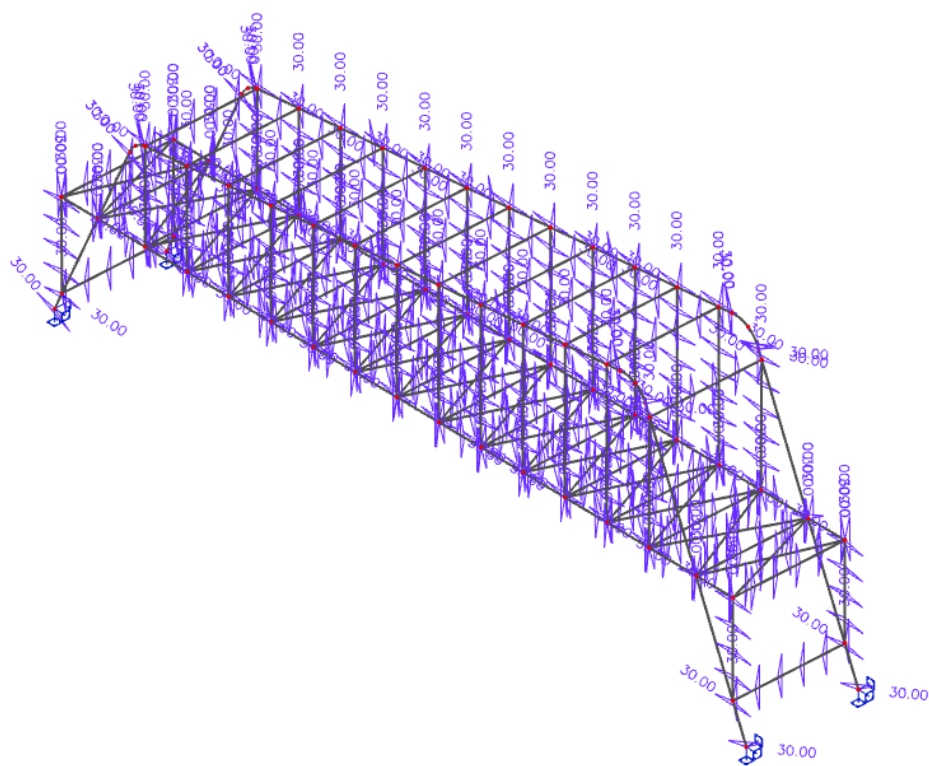


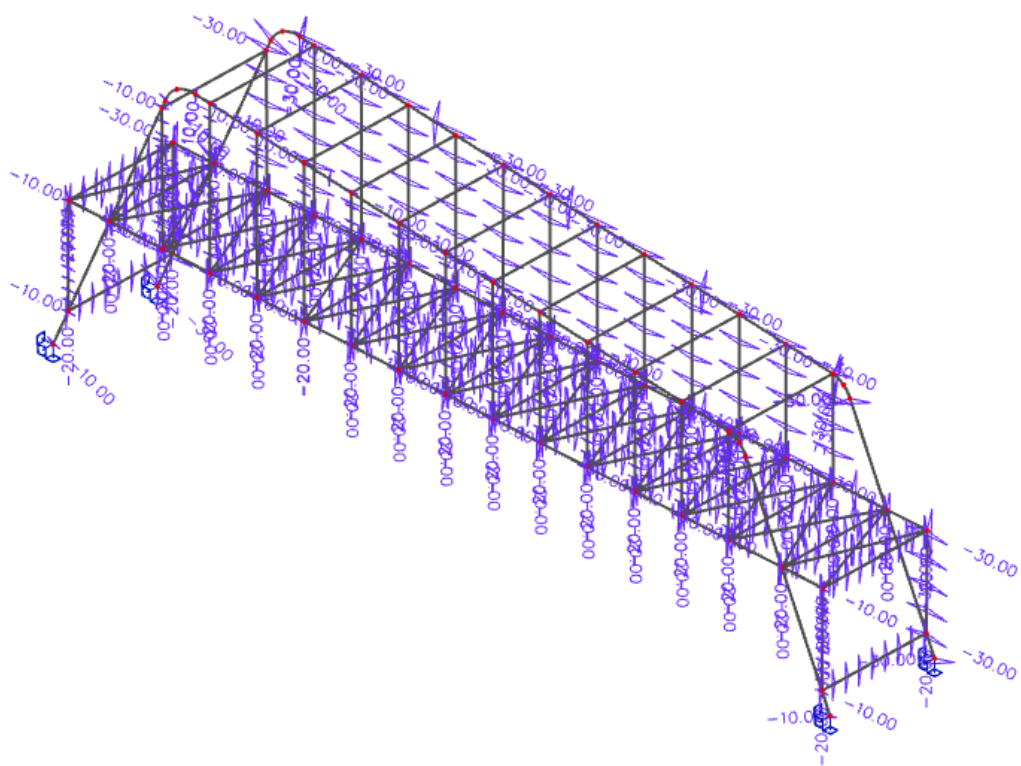
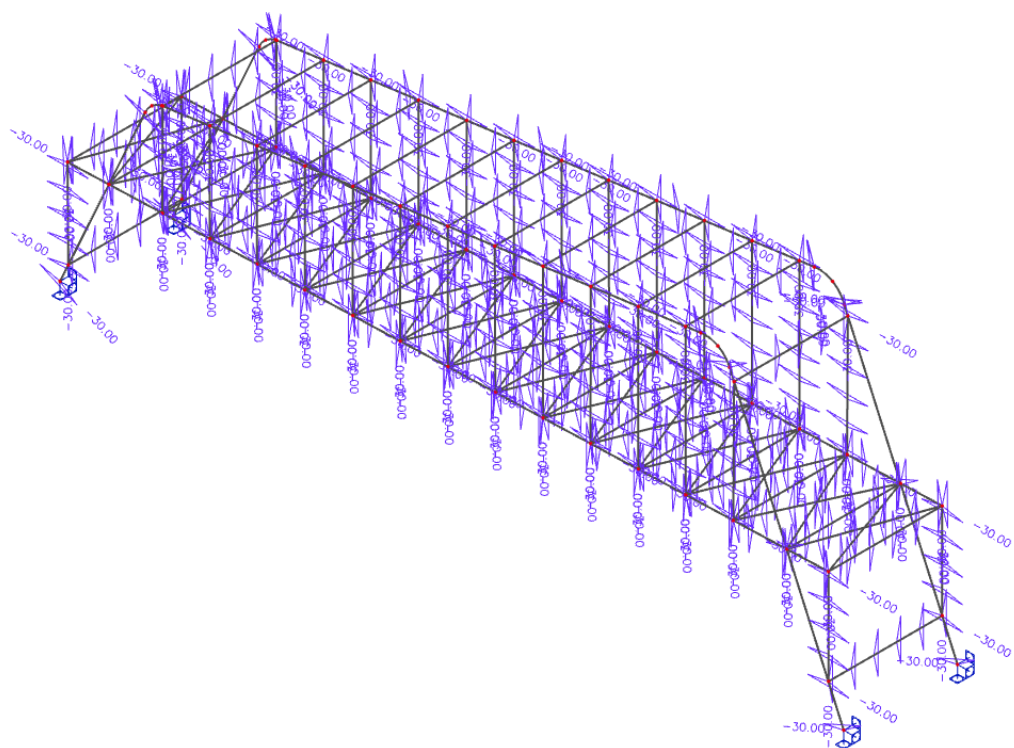




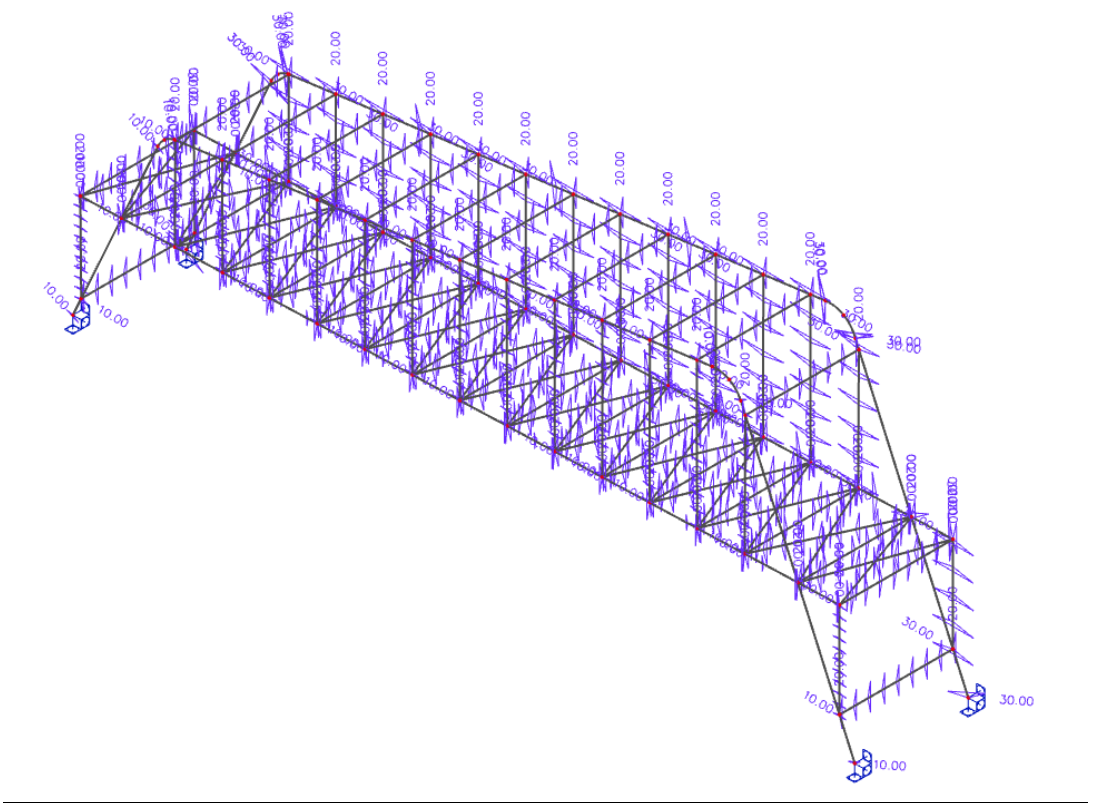
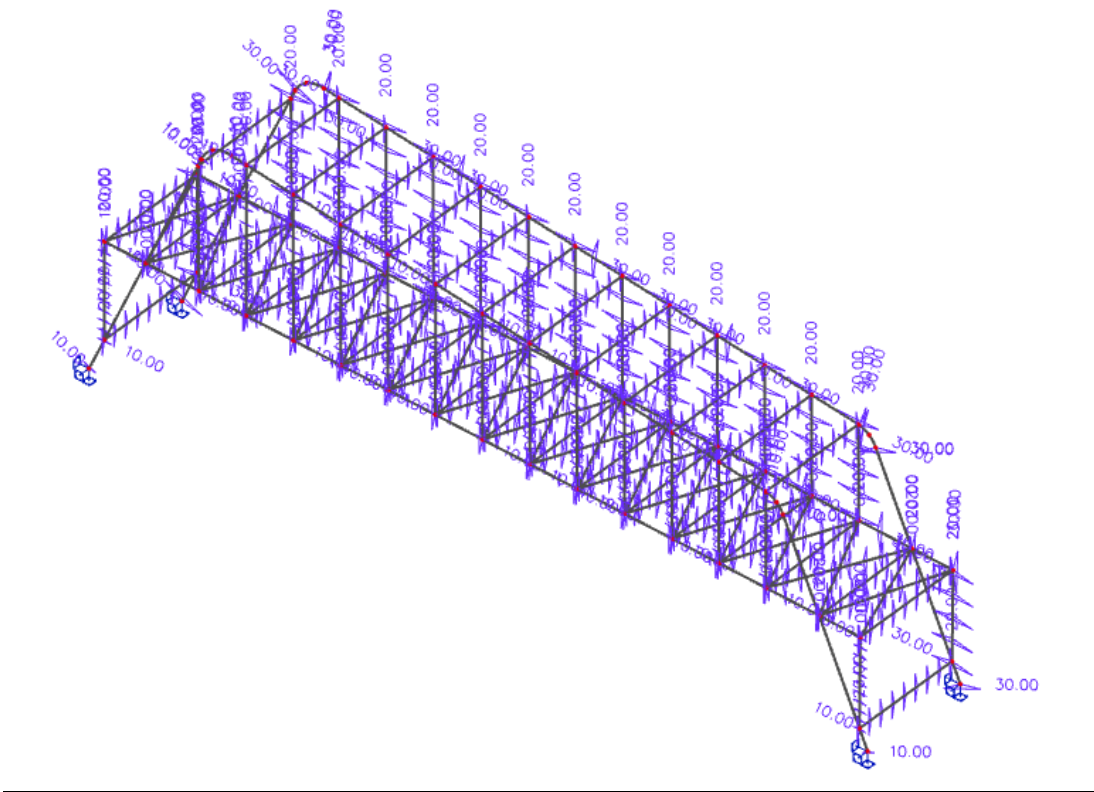
---

- teplota 6ZS – SZ5 – výběrové

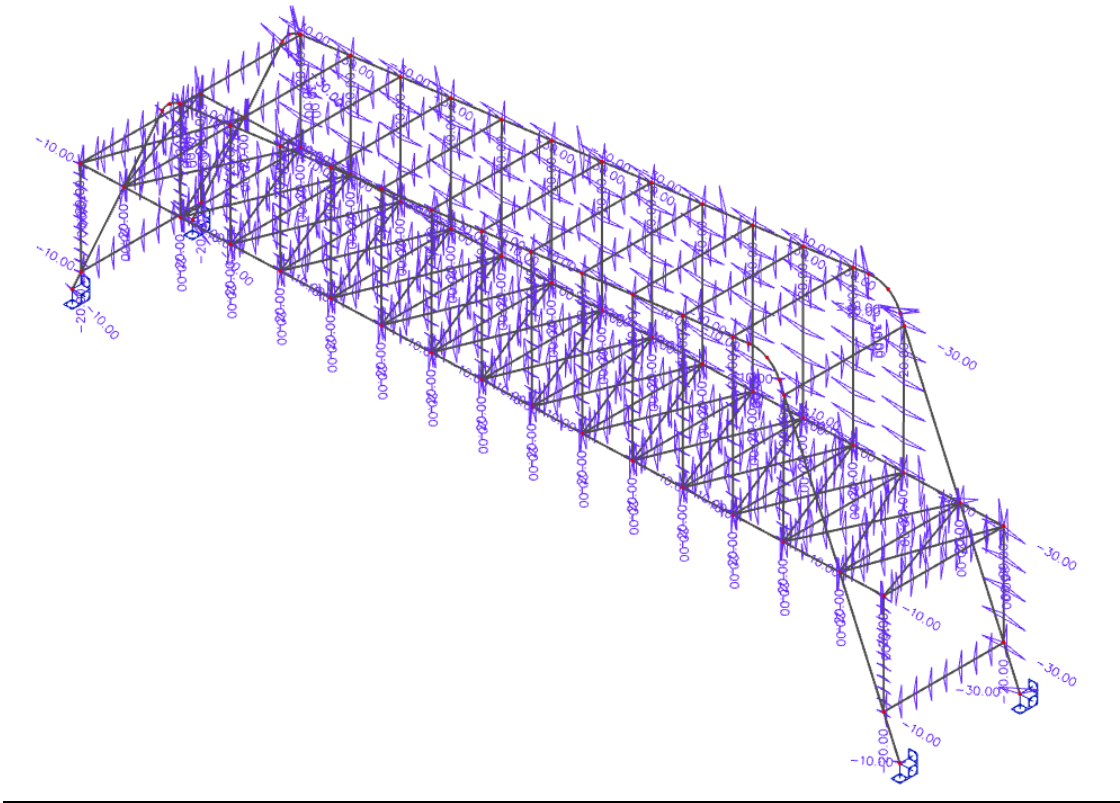










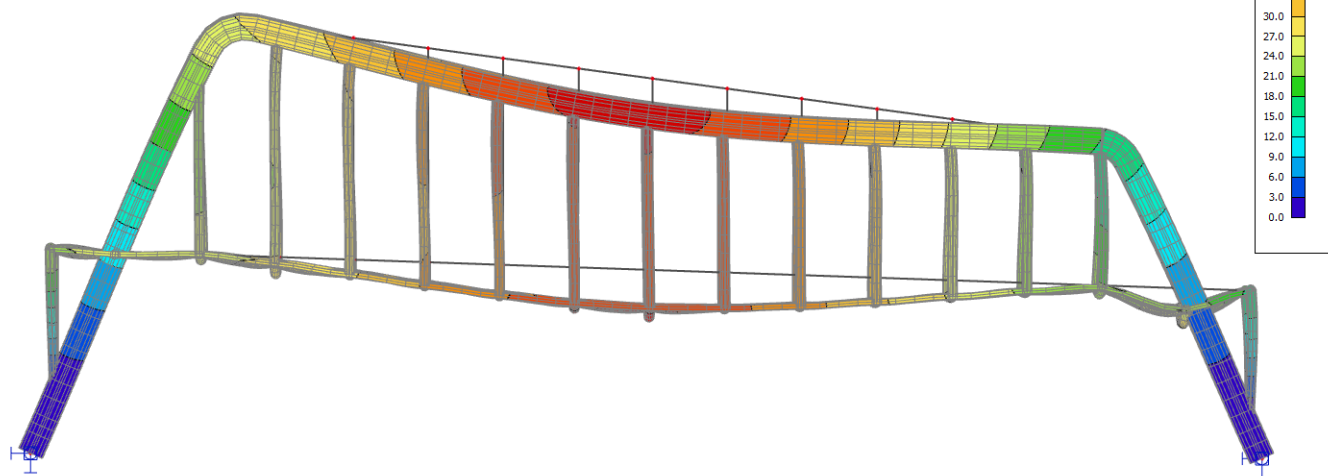


## 5. Výstupy z programu:

- deformace od užitého zatížení:

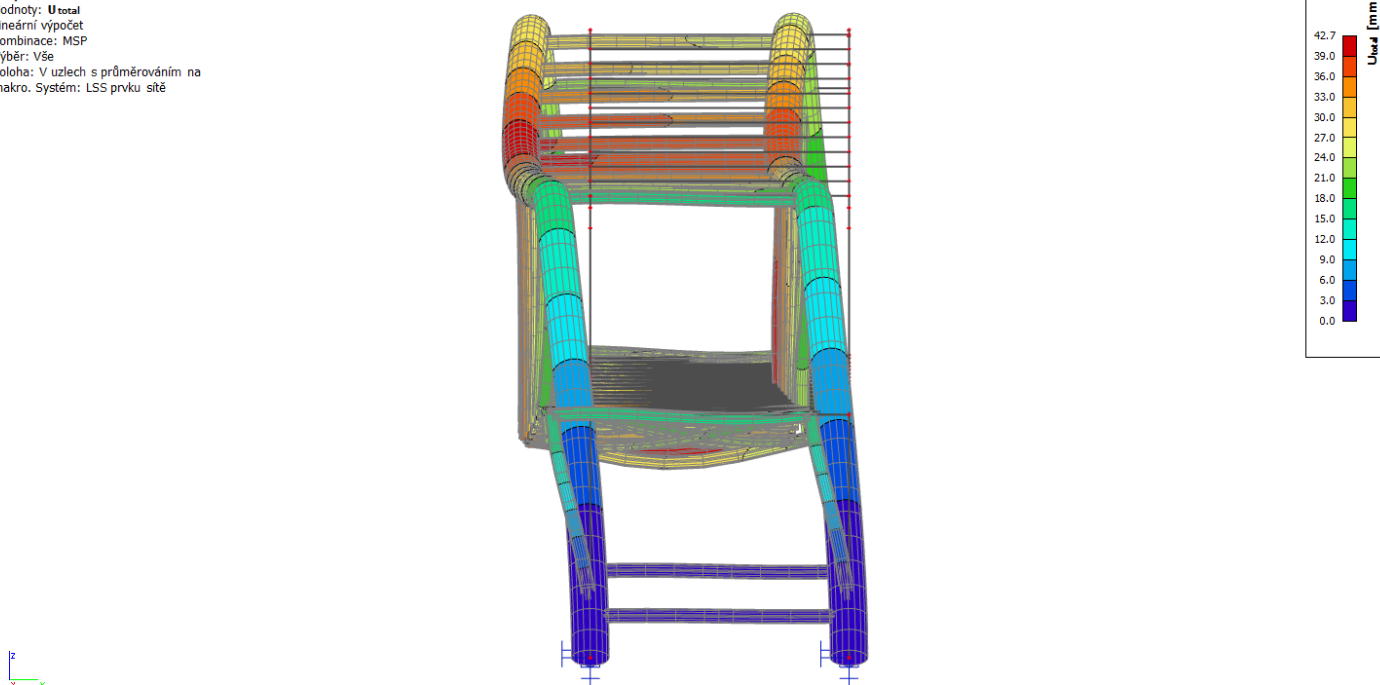
### 3D přemístění

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



### 3D přemístění

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



### 3D přemístění

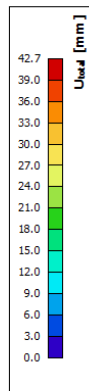
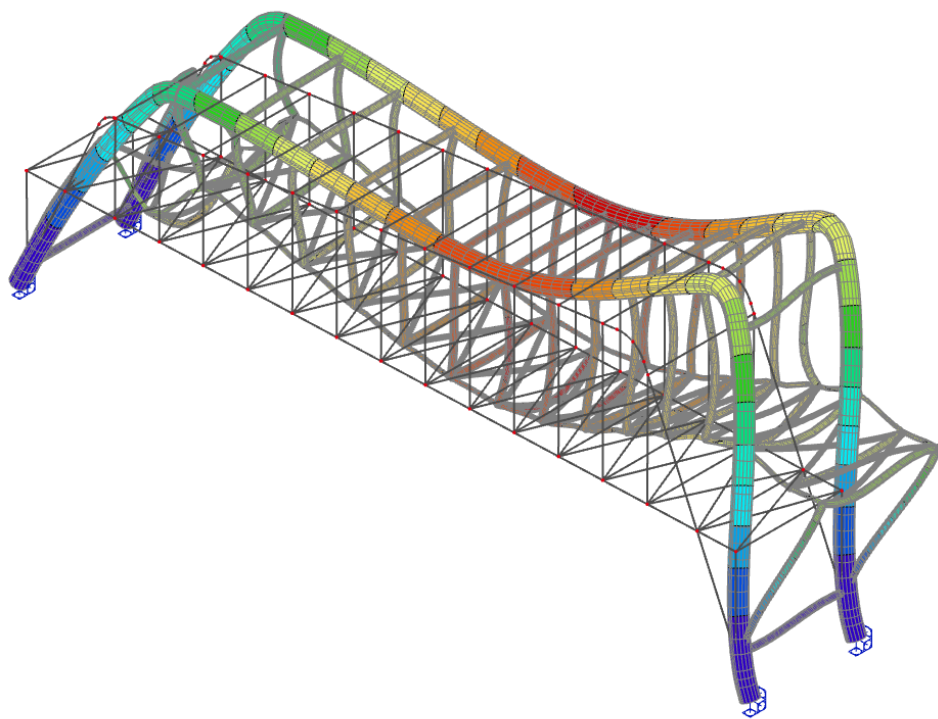
Hodnoty:  $U_{total}$

Lineární výpočet

Kombinace: MSP

Výběr: Vše

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



### 3D přemístění

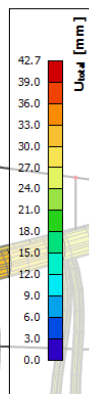
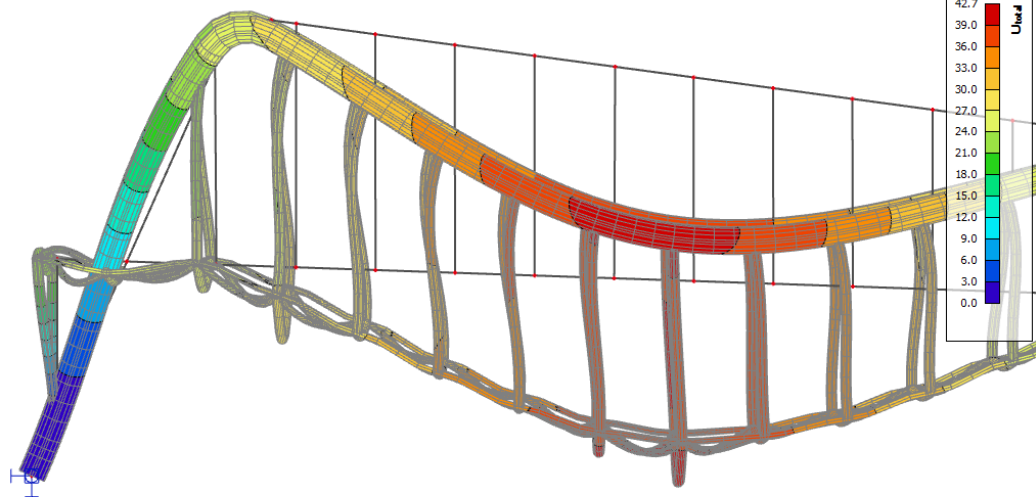
Hodnoty:  $U_{total}$

Lineární výpočet

Kombinace: MSP

Výběr: Vše

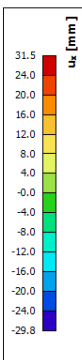
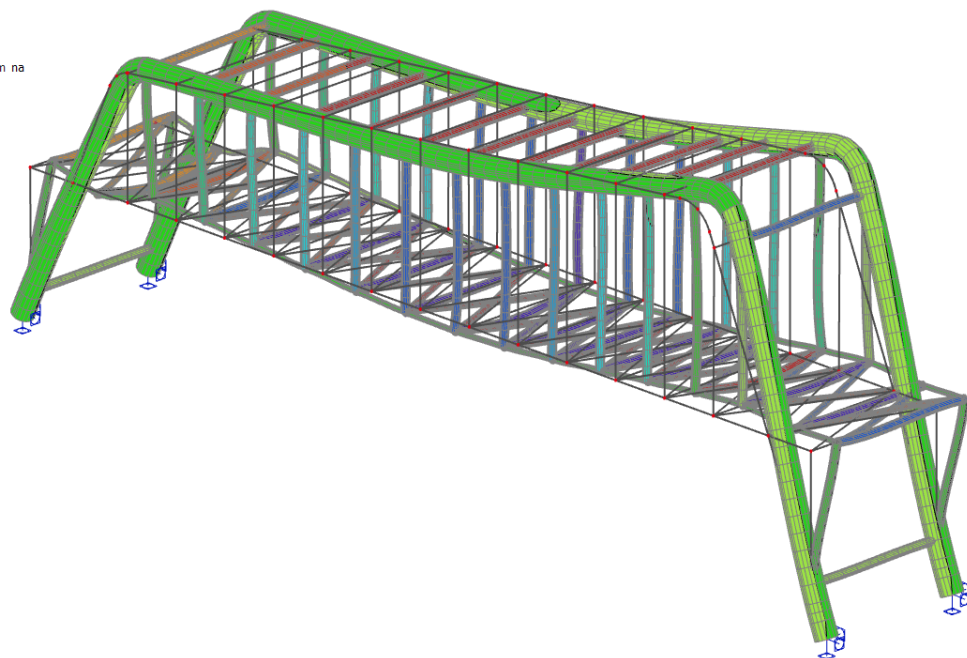
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



-  $u_x$

### 3D přemístění

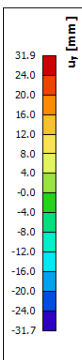
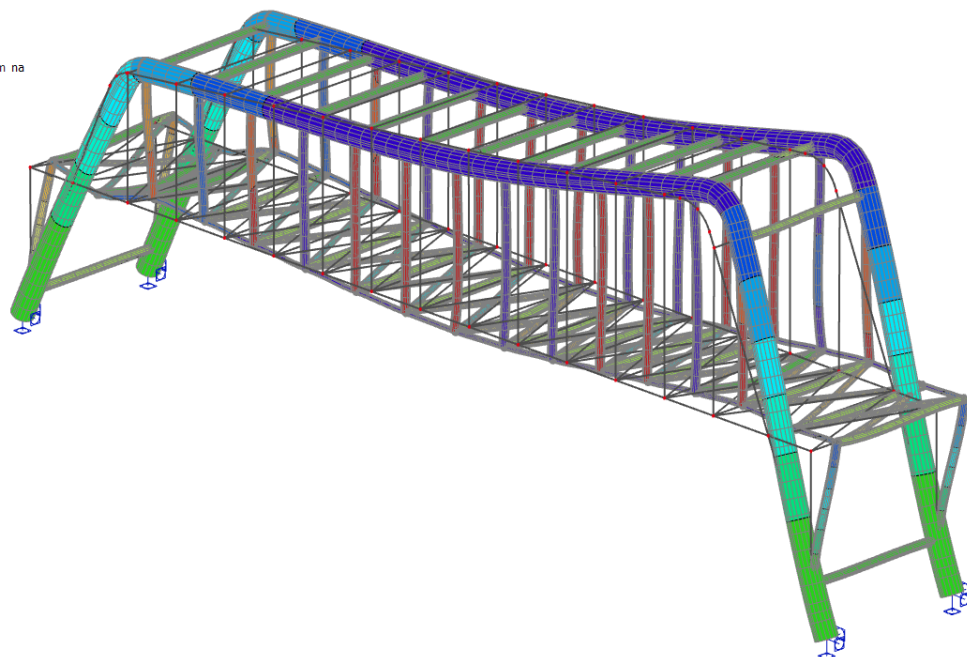
Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



- $u_y$

### 3D přemístění

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



-  $u_z$

### 3D přemístění

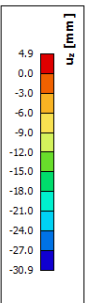
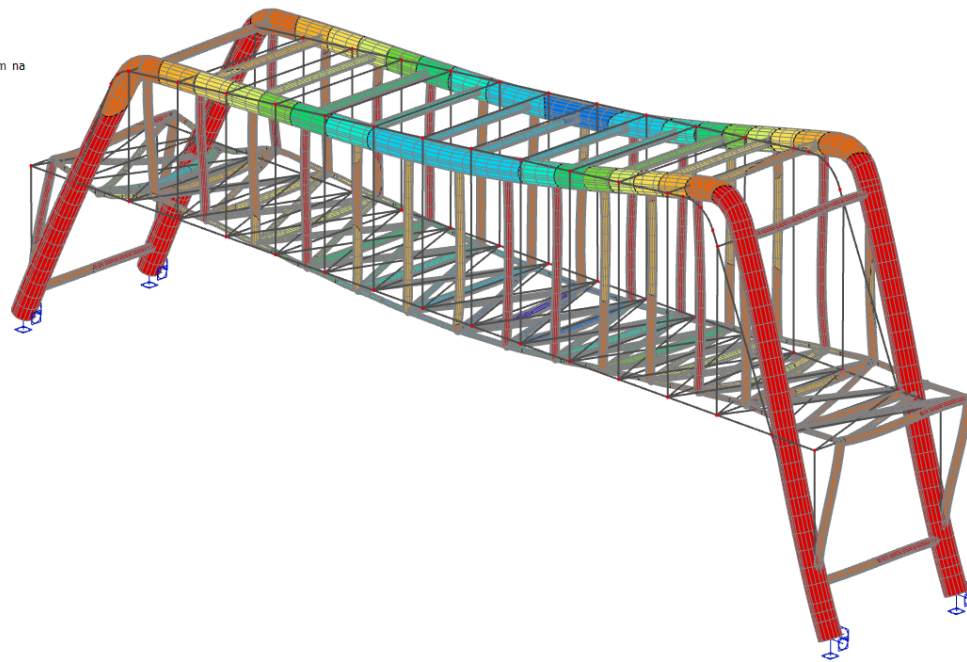
Hodnoty:  $u_z$

Lineární výpočet

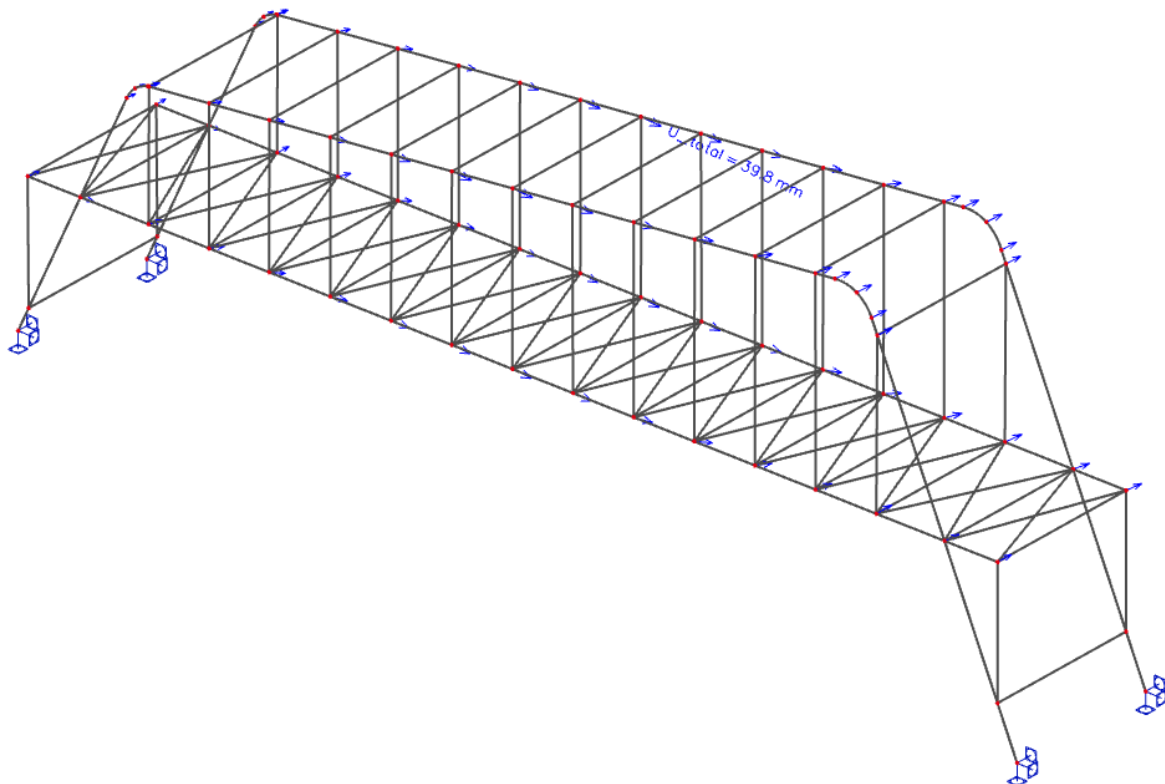
Kombinace: MSP

Výběr: Vše

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



- přemístění úzlů –  $U_{total}$ :



## - 3D napětí

### 3D napětí

Hodnoty:  $\sigma_x$  (1D/2D)

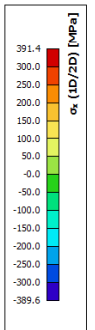
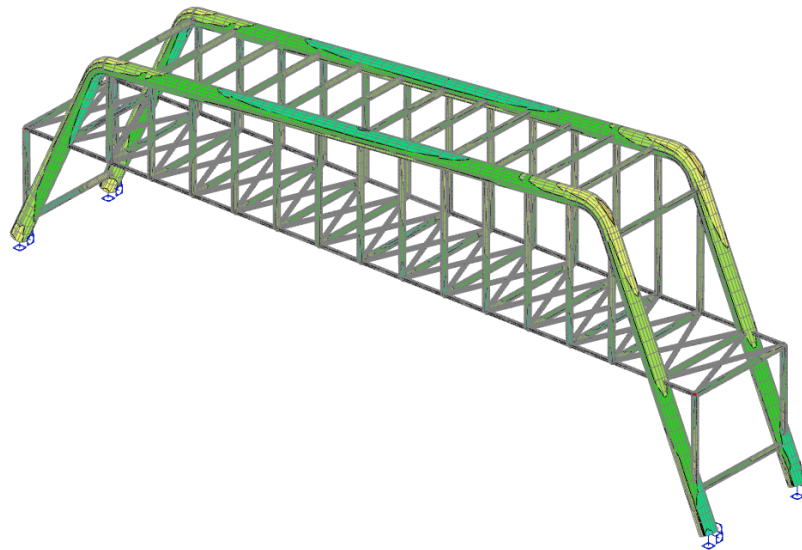
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Výběr: Vše

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

Základní veličiny



### 3D napětí

Hodnoty:  $\tau_{xy}/\tau_{yz}$  (1D)

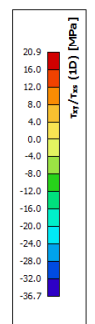
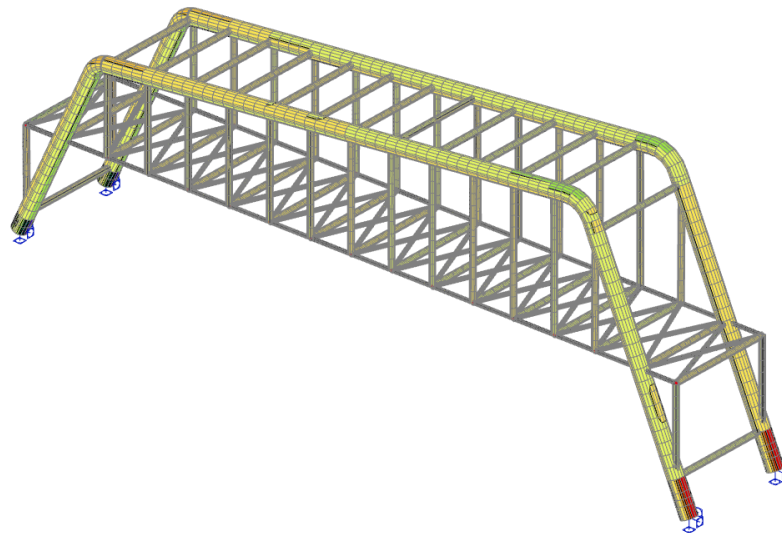
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Výběr: Vše

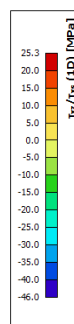
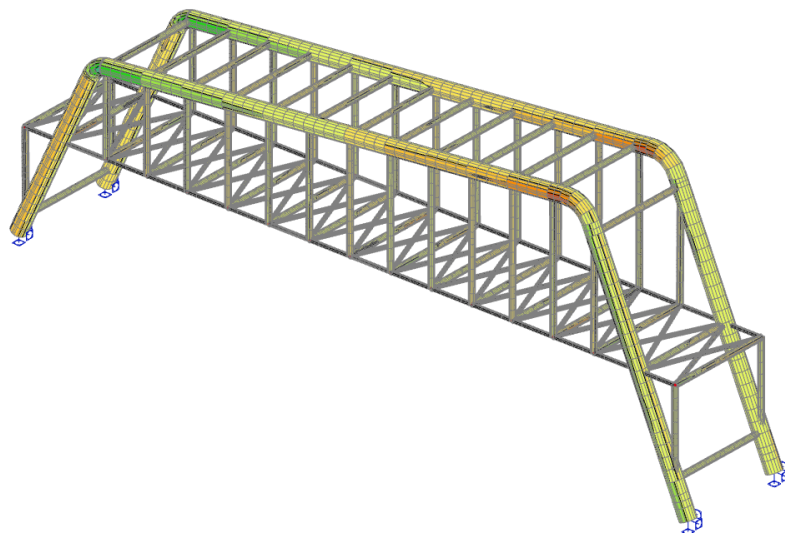
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť

Základní veličiny



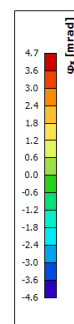
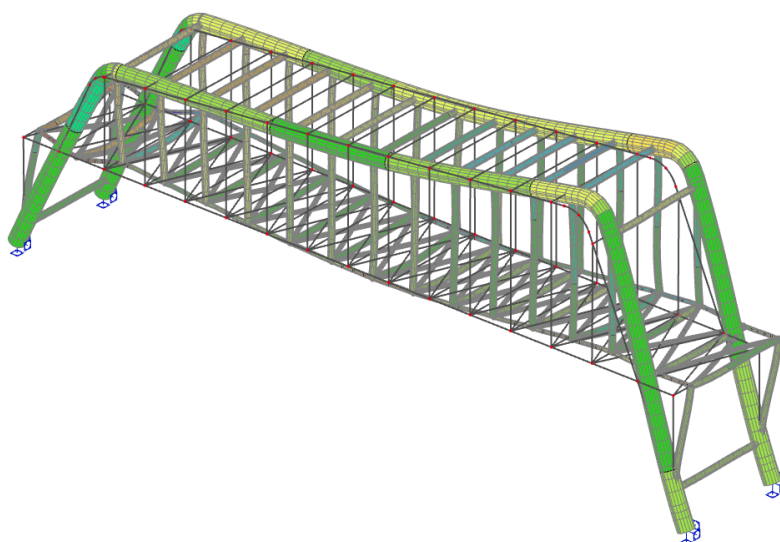


**3D napětí**  
Hodnoty:  $\tau_{xz}/\tau_{yz}$  (1D)  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě  
Základní veličiny



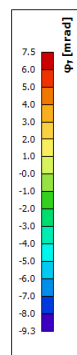
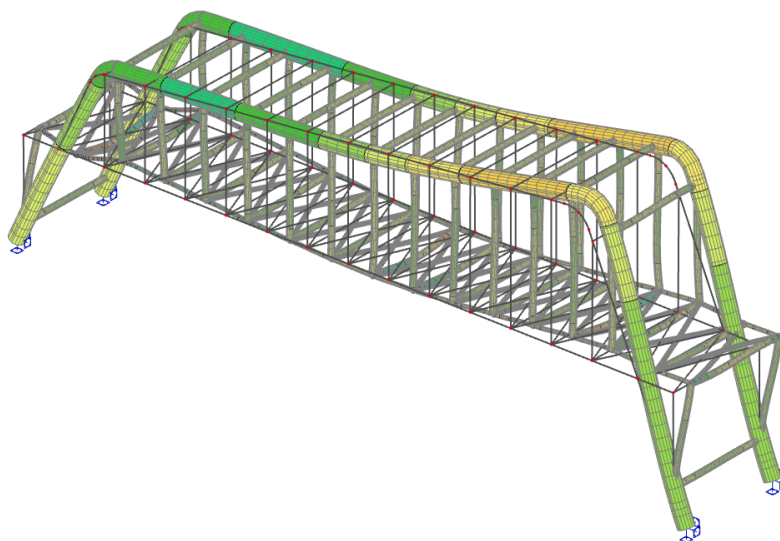
- pootočení:

**3D přemístění**  
Hodnoty:  $\varphi_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



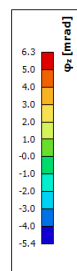
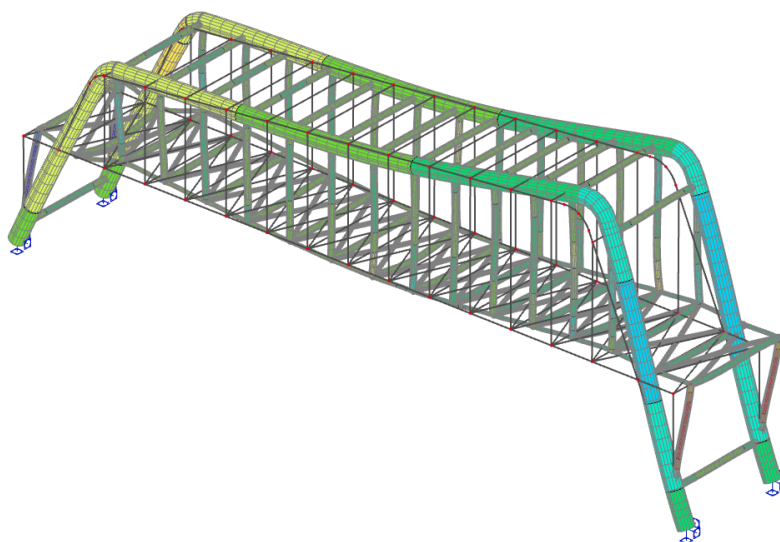
### 3D přemístění

Hodnoty:  $\varphi_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



### 3D přemístění

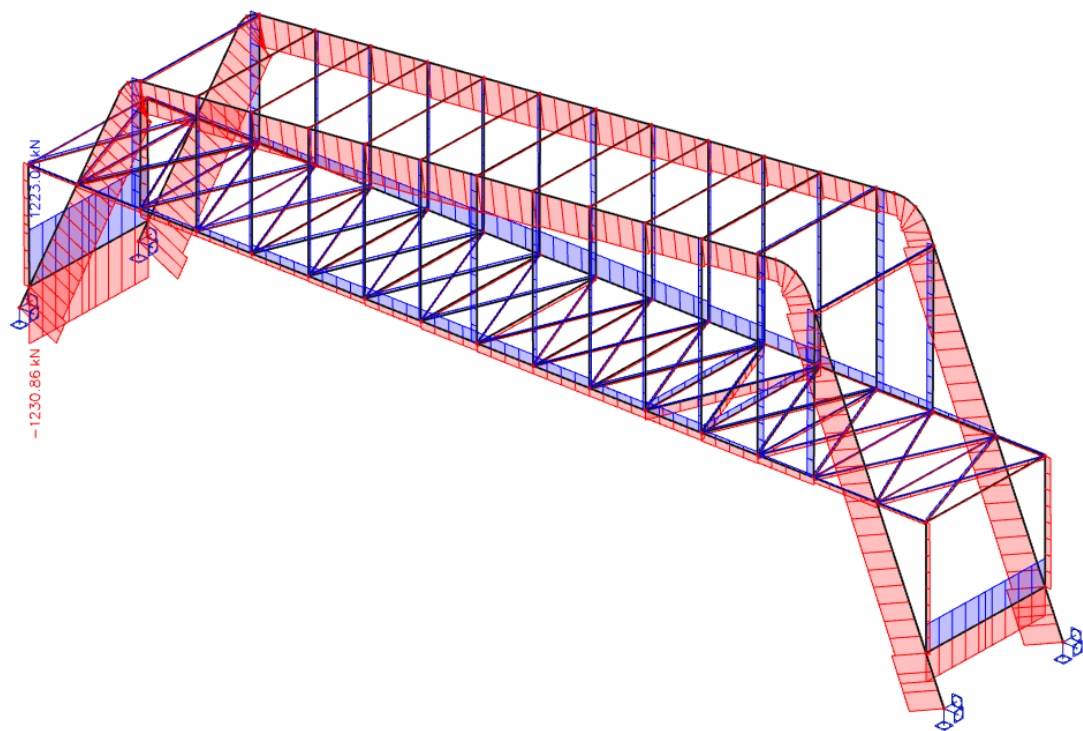
Hodnoty:  $\varphi_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



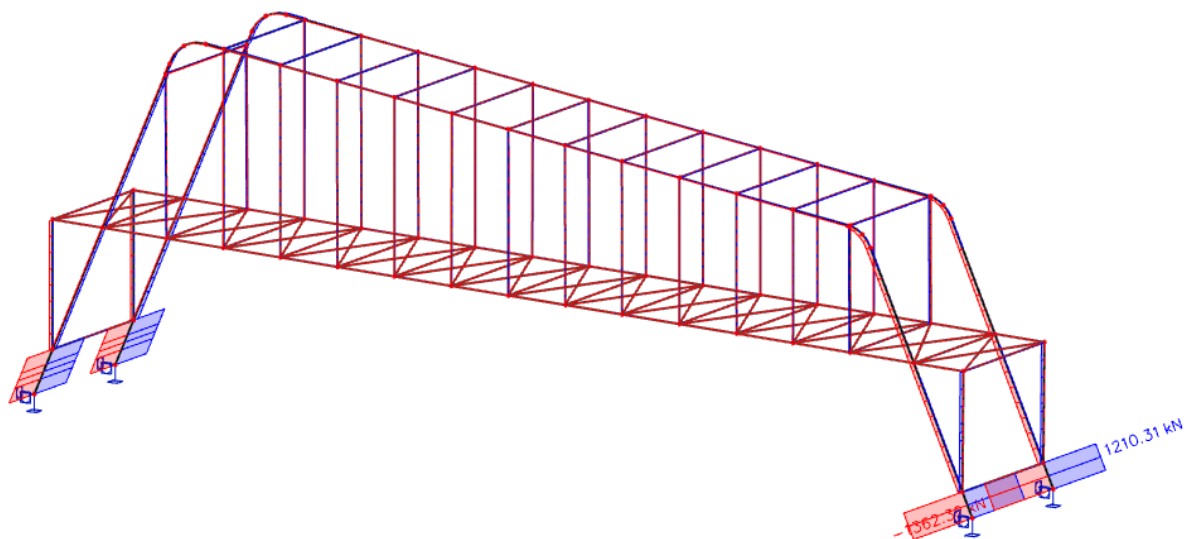


- průběhy vnitřních sil

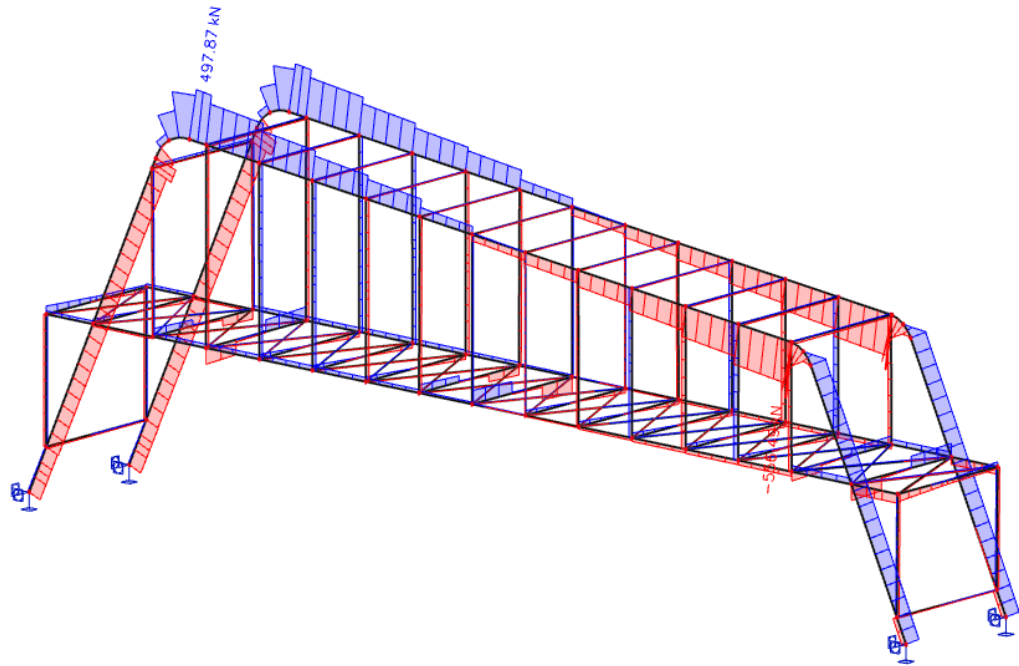
N



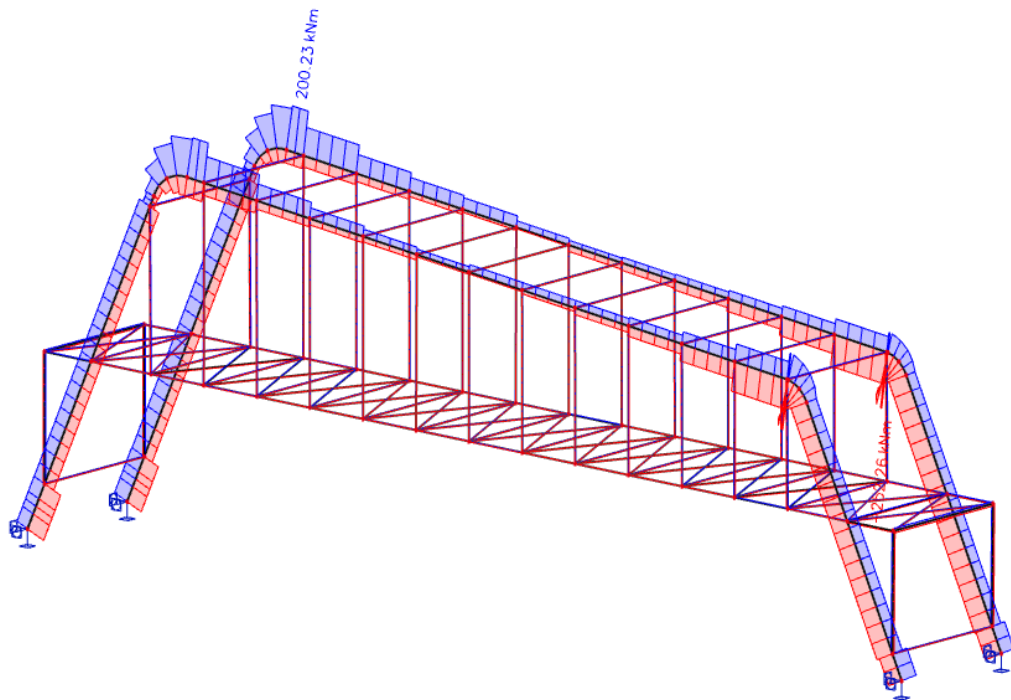
V<sub>y</sub>



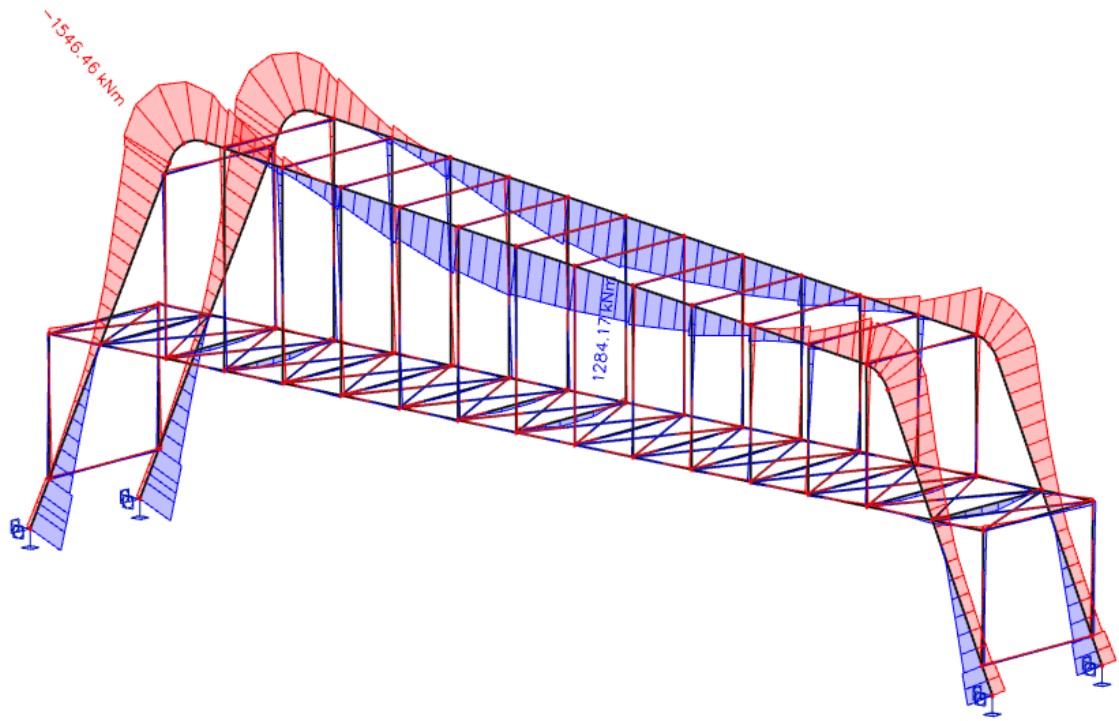
Vz



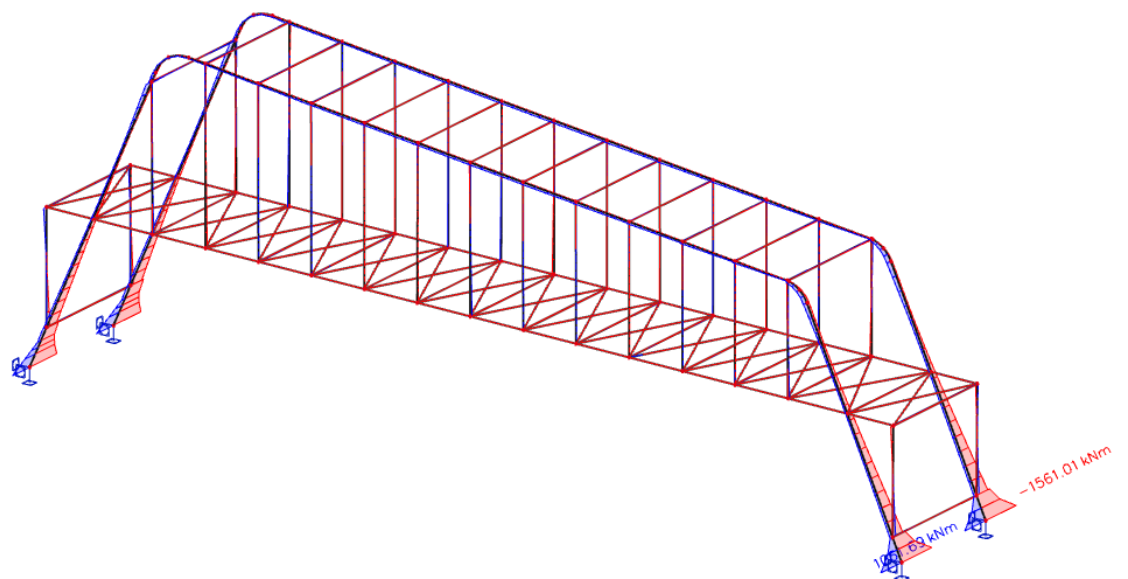
Mx



My



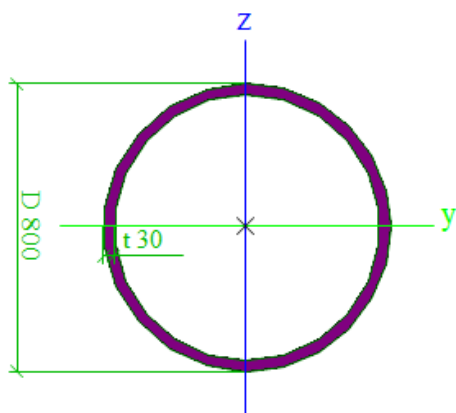
Mz

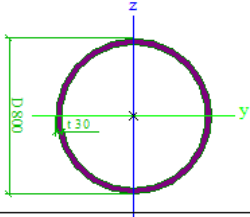


# Posouzení hlavních prvků

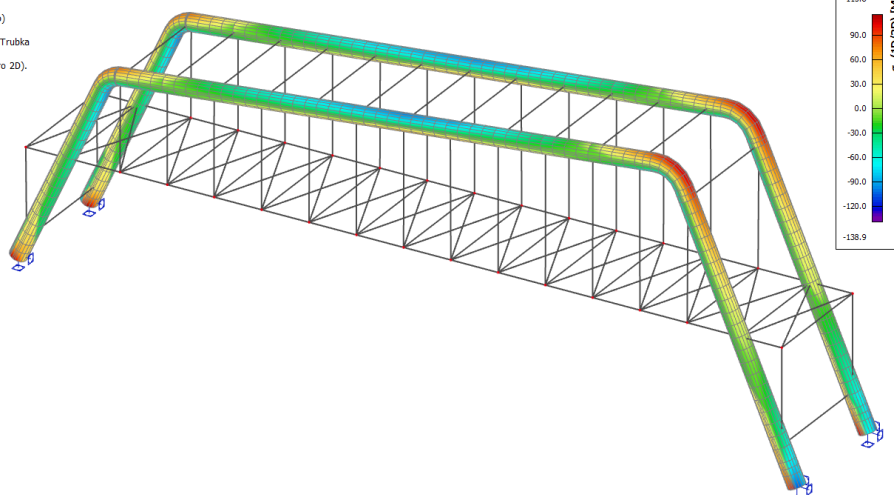
## -hlavní nosník – namáhání tlakem a ohybem

Jméno	Hlavní nosník
Typ	Trubka
Detailní	800; 30
Typ tvaru	Tlustostěnný
Počáteční tvar	Není dostupné
Parametry	
Materiál	S 355
D [mm]	800
t [mm]	30
Obecný	



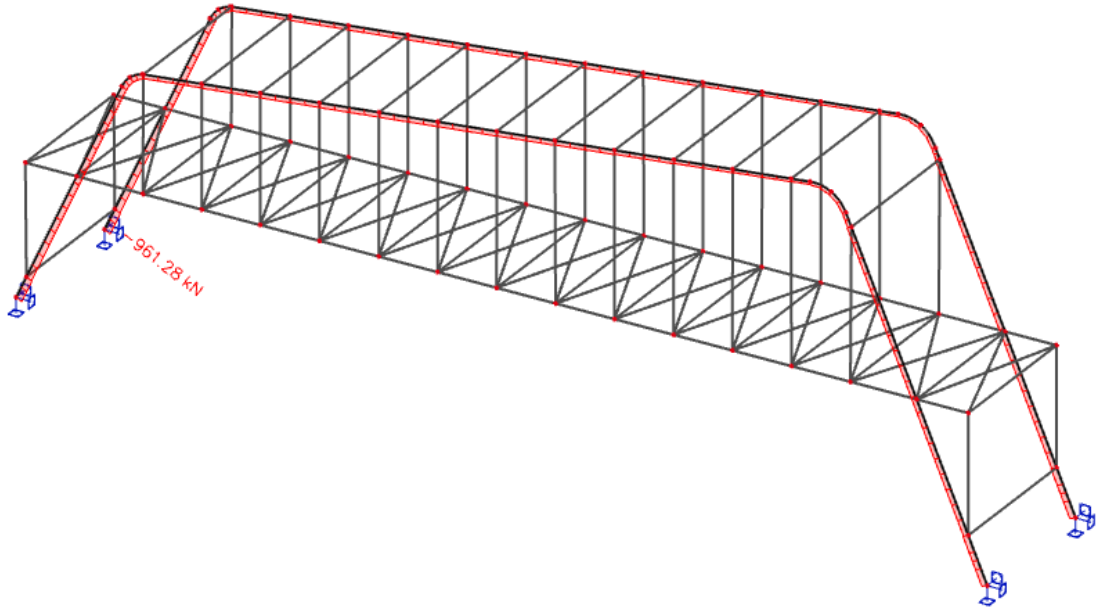
Jméno	Hlavní nosník		
Typ	Trubka		
Detailní	800; 30		
Materiál	S 355		
Výroba	obecný		
Posudek rovinného vzpěru y-y	c		
Posudek rovinného vzpěru z-z	c		
Klopení	Výchozí		
Použit 2D MKP výpočet	✓		
			
A [m <sup>2</sup> ]	7.2571e-02		
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	4.8475e-02	4.8475e-02	
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5.3866e-03	5.3866e-03	
I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ], t [m <sup>4</sup> ]	1.6342e-18	1.0545e-02	
W <sub>el</sub> y, z [m <sup>3</sup> ]	1.3466e-02	1.3466e-02	
W <sub>pl</sub> y, z [m <sup>3</sup> ]	1.7796e-02	1.7796e-02	
d y, z [mm]	0	0	
c YUC S, ZUC S [mm]	400	400	
α [deg]	0.00		
A L, D [m <sup>2</sup> /m]	2.5131e+00	4.8378e+00	
M <sub>py</sub> +, - [Nm]	6.32e+06	6.32e+06	
M <sub>pz</sub> +, - [Nm]	6.32e+06	6.32e+06	

3D napětí  
Hodnoty: σ<sub>xx</sub> (1D/2D)  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = Hlavní nosník - Trubka (800; 30)  
Poloha: Ve středu (pouze pro 2D).  
Systém: LSS prvku síť  
Základní veličiny

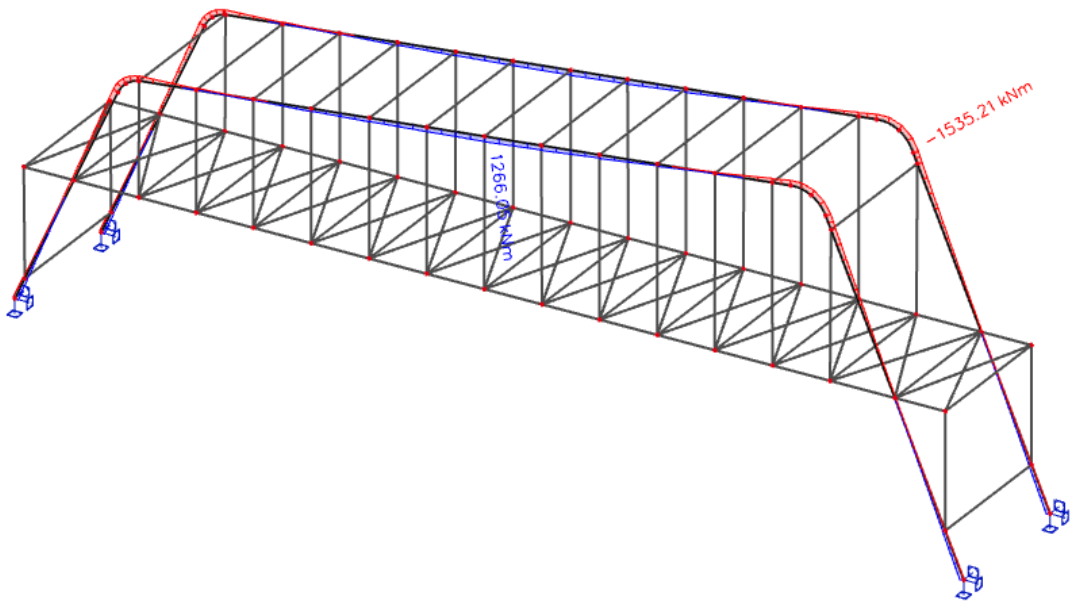


- průřez vyhovuje na maximální napětí

N



My



### Průřezové charakteristiky:

ocel S355,  $f_y=355$  Mpa

$d=800$  mm,  $t_l=30$  mm

$$A=7.2571 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$A_{y,z}=4.8475 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$W_{el,y,z} = 1,3466 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$I_{y,z} = 5,3866 \times 10^{-3}$$

### Zatřídění průřezu:

*tlak+ohyb*

$$f_y = 355 \text{ Mpa}$$

$$t = 30 \text{ mm}$$

$$d = 800 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0,81$$

$$\frac{d}{t_w} \leq 50 * \varepsilon^2 \quad \frac{800}{30} < 50 * 0,81^2$$

$$26,67 < 32,805 \rightarrow \text{průřez třídy 1}$$

### Vzpěrné délky:

ve směru z – celková délka nosníku = 52.7m

ve směru y – 3x vzdálenost příčného rámu =  $3 * L = 3 * 14 = 42\text{m}$

### OHYB + TLAK

$$M_{b,Rd} = W_{el,y} * f_{y,k} / \gamma_{M,0} = 0,013466 * 355 \times 10^3 / 1 = \underline{4780,5 \text{ kNm}}$$

$$M_{ed} = -1546.46 \text{ kN}$$

$$\underline{1546,46 \leq 4780,5} \quad \text{vyhovuje}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{52700}{272} = 193.75$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{42000}{272} = 154.41$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{yd}}} = 76,4$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 2.54$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 2.02$$

$$\alpha = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{N_{Ed}}{f_y \cdot t_w \cdot d}\right) = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{957.95}{355 \cdot 30 \cdot 800}\right) = 0,50$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda'_y - 0.2) + \lambda'^2_y) = 4.311$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda'_z - 0.2) + \lambda'^2_z) = 2.9952$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda'^2_y}} = 0.13$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'^2_z}} = 0.192$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot F_{yd} = 0.13 \cdot 7.2571 \times 10^3 \cdot 355 \cdot 10^{-3} \geq N_{Ed}$$

**3349,15 ≥ 957.95    vyhovuje**

#### KOMBINACE

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + k \cdot M_{Ed}/M_{Rd} \leq 1$$

$$957,95/3349,15 + 1,1 \cdot 1546,46/4780,5 \leq 1$$

$$\mathbf{0,64 \leq 1 \quad \rightarrow \quad \text{vyhovuje}}$$

celkové využití průřezu je 64%

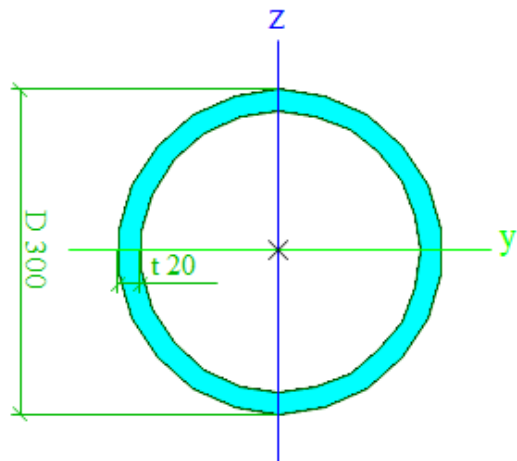
#### PRŮHYB

$$40,1 \text{ mm} \leq \text{maximální průhyb: } L/250 = 38000/250 = 152 \text{ mm}$$

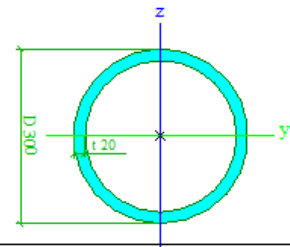
**→    vyhovuje**

## - RÁM:

Jméno	Ram
Typ	Trubka
Detailní	300; 20
Typ tvaru	Tlustostěnný
Počáteční tvar	Není dostupné
<b>Parametry</b>	
Materiál	S 355
D [mm]	300
t [mm]	20
<b>Obecný</b>	

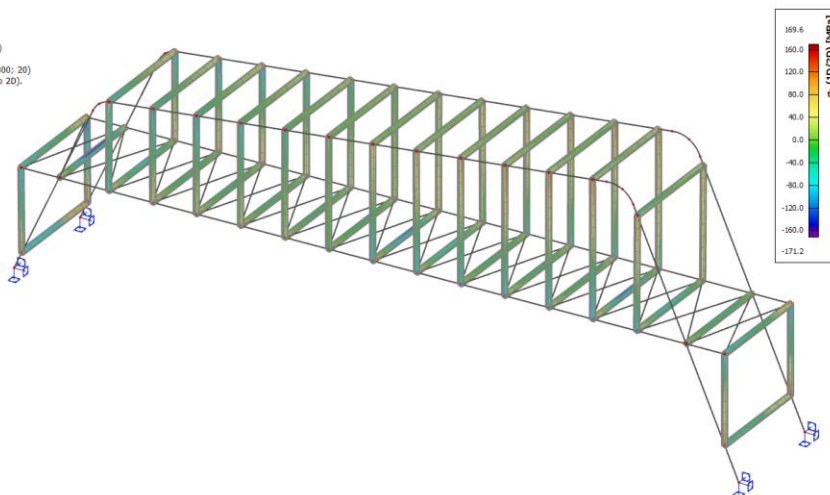


Jméno	Ram
Typ	Trubka
Detailní	300; 20
Materiál	S 355
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	✓



A [m²]	1.7593e-02	
A <sub>y, z</sub> [m²]	1.1833e-02	1.1833e-02
I <sub>y, z</sub> [m⁴]	1.7329e-04	1.7329e-04
I <sub>w</sub> [m⁶], I <sub>t</sub> [m⁴]	5.8790e-19	3.3825e-04
W <sub>el</sub> y, z [m³]	1.1553e-03	1.1553e-03
W <sub>pl</sub> y, z [m³]	1.5707e-03	1.5707e-03
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	150	150
α [deg]	0.00	
A L, D [m²/m]	9.4243e-01	1.7592e+00
M <sub>pl</sub> +, - [Nm]	5.57e+05	5.57e+05
M <sub>plz</sub> +, - [Nm]	5.57e+05	5.57e+05

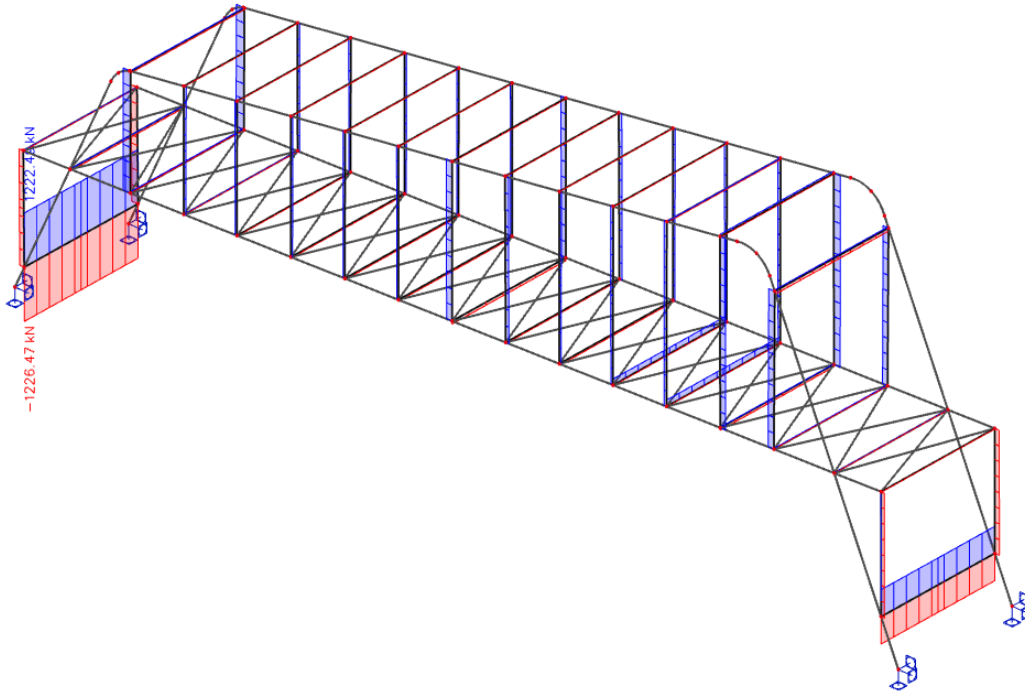
3D napětí  
Hodnoty: σ<sub>x</sub> (1D/2D)  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSU-Sade 8 (auto)  
Výběr: Vše  
Filtr: Průřez = Ram - Trubka (300; 20)  
Poloha: Ve středech (pouze pro 2D).  
Systém: LSS-pruku atk  
Základní veličiny



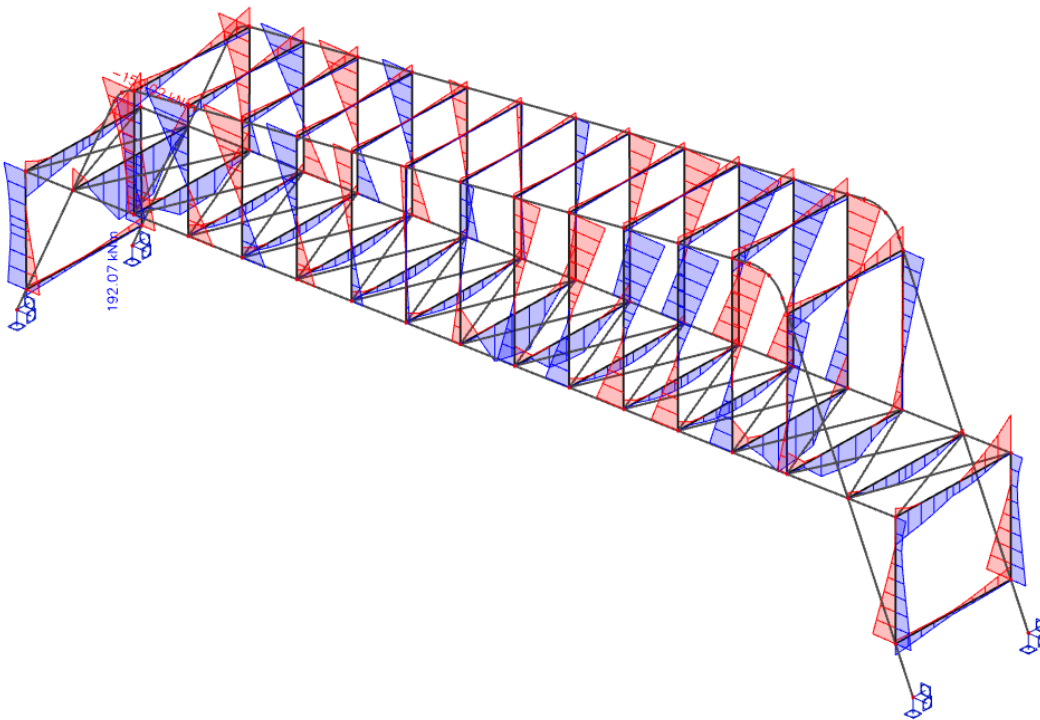
- průřez vyhovuje na maximální napětí



N



My



ocel S355,  $f_y=355$  Mpa,  $E=210$ Gpa

$d=300$ mm,  $t_l=20$ mm

$A=1,7593 \times 10^{-2} \text{m}^2$

$I_{y,z}=1,7329 \times 10^{-4} \text{m}^4$

$W_{el,y} = 1,1553 \times 10^{-3} \text{m}^3$

Vzpěrné délky:

ve směru z –  $2 \cdot L1 = 2 \cdot 4,3 = 8,6$ m

ve směru y –  $2 \cdot L2 = 2 \cdot 5,5 = 11$ m

Zatřídění průřezu:

*tlak+ohyb*

$f_y = 355$  Mpa

$t = 20$  mm

$d = 300$  mm

$\varepsilon = 0,81$

$$\frac{d}{t_w} \leq 50 \cdot \varepsilon^2 \quad \frac{300}{20} < 50 \cdot 0,81^2$$

$15 < 32,805 \rightarrow$  průřez třídy 1

OHYB + TLAK

$$M_{b,Rd} = W_{el,y} \cdot f_{y,k} / \gamma_{M,0} = 0,0011553 \cdot 355 \times 10^3 / 1 = \underline{410,13 \text{ kNm}}$$

$$M_{ed} = -192,07 \text{ kN}$$

$$\underline{192,07 \leq 410,13} \quad \underline{\text{vyhovuje}}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{8600}{99} = 86,87$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{11000}{99} = 111,11$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{yd}}} = 76,4$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 1.14$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.45$$

$$\alpha = 0,5 \cdot \left( 1 + \frac{N_{Ed}}{f_y \cdot t_w \cdot d} \right) = 0,5 \cdot \left( 1 + \frac{1226.47}{355 \cdot 20 \cdot 300} \right) = 0,50$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda'_y - 0.2) + \lambda'^2_y) = 1.385$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda'_z - 0.2) + \lambda'^2_z) = 1.85$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda'^2_y}} = 0.46$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'^2_z}} = 0.335$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot F_{yd} = 0.13 \cdot 1,7593 \times 10^4 \cdot 355 \cdot 10^{-3} \geq N_{Ed}$$

$$\underline{2092,3 \geq 1226.47} \quad \text{vyhovuje}$$

#### KOMBINACE

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + k \cdot M_{Ed}/M_{Rd} \leq 1$$

$$1226,47/1700,44 + 1,1 \cdot 192,07/519,885 \leq 1$$

$$\underline{1.1 \leq 1} \quad \rightarrow \text{nevyhovuje}$$

#### uprava profilu trubky – d=300mm, t=40mm

$$M_{b,Rd} = 1,565 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / 1 = 555,575 \text{ kNm}$$

$$\underline{192,07 \leq 555,575} \quad \text{vyhovuje}$$

$$\lambda_z = \frac{11000}{96} = 114,58$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{yd}}} = 76,4$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,5$$

$$\alpha = 0,5 \cdot \left( 1 + \frac{N_{Ed}}{f_y \cdot t_w \cdot d} \right) = 0,5 \cdot \left( 1 + \frac{1226,47}{355 \cdot 20 \cdot 300} \right) = 0,50$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'_z{}^2) = 1,95$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'_z{}^2}} = 0,313$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot F_{yd} = 0,313 \cdot 2,5447 \times 10^3 \cdot 355 \cdot 10^{-3} \geq N_{Ed}$$

$$\underline{2826,56 \geq 1226,47 \quad \text{vyhovuje}}$$

#### KOMBINACE

$$N_{ed}/N_{c,Rd} + k \cdot M_{ed}/M_{Rd} \leq 1$$

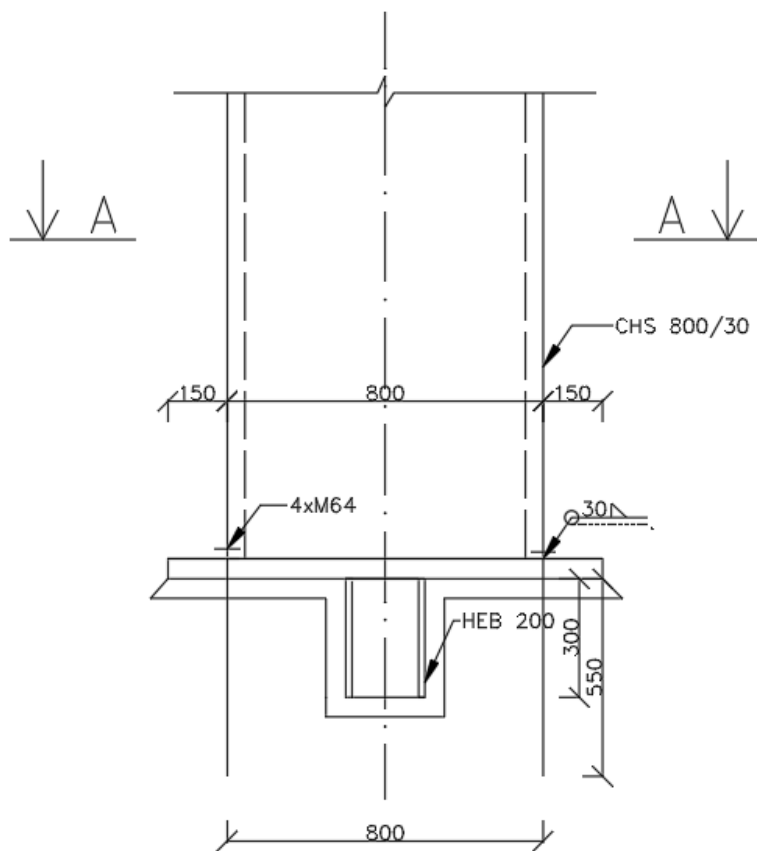
$$1226,47/2826,56 + 1,1 \cdot 192,07/555,575 \leq 1$$

$$\underline{0,81 \leq 1 \quad \rightarrow \quad \text{vyhovuje}}$$

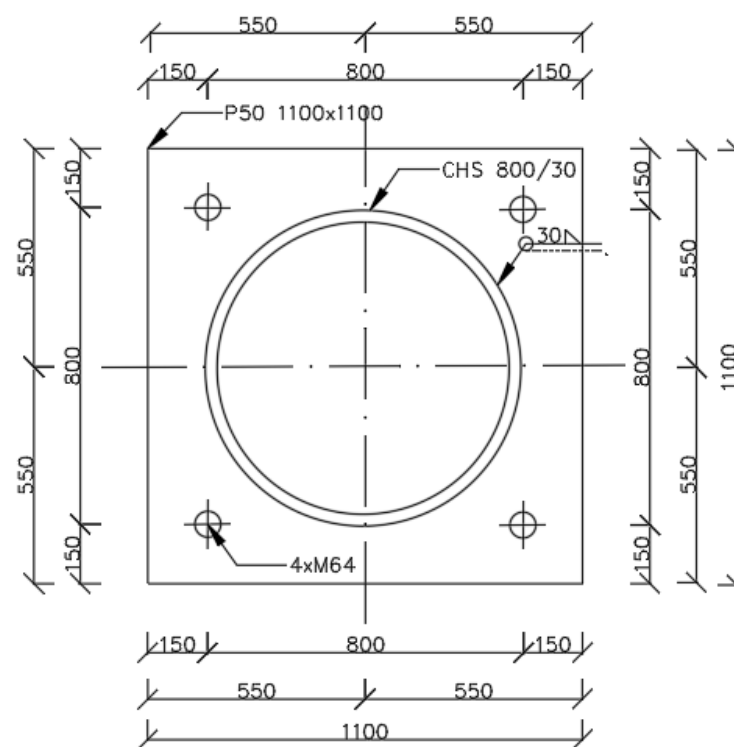
celkové využití průřezu je 81%

## Skica hlavních detailů

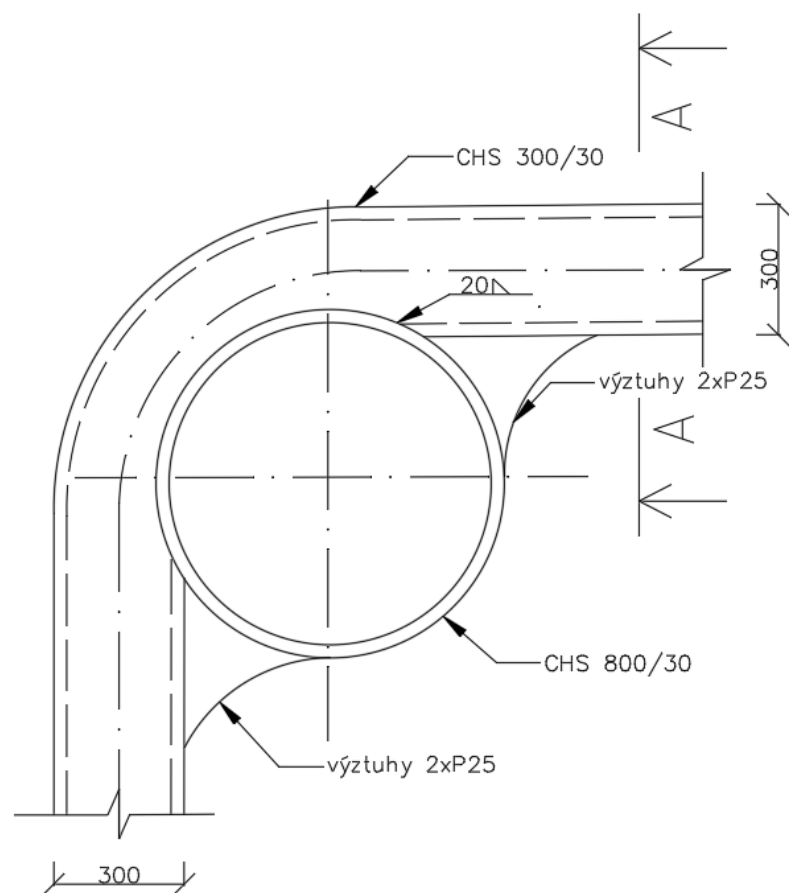
### - Detail 1 - Kotvení



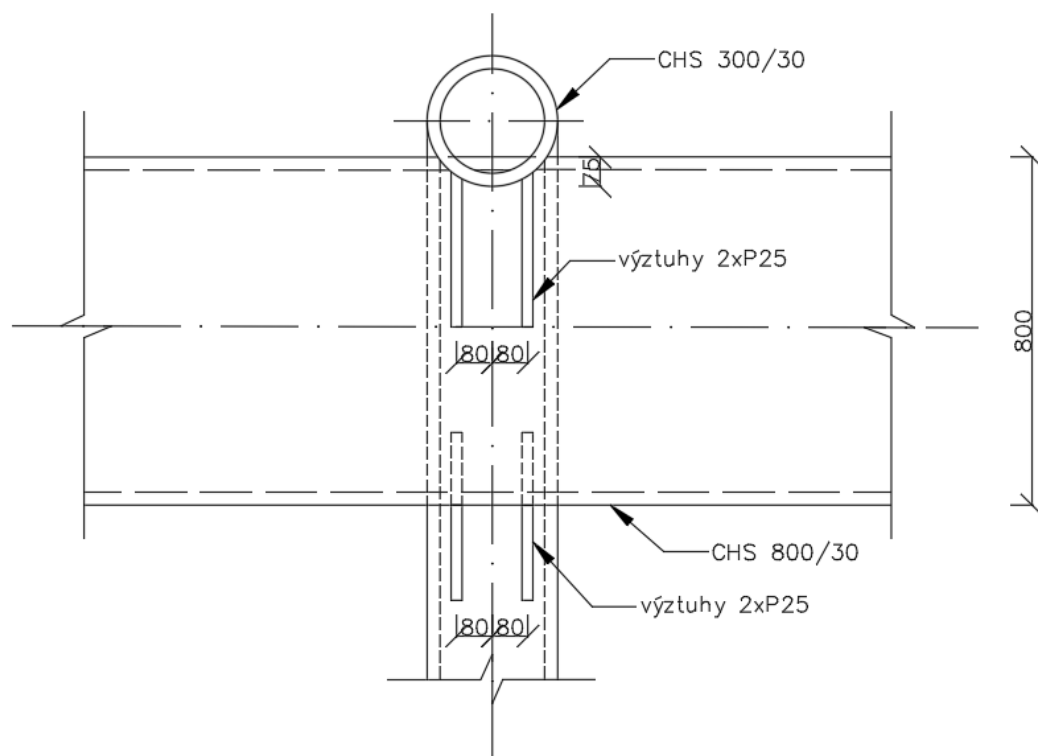
A - A



- Detail 2 - Připojení rámu k nosníku



A - A



## Závěr

V rámci výpočtu byly posouzeny hlavní části nosné konstrukce lávky pro chodce. Výpočet prokázal, že navržená konstrukce vyhoví v mezních stavech únosnosti i použitelnosti. Zároveň splňuje požadavky platných norem.