



ING. JIŘÍ ŠÁRKA - STATICKÁ A PROJEKČNÍ KANCELÁŘ  
MEZI LYSINAMI 5, 147 00 PRAHA 4, ☎/FAX 241 770 969  
www.statikus.cz, e-mail: jiri.sarka@statikus.cz, 📞 603 257 704

**AKCE : OCELOVÁ KONSTRUKCE PRO ANGIOGRAFII**  
**INVESTOR :** 1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY  
**OBJEKT :** Společná experimentální laboratoř srdeční elektrofyzologie  
Albertov 2029/5, 121 08 Praha 2 – Nové Město  
**STUPEŇ :** projekt  
**PROFESE :** statika

## TECHNICKÁ ZPRÁVA A STATICKÝ VÝPOČET

**VYPRACOVAL :** Ing. Jiří Šárka, aut. ing.  
**SPOLUPRACOVALI :** Ing. Jiří Skopalík, aut. ing.

DATUM: 09 / 2019

ZAK. ČÍSLO: 2354

PARÉ:

# 1. Obsah

1.	Obsah	2
2.	Podklady	3
3.	Požadavek objednatele	3
4.	Konstrukční řešení	4
4.1.	Spodní část závěsné konstrukce	4
4.2.	Hlavní nosná konstrukce	4
4.3.	Související práce	4
5.	Statický výpočet	5
5.1.	Popis výpočtu	5
5.2.	Materiály použité ve výpočtovém modelu	5
5.3.	Podklady	5
5.4.	Kombinace zatížení obecně	6
5.4.1.	Mezní stavy únosnosti MSÚ	6
5.4.2.	Mezní stavy použitelnosti MSP	6
5.5.	Výpočet trubek, nosníků a mezikusů	6
5.5.1.	Zatížení	6
5.5.1.1.	Zatížení monitorovým vozíkem	6
5.5.1.2.	Zatížení závěsnými rameny	6
5.5.1.3.	Zatížení C-ramenem	7
5.5.1.4.	Podhled	7
5.5.1.5.	Podlaha půdy	7
5.5.2.	Trubky 80 x 40 x 6	8
5.5.3.	Hlavní podélné nosníky	9
5.5.4.	Mezikus pro závěs	10
5.6.	Příhradová konstrukce	11
5.6.1.	Schéma konstrukce	11
5.6.2.	Zatěžovací stavy	11
5.6.2.1.	Přehled skupin zatížení	11
5.6.2.2.	Přehled zatěžovacích stavů	11
5.6.2.3.	Zatížení vlastní hmotností	12
5.6.2.4.	Technologické zatížení	13
5.6.2.5.	Proměnné zatížení	16
5.6.3.	Kombinace zatížení	16
5.6.3.1.	Mezní stavy únosnosti MSÚ	16
5.6.3.2.	Mezní stavy použitelnosti MSP	16
5.6.4.	Vnitřní síly a deformace	17
5.6.5.	Napětí	20
5.6.6.	Posouzení MSÚ a MSP	21
5.7.	Závěr	22
6.	Seznam výkresů	22

## 2. Podklady

- /1/ Technologická část projektové dokumentace „Nemocnice na Homolce - Multifunkční katetrizační pracoviště s magnetickou navigací – Instalace zařízení Integris Allura 9 F“ z 11/2006 od firmy Philips, resp. Ing. Jiří Šárka – Statická a projekční kancelář, z. č. 1082.
- /2/ Návrh a posouzení nosných konstrukcí podlah v 3.NP, technická zpráva, STATIKA s.r.o., zak. č. TP-069/2010, 07/2010.
- /3/ Výkres „2. PATRO – 3. NP“ v digitální podobě z pasportu z 2/2011.
- /4/ Zavěšení otočných stativů pod stávající stropní konstrukci, Statické posouzení stávající stropní konstrukce; návrh konstrukce pro zavěšení 2 otočných stativů, NĚMEC POLÁK, spol s r.o.. zak. č. 2012006, 05/2012.
- /5/ Instalace kardiologického kompletu INTEGRIS Allura 9 F, projekt, Ing. Jiří Šárka - Statická a projekční kancelář, zak. č. 1790, 2014.
- /6/ Technický list Agila / Agila lift, Drägermedical, 02/2005.
- /7/ Zaměření dotčených prostor.
- /8/ Fotodokumentace.

## 3. Požadavek objednatele

*Objednatel požaduje navrhnout a posoudit ocelovou konstrukci pro umístění monitorové dráhy, závěsných ramen s přístroji a případně C-ramene při výměně zařízení.*

## 4. Konstrukční řešení

### 4.1. Spodní část závěsné konstrukce

Závěsná konstrukce bude umístěna spodním lícem **2,9 m nad čistou podlahou. Tato míra je závazná pro případné umístění C ramene v budoucnosti.** Proto jsou závěsy navrženy závitovými tyčemi, pomocí kterých lze zajistit přesnou výšku. Teprve po přesném provedení se konstrukce přivaří pomocí krátkých U profilů.

Pro kotvení kolejnic jsou navrženy v osové vzdálenosti 670 mm obdélníkové trubky, na které se zakotví kolejnice pomocí kamenů vložených do otvorů v profilu. To je maximální vzdálenost, kterou předepisuje výrobce C-ramene a vyhovuje i pro kotvení kolejnic monitorových vozíků v dvojnásobné vzdálenosti.

Trubky vyhovují dále pro zakotvení stropních stativů v libovolném místě půdorysu, pro které je navržen kotevní mezikus. Pro požadované umístění je vždy nutno provést svrtání na místě.

Obdélníkové trubky se přivaří k profilům UPE v osové vzdálenosti 1,0 a 0,9 m. Celá konstrukce se ztuží úhelníky ve vodorovné i svislé rovině.

**Otvory pro kotvení kolejnic se musí provést přesně a přitom se musí zajistit sousost podle osy vzdálené 2,7 m od obvodové stěny** (shodně pro podlahové i stropní C rameno).

### 4.2. Hlavní nosná konstrukce

Protože stropní profily I 450 podle dochovaných posudků pro zatížení nevyhovují, je navrženo pro zajištění dostatečné únosnosti a tuhosti jejich zesílení vytvořením příhradových nosníků.

Tyto nosníky se provedou ze spodního pasu profilu HEB 120 a ze svislic a diagonál z úhelníků. Provedení vazníků **nepředpokládá provedení spojů pomocí styčnickových plechů**, ale vyžaduje přivaření přímo mezi nosníky.

### 4.3. Související práce

Při provádění je nutno uvažovat se souvisejícími pracemi:

- rekonstrukce příček, které zasahují do nové ocelové konstrukce,
- odstranění omylem navařených ocelových konstrukcí předpokládaného kotvení,
- úprava instalací, které budou v kolizi s ocelovou konstrukcí:
  - vzduchotechnika,
  - elektroinstalace,
  - medicínální plyny,
- při úpravách se musí zajistit požární odolnost dřevěné stropní konstrukce (opravit omítaný podhled, ochrana požárními sádrokartony apod.

## 5. Statický výpočet

### 5.1. Popis výpočtu

Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny trubky závěsů, hlavní podélné nosníky, mezikusy pro zavěšení konstrukce a příhradová ocelová konstrukce s využitím původního již zatíženého stropního nosníku.

Na konstrukcích jsou zjištěny vnitřní síly od účinků uvažovaných zatížení a prvky jsou posouzeny z hlediska mezních stavů únosnosti MSÚ a použitelnosti MSP.

Ve výpočtu jsou uvažovány zatěžovací stavy a jejich kombinace, které se mohou vyskytnout na konstrukcích v průběhu životnosti stavby.

Ke stanovení průběhu vnitřních sil je použita globální analýza s uvážením lineárně pružné analýzy prvního řádu (first order linear-elastic analysis).

Výpočet konstrukce je proveden ručním výpočtem a statickým programem Scia Engineer 2019 a výsledky jsou průběžně kontrolovány.

### 5.2. Materiály použité ve výpočtovém modelu

Materiály použité v modelu:

Jméno	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	E [MPa]	Poisson - nu	G [MPa]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	F <sub>y</sub> (rozsah) [kPa]	F <sub>u</sub> (rozsah) [kPa]
S 235	7850	2,10E+05	0,3	8,08E+04	0	40	235000	360000
					40	80	215000	360000

### 5.3. Podklady

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí (Eurokód)
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb (Eurokód 1)
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (Eurokód 3)
ČSN EN 1993-1-8	Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků (Eurokód 3)
ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
Software	Scia Engineer 19 Design Forms User

## 5.4. Kombinace zatížení obecně

### 5.4.1. Mezní stavy únosnosti MSÚ

Na konstrukcích jsou uvažovány kombinace obálek lineárních kombinací zatížení dle kombinačního vzorce pro

- ✓ Trvalé a dočasné návrhové situace dle rovnice 6.10  
 $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \oplus \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i},$
- ✓ případně dle rovnice 6.10a  $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \oplus \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$  a 6.10b  
 $\sum_{j \geq 1} \xi \gamma_{G,j} G_{k,j} \oplus \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}.$

### 5.4.2. Mezní stavy použitelnosti MSP

Na konstrukcích jsou uvažovány kombinace obálek lineárních kombinací zatížení dle kombinačního vzorce pro

- ✓ charakteristické kombinace dle rovnice 6.14b  $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i},$
- ✓ časté kombinace dle rovnice 6.15b  $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus \psi_{1,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i},$
- ✓ kvazistálé kombinace dle rovnice 6.16b  $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}.$

## 5.5. Výpočet trubek, nosníků a mezikusů

### 5.5.1. Zatížení

#### 5.5.1.1. Zatížení monitorovým vozíkem

Zatížení je zadáno svislou tíhou 3,0 kN, která může působit v libovolném místě pojezdových drah.

#### 5.5.1.2. Zatížení závěsnými rameny

V prostoru se mohou nalézat dva závěsy.

V předaném podkladu /6/ je pro jeden závěs uvažováno:

maximální svislé zatížení      3,8 kN

maximální moment              6,8 kN

Ve statickém posouzení původní stropní konstrukce, která zde byla realizována /4/, bylo uvažováno stejné zatížení, ale vyšší moment (toto zatížení je také uvažováno pro návrh nové ocelové konstrukce):

**maximální svislé zatížení      3,8 kN**

**maximální moment              9,5 kN**

Vzhledem k ocelovému mezikusu, který se bude vkládat mezi ocelovou konstrukci a monitory uvažujeme zvýšení zatížení o 1,0 kN:

**maximální svislé zatížení      4,8 kN**

### 5.5.1.3. Zatížení C-ramenem

Dodavatel udává maximální zatížení:

maximální tíha	11,0 kN
maximální síla včetně dynamického zatížení při extrémním nešetrném ovládní	16,0 kN
maximální síla do jednoho závěsu pro různé typy přístrojů	
včetně dynamického účinku	9,1 kN
při nešetrném namáhání	11,7 kN

### 5.5.1.4. Podhled

vlastní tíha lehkého podhledu včetně svítidel a VZT	~0,5 kN/m <sup>2</sup>
vlastní tíha ocelové konstrukce	~0,3 kN/m <sup>2</sup>
celkem	~0,8 kN/m <sup>2</sup>

### 5.5.1.5. Podlaha půdy

je již nezatížená užitným zatížením (na ní je nová samonosná konstrukce).

Předpokládané zatížení podle /4/:

<u>zatížení stropu stávající</u>		
<u>stále</u>		<u>q<sub>k</sub> (kN/m<sup>2</sup>)</u>
přídavky	25 mm	$0,025 \cdot 18 = 0,45$
zásyv	70 mm	$0,07 \cdot 13 = 0,91$
prkna	30 mm	$0,03 \cdot 5 = 0,15$
dřev. trámy	200/300 a 1m	0,30
podbití	2 x 15 mm	0,30
omítka na rákos		0,30
		<u>2,15</u>

Po doplnění olověným plechem a tepelnou izolací uvažujeme 3,0 kN/m<sup>2</sup>.

### 5.5.2. Trubky 80 x 40 x 6

Norma:	ČSN EN 10219-2	
Výška profilu	H	80 mm
Šířka profilu	B	40 mm
Tloušťka profilu	T	6,0 mm
Hmotnost	M	9,167 kg/m
Plocha průřezu	A	12,03 cm <sup>2</sup>
Kvadratický moment průřezu	I <sub>yy</sub>	83,32 cm <sup>4</sup>
Kvadratický moment průřezu	I <sub>zz</sub>	27,05 cm <sup>4</sup>
Poloměr kvadratického momentu průřezu	i <sub>yy</sub>	2,63 cm
Poloměr kvadratického momentu průřezu	i <sub>zz</sub>	1,50 cm
Pružný modul průřezu	W <sub>elyy</sub>	20,83 cm <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu	W <sub>elzz</sub>	13,52 cm <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	W <sub>plyy</sub>	28,03 cm <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu	W <sub>plzz</sub>	16,96 cm <sup>3</sup>

Max. reakce od závěsů podle polohy závěsů (vzdálenost šroubů v obou směrech 670 mm):

- kolmo na nosníky:

$$N_{1,d} = (4,8 / 4 + 9,5 / (2 \times 0,67)) \times 1,35 = 11,2 \text{ kN}$$

- příčně k nosníkům:

$$N_{1,d} = (4,8 / 4 + 9,5 / (\sqrt{2} \times 0,67)) \times 1,35 = 15,2 \text{ kN}$$

**Profil oslabený z obou stran Ø 13 mm:**

$$J_y = 0,8332 \cdot 10^6 - 2 \times 13 \times 6 \times 37^2 = 620000 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 620000 / 40 = 15500 \text{ mm}^3$$

Max. moment únosnosti:

$$M_{Rd} = 235 \times 15500 \cdot 10^{-6} = 3,64 \text{ kNm}$$

Max. vzdálenost podpor:

$$l_{\max} = 3,64 \times 4 / 15,2 = \mathbf{0,96 \text{ m}}$$

**Bez vrtání:**

Max. moment únosnosti:

$$M_{Rd} = 235 \times 20830 \cdot 10^{-6} = 4,90 \text{ kNm}$$

$$l_{\max,1} = 4,9 \times 4 / 15,2 = \mathbf{1,29 \text{ m}}$$



průhyb pro vzdálenost 1,0 m

$$\delta = 1/48 \times (15200 / 1,35) \times 1000^3 / (210000 \times 0,8332 \cdot 10^6) = 1,3 \text{ mm} = L/745 - \text{vyhovuje}$$

### 5.5.3. Hlavní podélné nosníky

Maximální vzdálenost nosníků v podhledu	$B = 1,0 \text{ m}$
Maximální rozpětí	$L = 2,87 \text{ m}$
Max. zatížení pohledem	$g_d = 0,8 \times 1,35 = 1,08 \text{ kN/m'}$
Pro zatížení C ramenem	$P_{1,d} = 16 \times 1,35 = 21,6 \text{ kNm}$
Pro zatížení závěsem	$P_{2,d} = 4,8 \times 1,35 = 6,48 \text{ kNm}$
	$M = 9,5 \times 1,35 = 12,8 \text{ kNm}$

Maximální momenty v nosníku:

$$M_{Sd,1} = 1/8 \times 1,08 \times 2,87^2 + 1/4 \times 21,6 \times 2,85 = 16,5 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd,2} = 1/8 \times 1,08 \times 2,87^2 + 1/4 \times 6,48 \times 2,85 + 12,8 / 2 = 12,1 \text{ kNm}$$

příčně k nosníku:

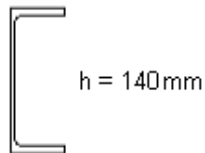
$$N_{1,d'} = (4,8 \times 0,67 / 2 + 9,5 / (\sqrt{2} \times 0,67)) \times 1,35 = 15,7 \text{ kN}$$

$$M_{Sd,2'} = 1/8 \times 1,08 \times 2,87^2 + 1/4 \times 15,7 \times 2,85 = 12,3 \text{ kNm}$$

### **Posudek ohybu s klopením**

#### Posudek klopení UPE 140

##### Parametry průřezu:



$b = 65\text{mm}$

Třída průřezu	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 5,99 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Moment setrvačnosti k ose z	$I_z = 787 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$
Konstanta pro kroucení	$I_t = 129 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$

### Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení

$$z_g = z_a - z_s = -0,07 - 0 = -70 \text{ mm}$$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} = \frac{3,14 \cdot 0}{1 \cdot 2,87} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 787 \cdot 10^{-9}}{80,8 \cdot 10^9 \cdot 129 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} = \frac{3,14 \cdot -0,07}{1 \cdot 2,87} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 787 \cdot 10^{-9}}{80,8 \cdot 10^9 \cdot 129 \cdot 10^{-9}}} = -0,305$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3,14}{1 \cdot 2,87} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2,36 \cdot 10^{-9}}{80,8 \cdot 10^9 \cdot 129 \cdot 10^{-9}}} = 0,239$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = 1,35 \quad C_2 = 0,55 \quad C_3 = 0,41$$

Relativní kritický moment

$$\begin{aligned} \mu_{cr} &= \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right) \\ &= \frac{1,35}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 0,239^2 + (0,55 \cdot -0,305 - 0,41 \cdot 0)^2} - (0,55 \cdot -0,305 - 0,41 \cdot 0) \right) = 1,64 \end{aligned}$$

Elastický krit. moment pro příčnou-kroučící imperfekci

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} \\ &= \frac{1,64 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 787 \cdot 10^{-9} \cdot 80,8 \cdot 10^9 \cdot 129 \cdot 10^{-9}}}{2,87} = 74,3 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{98,8 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{74259}} = 0,559$$

Součinitel imperfekce

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

Parametr klopení

$$\begin{aligned} \varphi_{LT} &= 0,5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2 \right) \\ &= 0,5 \cdot \left( 1 + 0,21 \cdot (0,559 - 0,2) + 0,559^2 \right) = 0,694 \end{aligned}$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0,694 + \sqrt{0,694^2 - 0,559^2}} = 0,905$$

### Odolnost

Odolnost v klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,905 \cdot 98,8 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 21 \text{ kNm}$$

### Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{16500}{21017} = 78,5 \% \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Průhyb od charakteristické síly 11,0 kN:

$$\delta = 1/48 \times 11000 \times 2870^3 / (210000 \times 5,99 \cdot 10^6) = 4,3 \text{ mm} = L/670 - \text{vyhovuje}$$

### 5.5.4. Mezikus pro závěs

$$P_{2,d} = 4,8 \times 1,35 = 6,48 \text{ kNm}$$

$$M = 9,5 \times 1,35 = 12,8 \text{ kNm}$$

Maximální síla:

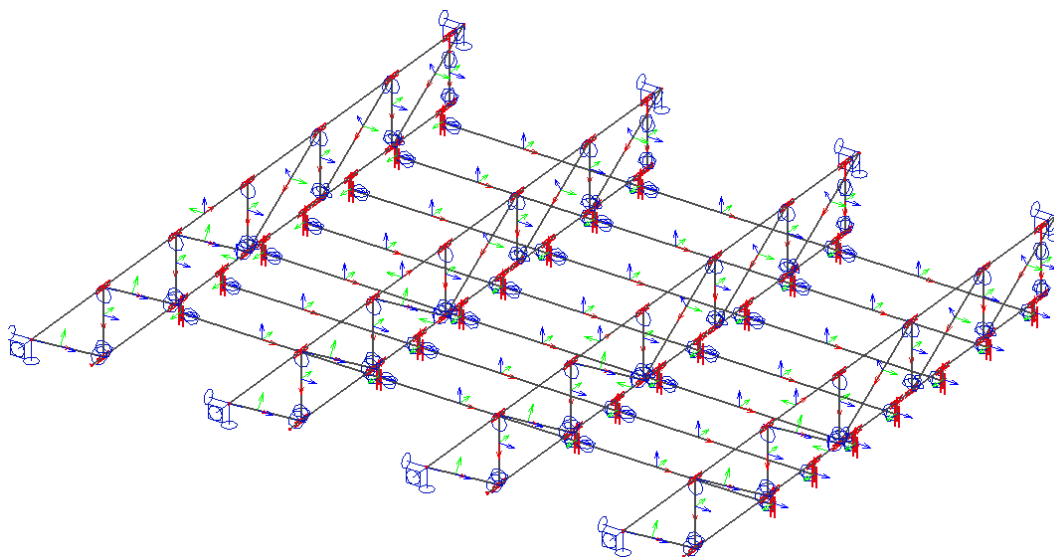
$$P_{1,d} = 6,48 / 4 + 12,8 / (0,6 \times \sqrt{2}) = 16,7 \text{ kN}$$

Tabulková únosnost šroubů M12 (5.6) ve smyku je 23,4 kN

## 5.6. Příhradová konstrukce

### 5.6.1. Schéma konstrukce

Konstrukce je vyšetřována ve 3D. Přehledné a statické schéma (viz Obr. 1.).



Obr. 1. Přehledné a statické schéma.

### 5.6.2. Zatěžovací stavy

#### 5.6.2.1. Přehled skupin zatížení

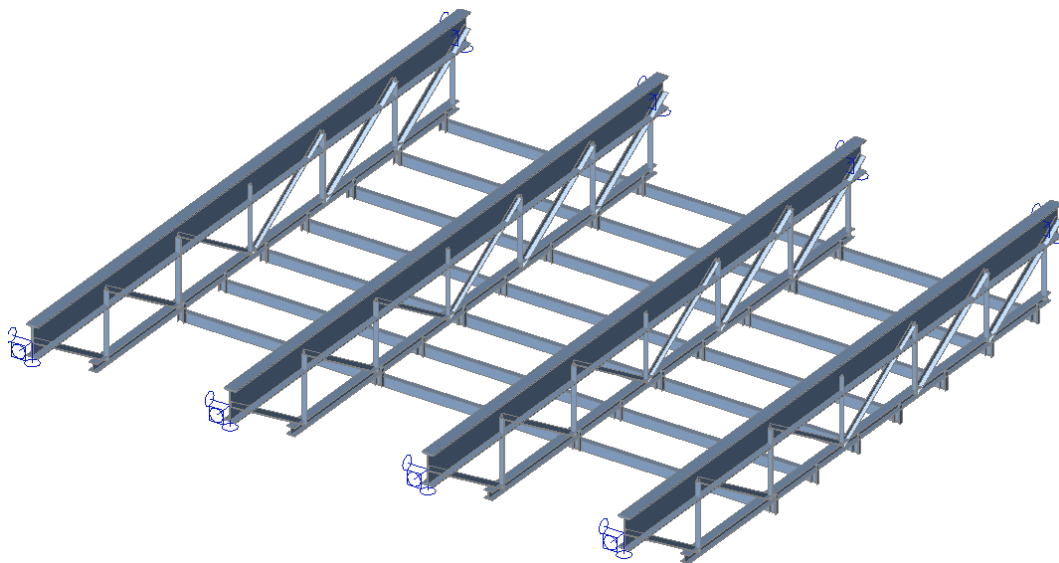
Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé		
SZ2	Proměnné	Výběrová	Kat E : sklady
SZ3	Proměnné	Výběrová	Kat E : sklady
SZ4	Proměnné	Výběrová	Kat E : sklady

#### 5.6.2.2. Přehled zatěžovacích stavů

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Skupina modifikací
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	SZ1	Vlastní tíha		-Z		Žádný
ZS2	Podlaha nad místem instalace	Stálé	SZ1	Standard				MO G1
ZS3	Podhled s nosníky	Stálé	SZ1	Standard				Žádný
ZS4	Technologie C rameno v místě 1	Proměnné	SZ2	Statické	Standard		Střednědobé	Žádný
ZS5	Technologie C rameno v místě 2	Proměnné	SZ2	Statické	Standard		Střednědobé	Žádný
ZS6	Technologie monitory v místě 1	Proměnné	SZ3	Statické	Standard		Střednědobé	Žádný
ZS7	Technologie monitory v místě 2	Proměnné	SZ3	Statické	Standard		Střednědobé	Žádný
ZS8	Technologie závěsu v místě 1	Proměnné	SZ4	Statické	Standard		Střednědobé	Žádný

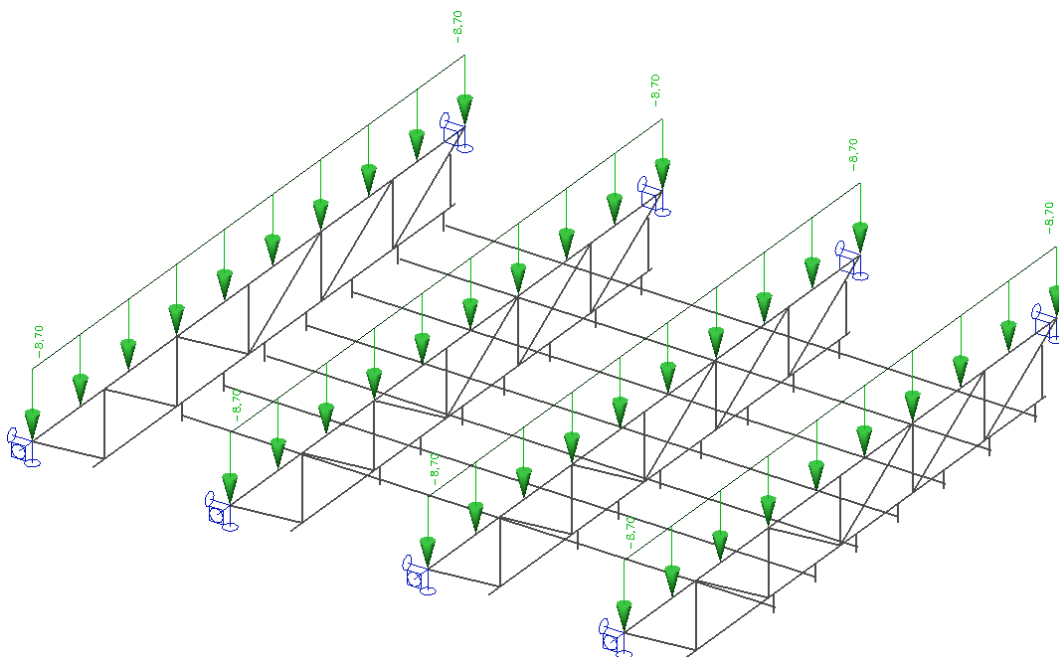
### 5.6.2.3. Zatížení vlastní hmotností

ZS1 – Vlastní hmotnost konstrukce. Uvažováno hodnotou  $78,50 \text{ kN/m}^3$  (ocel). Zadáno výpočtovým programem.



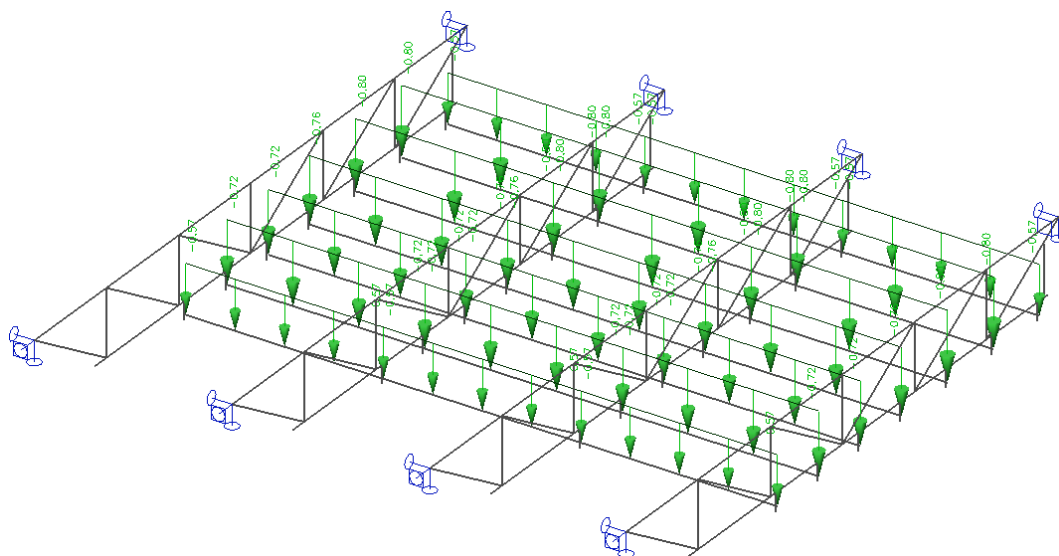
Obr. 2. Zatěžovací stav ZS1.

ZS2 – Hmotnost skladby podlahy na ocelových nosnících uvažováno  $3,0 \text{ kN/m}^2$  na zatěžovací šířce  $2,9 \text{ m}$ , tj.  $-8,70 \text{ kN/m}$ .



Obr. 3. Zatěžovací stav ZS2.

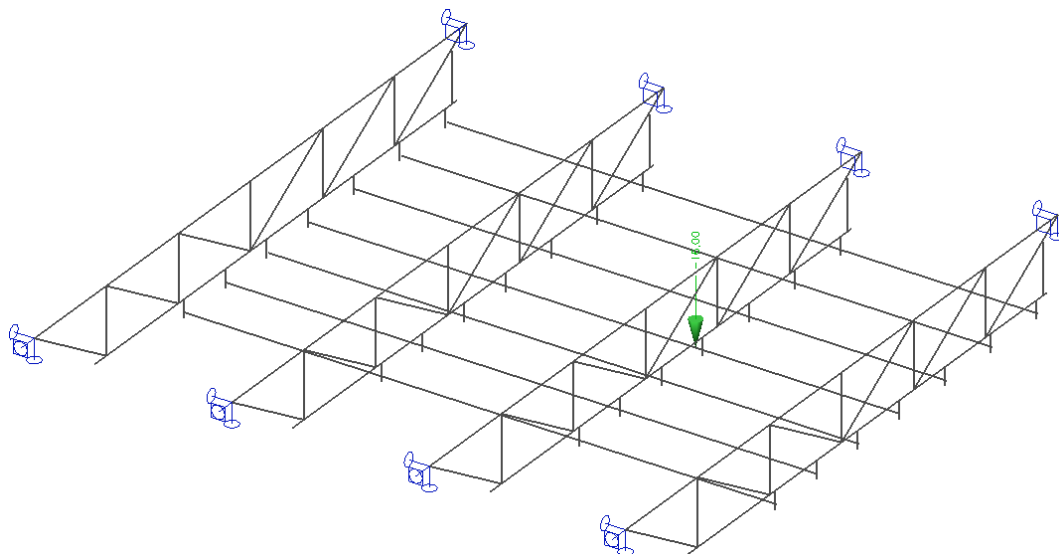
ZS3 – Hmotnost podhledu na ocelových nosnících uvažováno  $-0,8 \text{ kN/m}^2$  na zatěžovacích šířkách 0,71, 0,9, 0,95 a 1,0 m, tj.  $-0,57$ ,  $-0,72$ ,  $-0,76$  a  $-0,8 \text{ kN/m}$ .



Obr. 4. Zatěžovací stav ZS3.

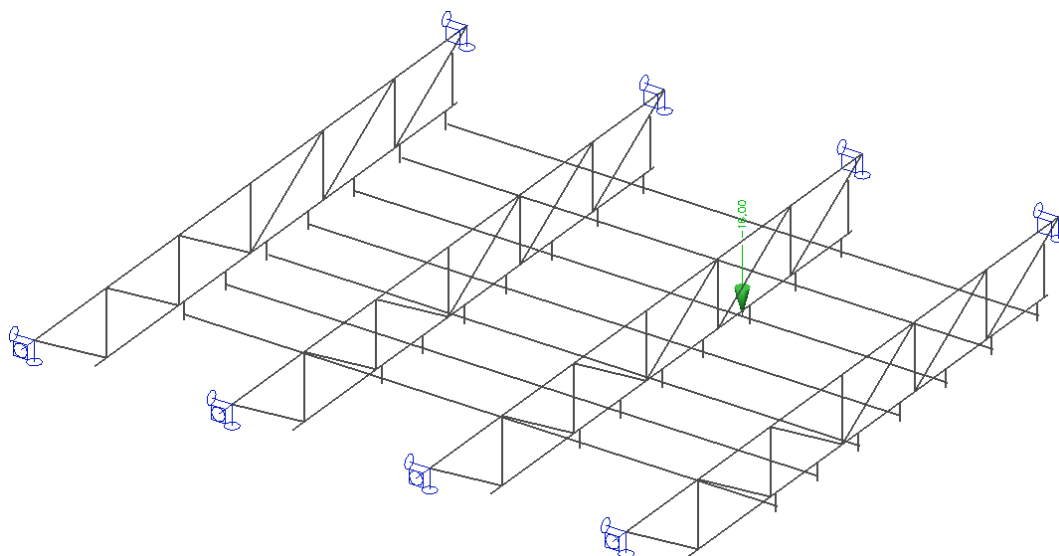
#### 5.6.2.4. Technologické zatížení

ZS4 – Hmotnost technologie C ramene uvažováno jako bodové zatížení  $-16,0 \text{ kN}$  ve vybraném místě 1.



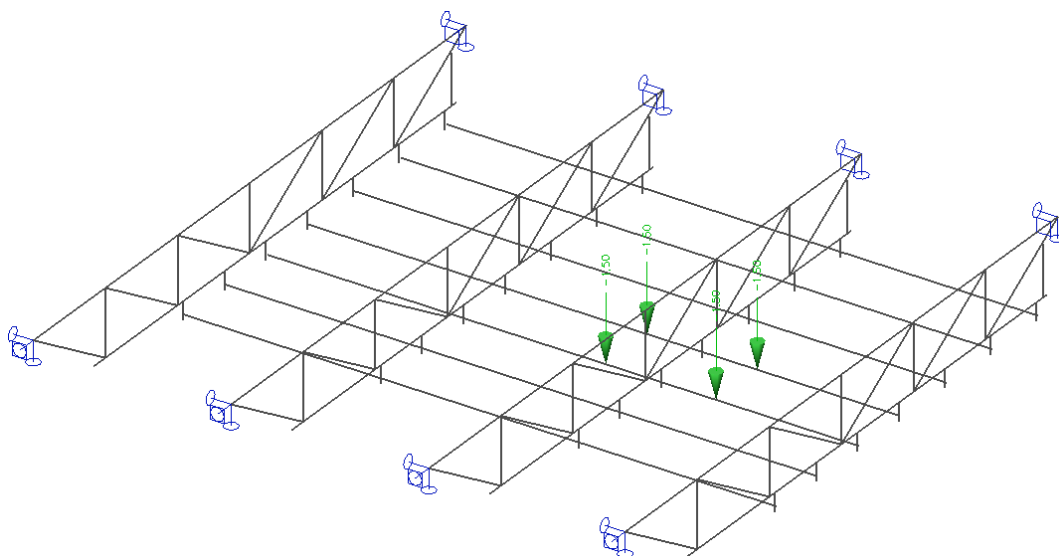
Obr. 5. Zatěžovací stav ZS4.

ZS5 – Hmotnost technologie C ramene uvažováno jako bodové zatížení -16,0 kN ve vybraném místě 2.



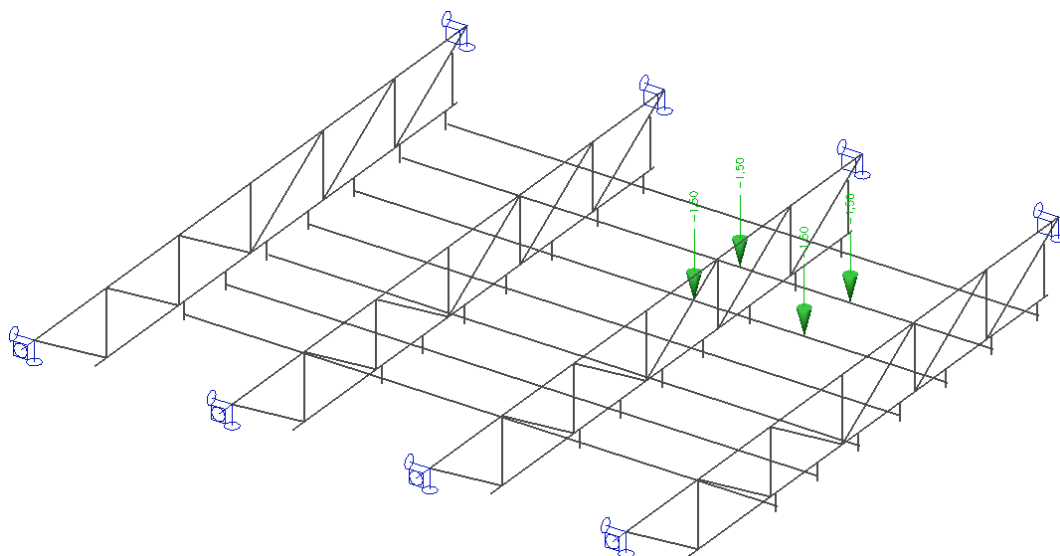
Obr. 6. Zatěžovací stav ZS5.

ZS6 – Hmotnost technologie monitorů uvažováno jako bodové zatížení 4x -1,5 kN ve vybraném místě 1.



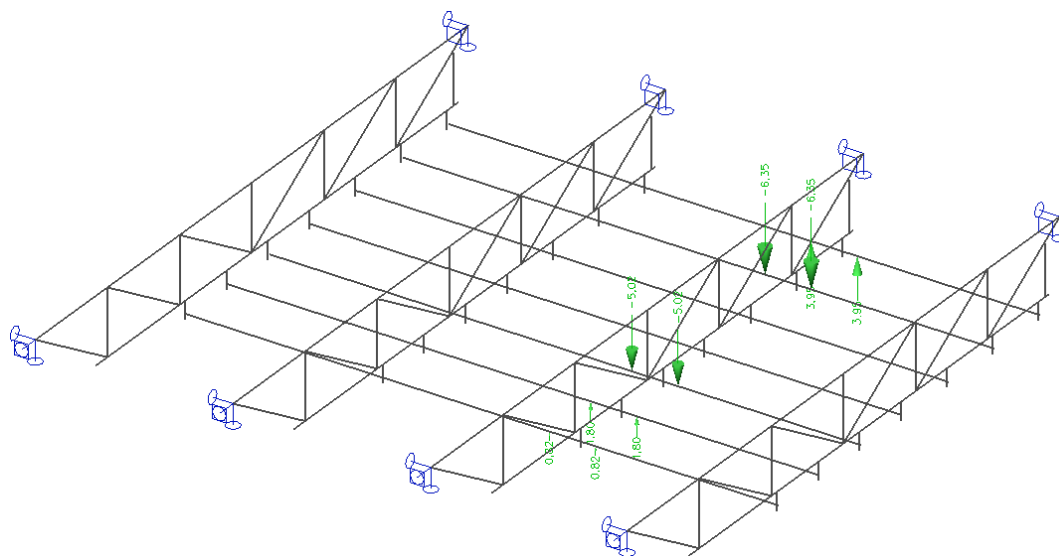
Obr. 7. Zatěžovací stav ZS6.

ZS7 – Hmotnost technologie monitorů uvažováno jako bodové zatížení 4x -1,5 kN ve vybraném místě 2.



Obr. 8. Zatěžovací stav ZS7.

ZS8 – Hmotnost technologie závěsů uvažováno jako bodové zatížení 2x -6,35, 2x 3,95, 2x 0,82, 2x 1,8, 2x -5,02 kN ve vybraném místě.



Obr. 9. Zatěžovací stav ZS8.

### 5.6.2.5.Proměnné zatížení

Pozn. Užité zatížení na stropě na masivních ocelových zatíženích již není možné, je nad nimi proveden nový samonosný strop, který ocelové nosníky nezatěžuje.

### 5.6.3.Kombinace zatížení

#### 5.6.3.1.Mezní stavy únosnosti MSÚ

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Podlaha nad místem instalace	1,00
		ZS3 - Pohled s nosníky	1,00
		ZS4 - Technologie C rameno v místě 1	0,90
		ZS5 - Technologie C rameno v místě 2	0,90
		ZS6 - Technologie monitory v místě 1	0,90
		ZS7 - Technologie monitory v místě 2	0,90
		ZS8 - Technologie závěsu v místě 1	0,90

Jednotlivé dílčí obálky kombinací a dílčí lineární kombinace obálek nejsou ve výpočtu rozepsány.

#### 5.6.3.2.Mezní stavy použitelnosti MSP

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSP-Char (auto)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Podlaha nad místem instalace	1,00
		ZS3 - Pohled s nosníky	1,00
		ZS4 - Technologie C rameno v místě 1	1,00
		ZS5 - Technologie C rameno v místě 2	1,00
		ZS6 - Technologie monitory v místě 1	1,00
		ZS7 - Technologie monitory v místě 2	1,00
		ZS8 - Technologie závěsu v místě 1	1,00

Jednotlivé dílčí obálky kombinací a dílčí lineární kombinace obálek nejsou ve výpočtu rozepsány.



#### 5.6.4. Vnitřní síly a deformace

### 1D vnitřní síly

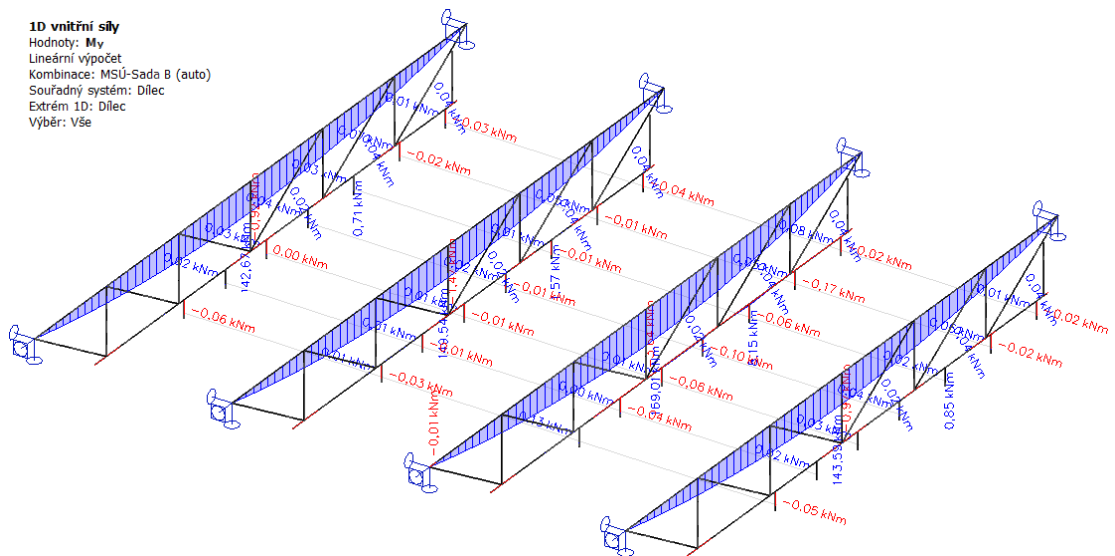
Hodnoty: **My**

### Lineární výpočet

Souřadný systém: Dilec

Extrém 1D: Dilec

Výběr: Vše



Obr. 10. Ohybový moment  $M_y$  pro MSÚ-Sada B [kNm].

### 1D vnitřní síly

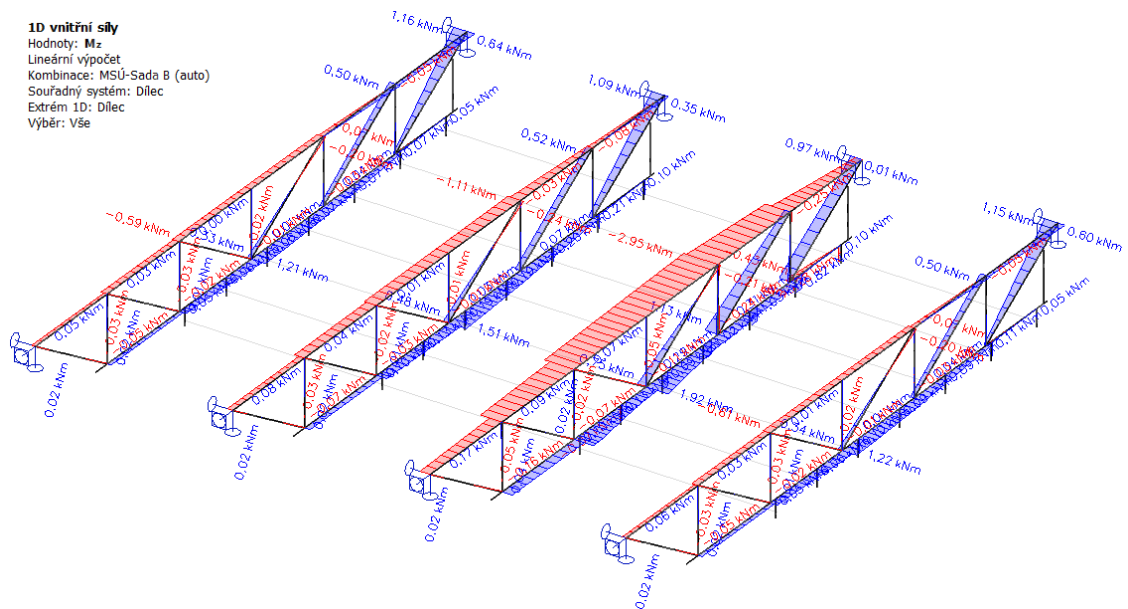
Hodnoty:  $M_z$

Lineární výpočet  
Kombinace: MEI

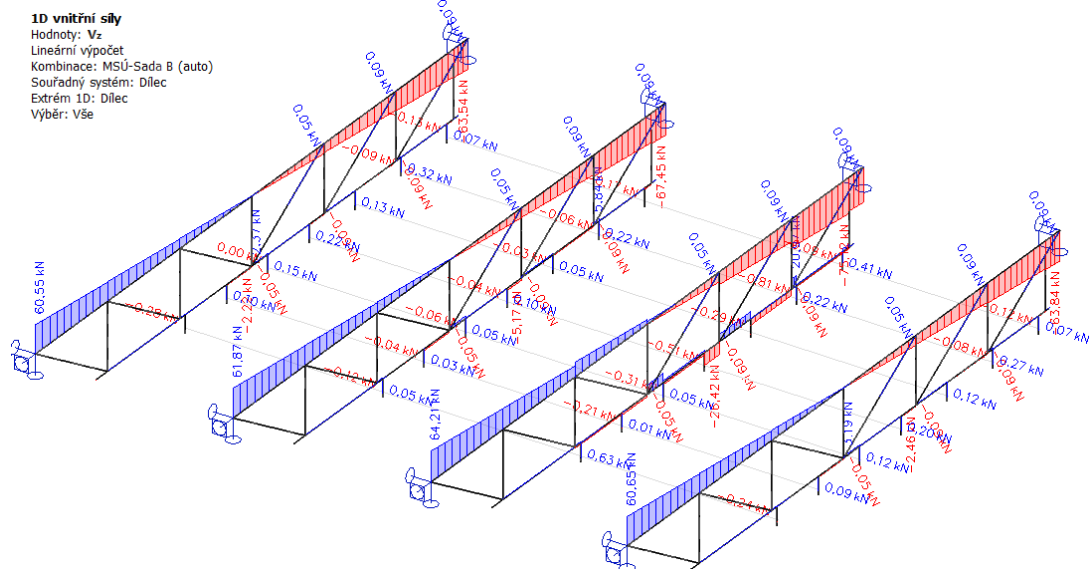
Souřadný systém: Dílce

Extrém 1D: Dílec

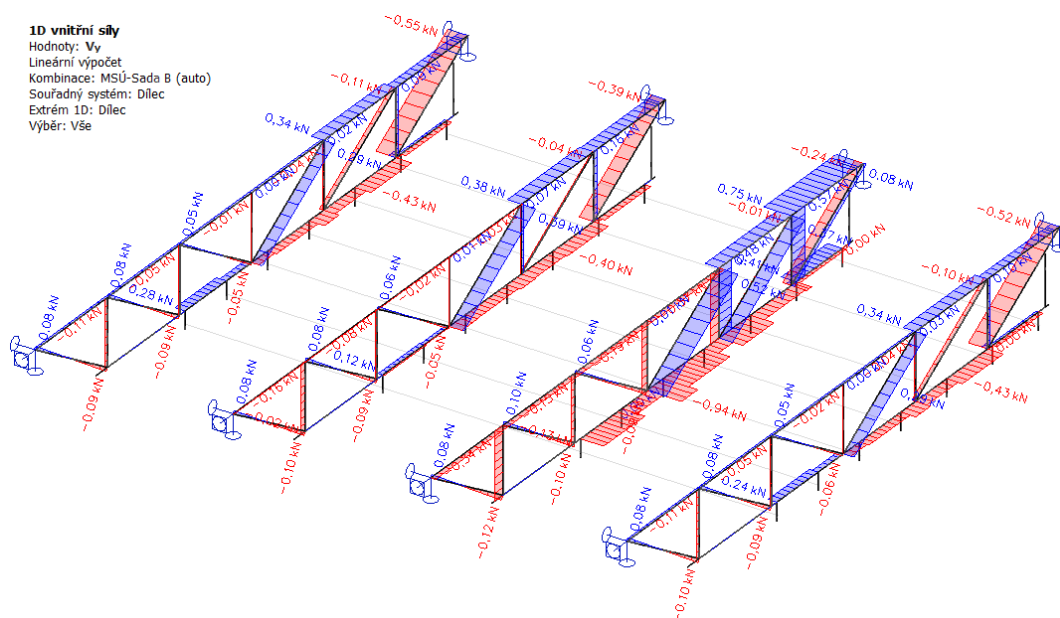
Výběr: Vše



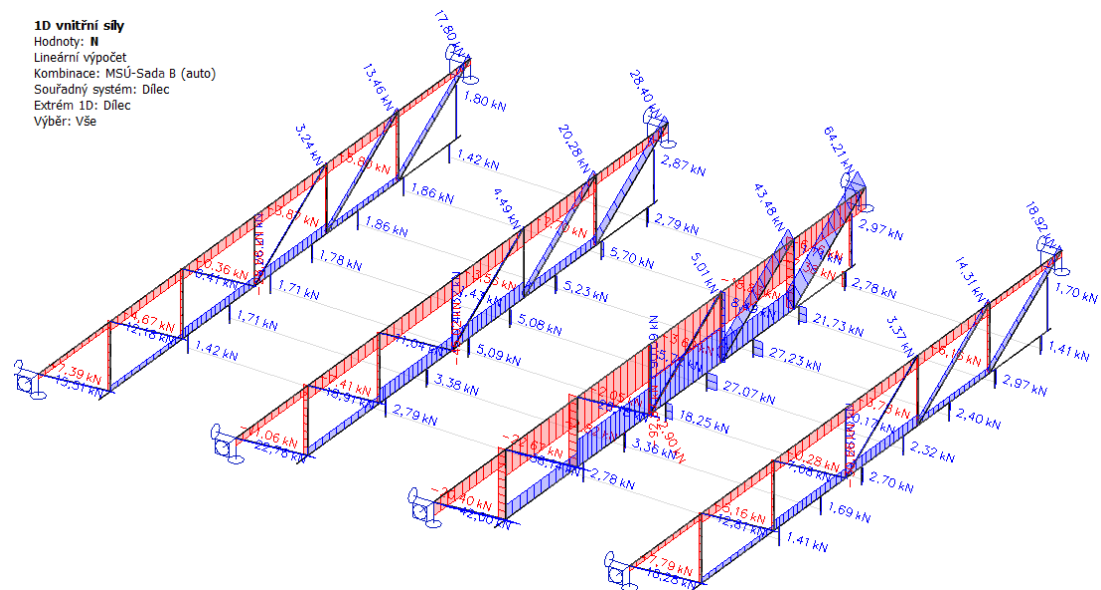
Obr. 11. Ohybový moment  $M_z$  pro MSÚ-Sada B [kNm].



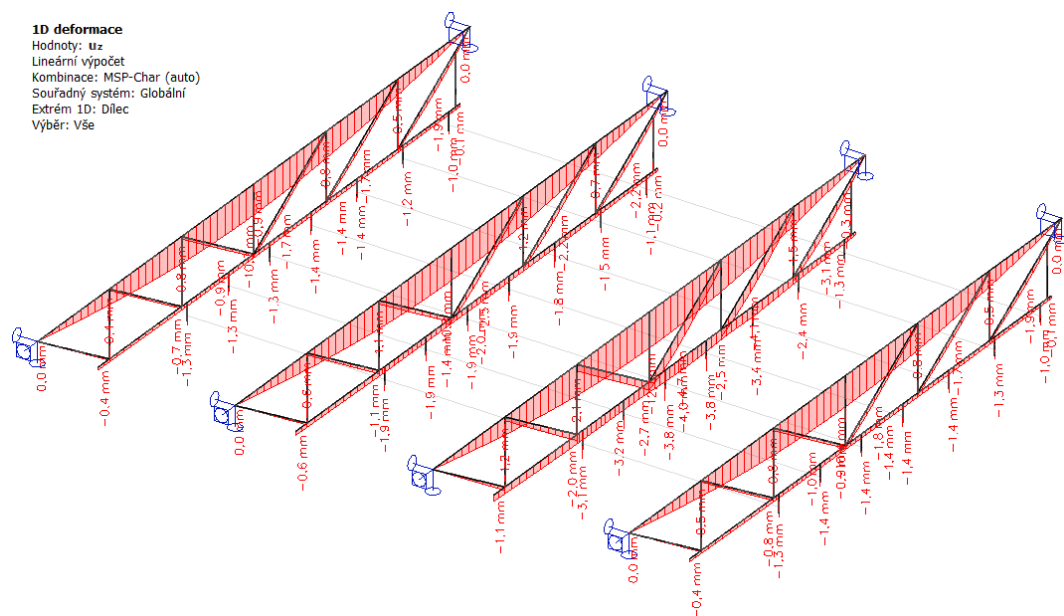
Obr. 12. Posouvající síla  $V_z$  pro MSÚ-Sada B [kN].



Obr. 13. Posouvající síla  $V_y$  pro MSÚ-Sada B [kN].

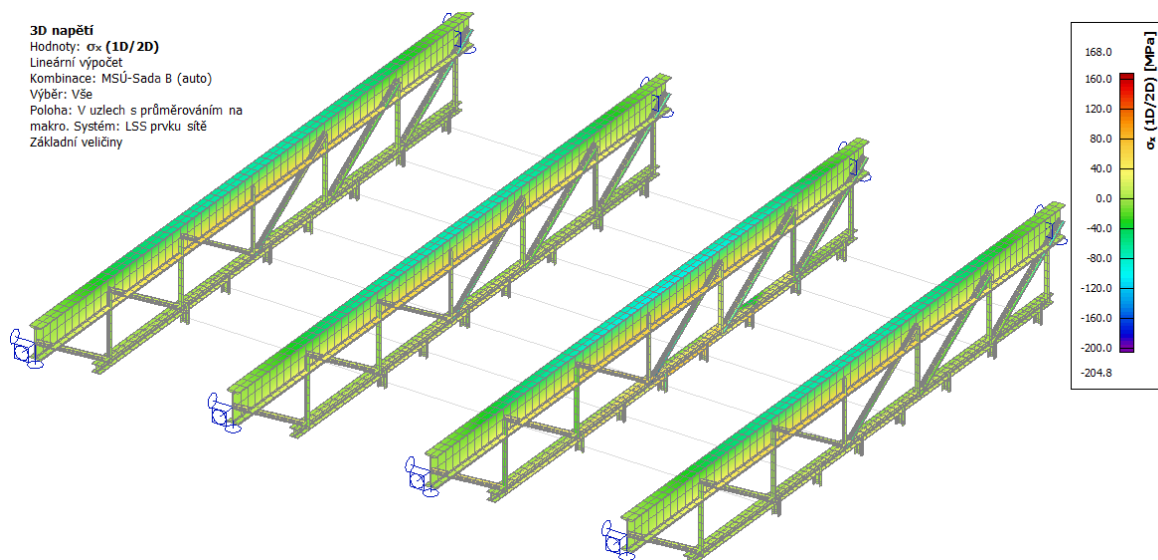


Obr. 14. Normálová síla N pro MSÚ-Sada B [kN].

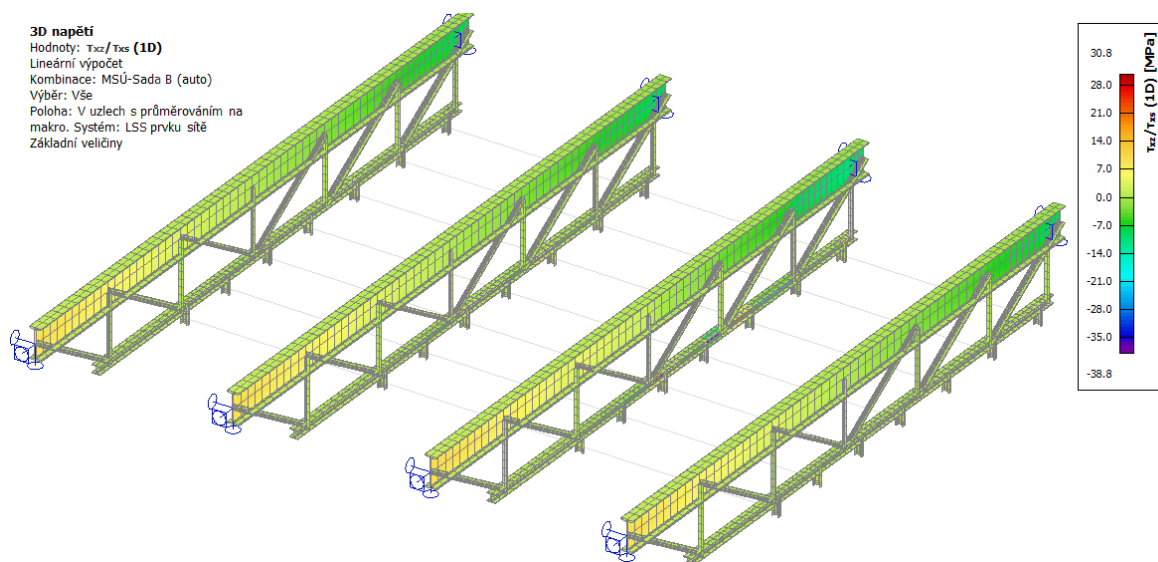


Obr. 15. Deformace  $u_z$  pro MSP-Char. [mm].

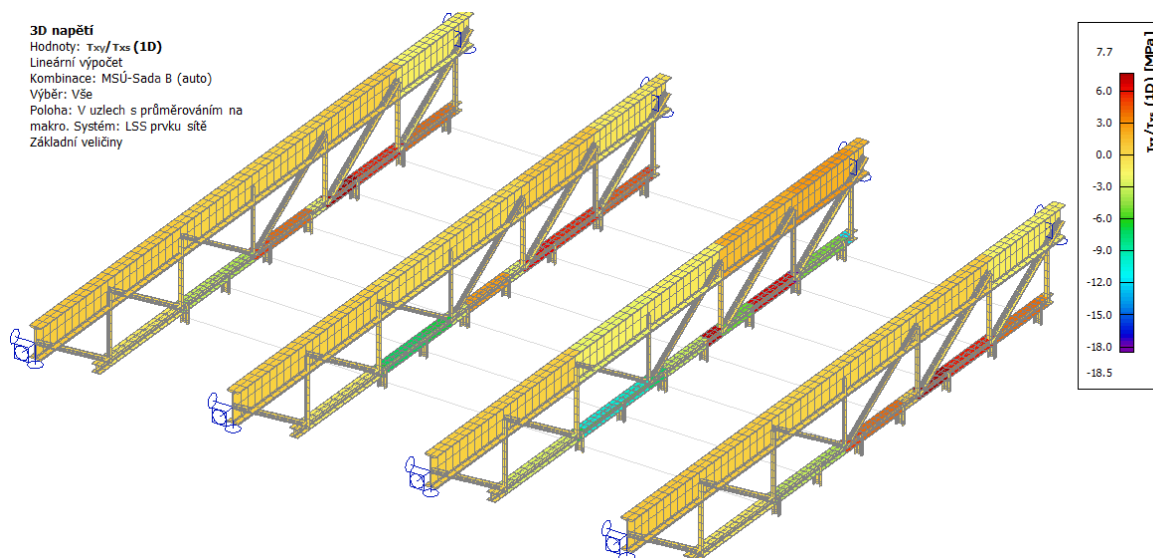
### 5.6.5. Napětí



Obr. 16. Normálová napětí  $\sigma_x$  pro MSÚ-Sada B [MPa].



Obr. 17. Smykové napětí  $\tau_{xz}$  pro MSÚ-Sada B [MPa].

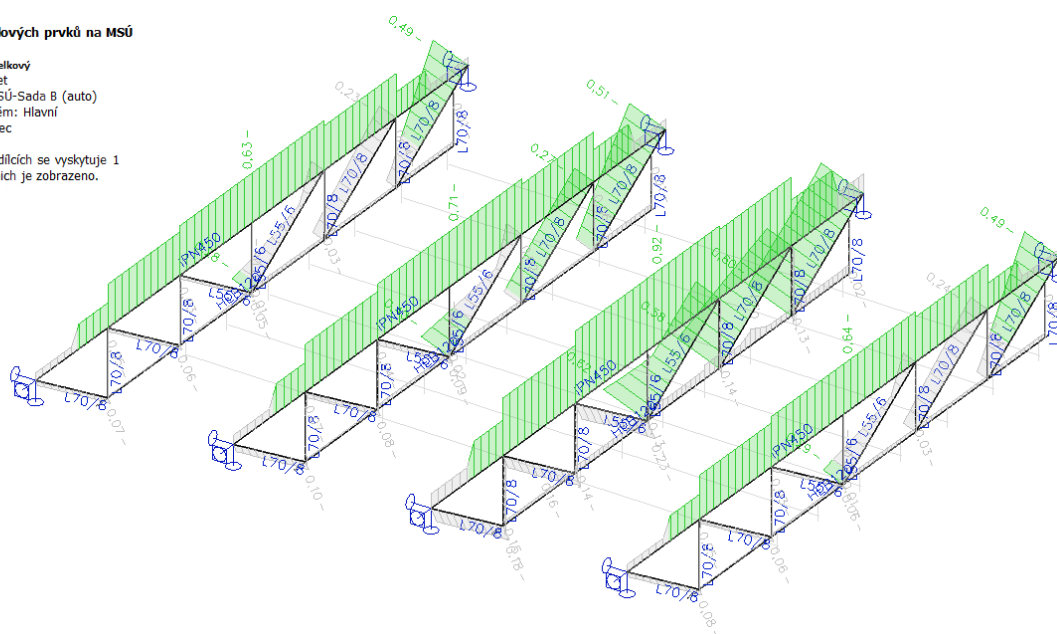


Obr. 18. Smykové napětí  $\tau_{xy}$  pro MSÚ-Sada B [MPa].

### 5.6.6. Posouzení MSÚ a MSP

Posouzení MSÚ:

**Posudek ocelových prvků na MSÚ**  
**EC-EN 1993**  
Hodnoty: **UC Celkový**  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dilec  
Výběr: Vše  
Na vybraných dílech se vyskytuje 1 varování. 0 z nich je zobrazeno.

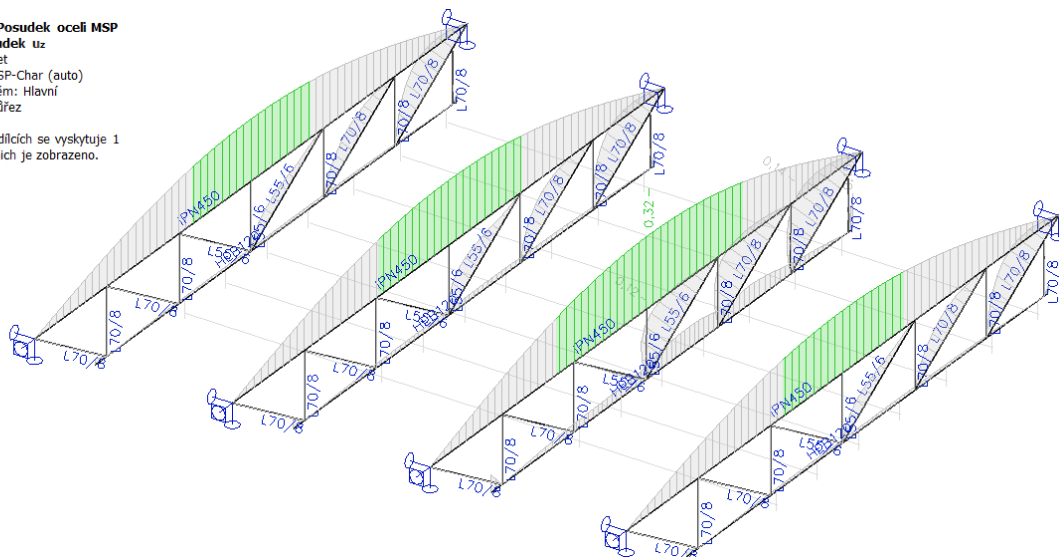


Obr. 19. Grafické posouzení MSÚ pro MSÚ-Sada B.

Všechny posuzované prvky vyhovují z hlediska mezního stavu únosnosti MSÚ.

Posouzení MSP:

EC-EN 1993 Posudek oceli MSP  
Hodnoty: Posudek uz  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP-Char (auto)  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše  
Na vybraných dílech se vyskytuje 1  
varování. 0 z nich je zobrazeno.



Obr. 20. Grafické posouzení MSP pro MSP-Char.

Všechny posuzované prvky vyhovují z hlediska mezního stavu použitelnosti MSP.

## 5.7. Závěr

Původní profil nosníku IPN 450 a navržené profily dolního pasu HEB120 a diagonál L70/8 a L55/5 vyhovují na mezní stavy únosnosti MSÚ (jsou únosné) a použitelnosti MSP (nedojde k výrazným deformacím), při dodržení statického působení, předpokládaných materiálů, rozměrů prvků, zatížení a při dodržení všech okrajových podmínek specifikovaných v technické zprávě a statickém posouzení.

Svary provádět jako koutové či tupé vždy s provařeným kořenem svaru. Minimální velikost koutového svaru je 4 mm a styčníky je nutné dimenzovat v rámci dílenské dokumentace na vnitřní síly v jednotlivých prutech.

## 6. Seznam výkresů

- |           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| 2354-S-01 | Závěsná konstrukce – půdorys        |
| 2354-S-02 | Závěsná konstrukce – řezy           |
| 2354-S-03 | Závěsná konstrukce – detail 1       |
| 2354-S-04 | Kotvení stropních tubusů – detail 2 |