

## OBSAH

<b>1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>3</b>
1.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA STAVBY .....	3
<b>2. POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE .....</b>	<b>3</b>
2.1. ZÁKLADNÍ PARAMETRY MOSTU .....	3
2.2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ .....	3
<b>3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>4</b>
3.1. STATICKÝ MODEL .....	5
3.2. FÁZE VÝSTAVBY .....	7
<b>4. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE A JEHO ÚČINKY .....</b>	<b>8</b>
4.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ .....	8
4.1.1. FÁZE V – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ .....	9
4.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ – ZATÍŽENÍ DORAVOU .....	11
4.2.1. gr1a – LM1 .....	11
4.2.2. gr5 – LM3 .....	13
4.3. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ – ZATÍŽENÍ TEPLOTOU .....	14
4.3.1. ROVNOMĚRNÁ SLOŽKA TEPLoty .....	14
4.3.2. SVISLÁ LINEÁRNÍ SLOŽKA .....	16
<b>5. KOMBINACE – FÁZE V .....</b>	<b>18</b>
5.1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (MSÚ) .....	18
5.2. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI (MSP) .....	19
5.2.1. CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE .....	19
5.2.2. ČASTÁ KOMBINACE .....	19
5.2.3. KVAZISTÁLÁ KOMBINACE .....	20
<b>6. MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI .....</b>	<b>20</b>
6.1. BETON .....	20
6.1.1. C30/37 – DESKA, PŘÍČNÍK .....	20
6.1.2. C50/60 – MK-T NOSNÍK .....	20
6.2. BETONÁŘSKÁ OCEL .....	21
6.3. PŘEDPÍNACÍ OCEL .....	21
6.4. KRYCÍ VRSTVA BETONU .....	21
<b>7. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY .....</b>	<b>22</b>
<b>8. NÁVRH PŘEDPĚTÍ .....</b>	<b>22</b>
8.1. NAPĚTÍ VE VÝZTUŽI .....	22
8.2. NÁVRH PŘEDPĚTÍ – STAV DEKOMPRESY PRO ČASTOU KOMBINACI .....	22
8.3. SEPARACE LAN .....	23
<b>9. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI .....</b>	<b>23</b>

9.1.	PODÉLNÝ SMĚR .....	23
9.2.	PŘÍČNÝ SMĚR.....	24
<b>10.</b>	<b>MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI NOSNÍKU.....</b>	<b>25</b>
10.1.	OMEZENÍ NAPĚTÍ.....	25
10.2.	OMEZENÍ TRHLIN.....	26
10.3.	OMEZENÍ PRŮHYBU .....	27
<b>11.</b>	<b>SPŘAŽENÁ DESKA.....</b>	<b>27</b>
11.1.	NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY - $t_{\infty}$ .....	27
11.2.	POSOUZENÍ.....	28
11.2.1.	MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY .....	28
11.2.2.	MSÚ .....	28
<b>12.</b>	<b>VYHLÍDKA.....</b>	<b>29</b>
12.1.	VNITŘNÍ SÍLY .....	29
12.2.	MSÚ .....	30
<b>13.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>30</b>

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 1.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA STAVBY

Název stavby a objektu:	VD Orlík, zabezpečení VD před účinky velkých vod
Druh stavby:	SO 05 – Rekonstrukce přemostění na hrázi
Projektant:	Výstavba nové mostní konstrukce Aquatris a.s., Botanická 834/56, 602 00 Brno, hlavní inženýr projektu Ing. Jiří Švancara, zodpovědný projektant Vít Rybák, autorizovaný inženýr v oboru dopravní stavby a mosty a inženýrské konstrukce, ČKAIT - 1000609.
Stupeň projektové dokumentace:	DPPS
Místo stavby:	Milešov (540749)
Katastrální území:	Orlické Zlákovice (694614)
Obec:	Milešov (540749)

## 2. POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE

### 2.1. ZÁKLADNÍ PARAMETRY MOSTU

#### Technické parametry:

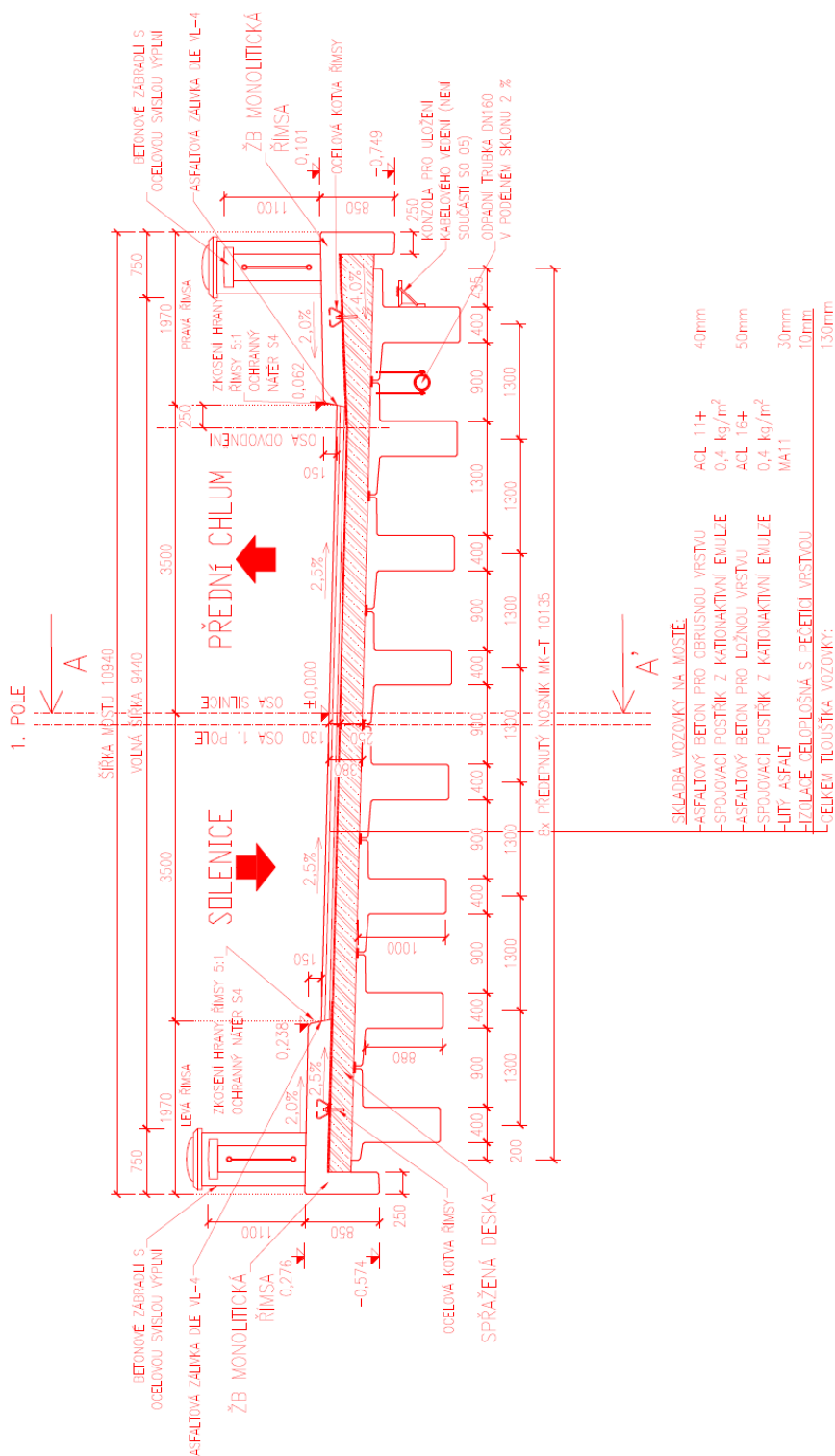
Počet polí	3 pole
Délka přemostění	42,45m
Délka nosné konstrukce	44,7m
Šířka mostu	10,95m
Volná šířka na mostě	9,5m
Stavební výška	1,38m
Šikmost	kolmý most
Kategorie převáděné komunikace	silnice III. třídy
Sklonové poměry na mostě	příčný sklon 2,5%

### 2.2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Součástí rekonstrukce VD Orlík je i výstavba nového mostního objektu. Mostní objekt je tvořen třípolovou konstrukcí z předem předpjatých prefabrikátů MK-T z betonu C50/60, XF2. Výška prefabrikovaného nosníku je 1m, šířka stojiny je 0,4m. Každé pole je tvořeno osmi prefabrikáty, které jsou spřaženy železobetonovou deskou z betonu C30/37, tl. 0,25m. Mostní objekt je po obou stranách vybaven chodníky a šířce 1,97m. Ve středním poli se nachází vyhlídka s vyložení 4,36m před líc krajních nosníků.

### 3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

#### Příčné řezy



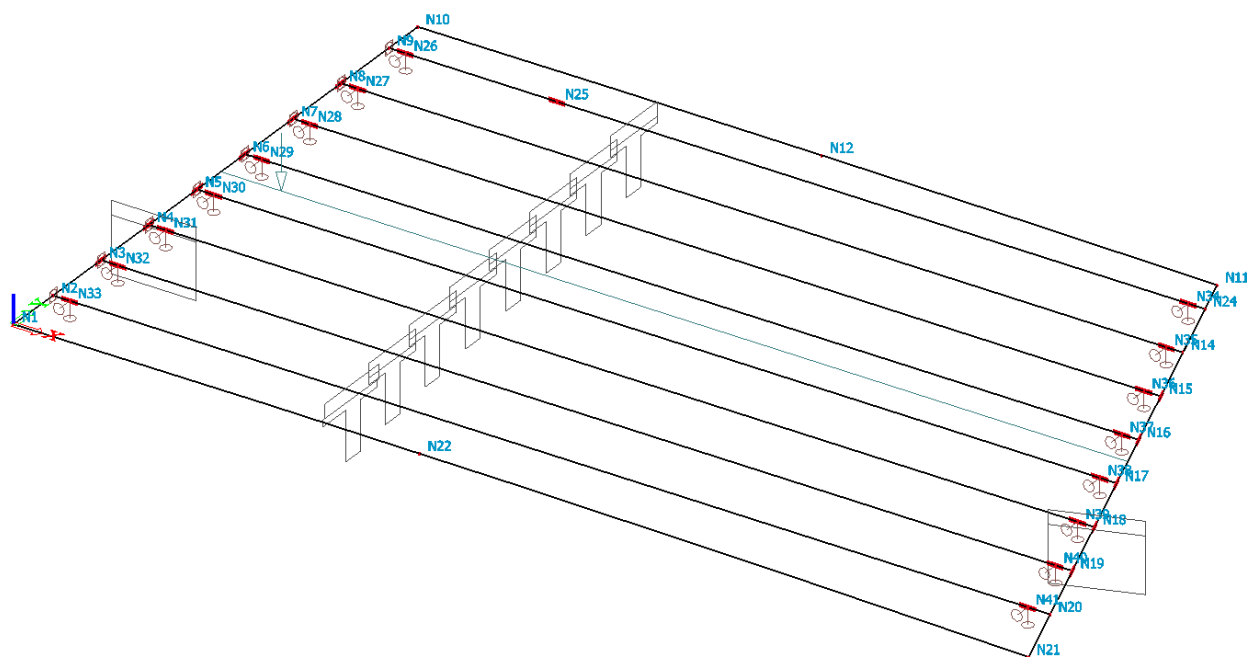
[illegible]

## Stránka 5 z 30

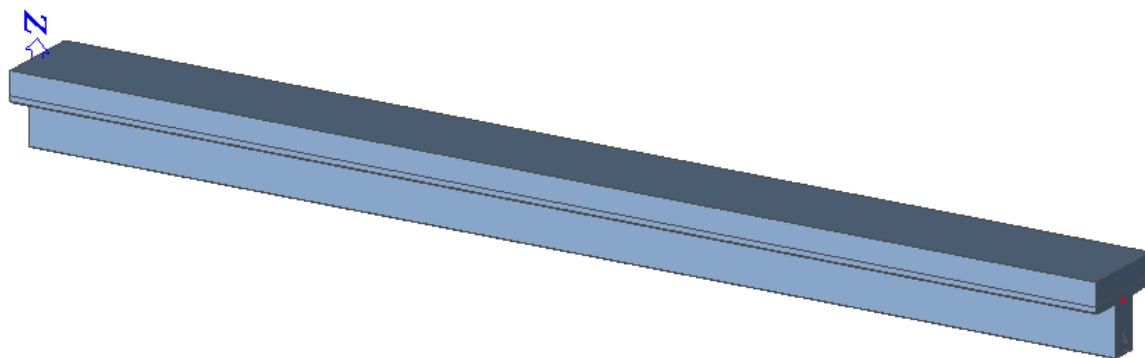
nosníky, které mají konstantní výšku 1,0m. Vyrábí se na dráze a přepínací lana jsou typu Y1860S7-15,7. Lana lze podle potřeby separovat.

Pro výpočet stálých zatížení a účinků smršťování a dotvarování byl vytvořen prutový model vybraného nosníku – nejvíce namáhaný. Výpočet byl proveden časově závislou analýzou s vlivem dotvarování a smršťování betonu, kdy byla zohledněna změna příčného řezu i změna uložení.

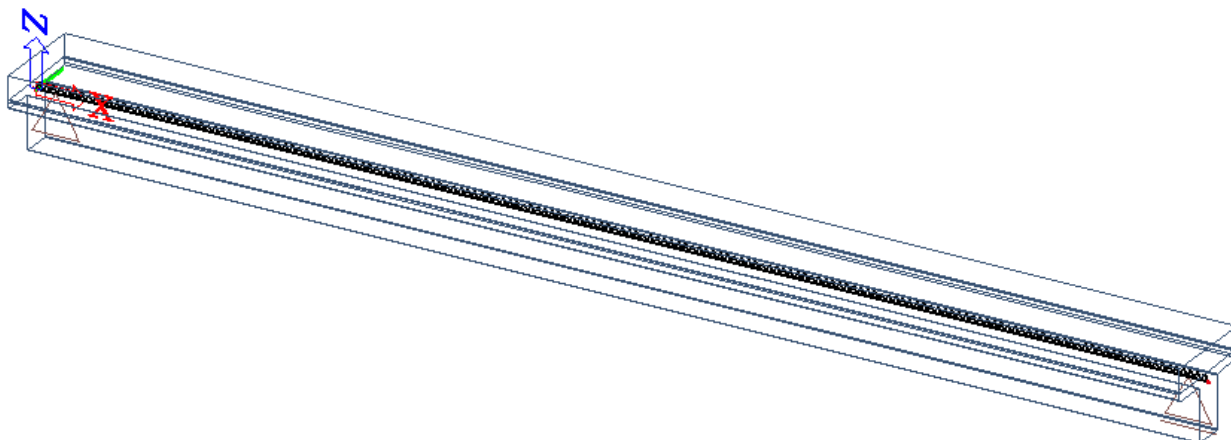
#### Statické schéma – deska s žebry XY



#### Prostorový model – prut XZ



Statické schéma – prut XZ

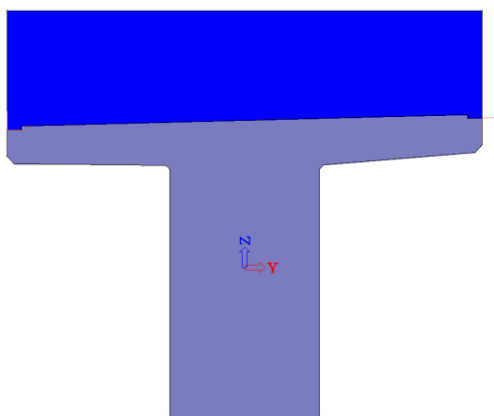


### 3.2. FÁZE VÝSTAVBY

Konstrukce bude stavěna v několika fázích výstavby. Tyto fáze jsou shrnuté v následující tabulce a jsou obsažené ve statickém výpočtu.

Ve fázi I až II vzdoruje zatížení pouze samotný průřez nosníku (fialová)

Ve fázi III až V vzdoruje zatížení nosník se spřaženou deskou (modrá)

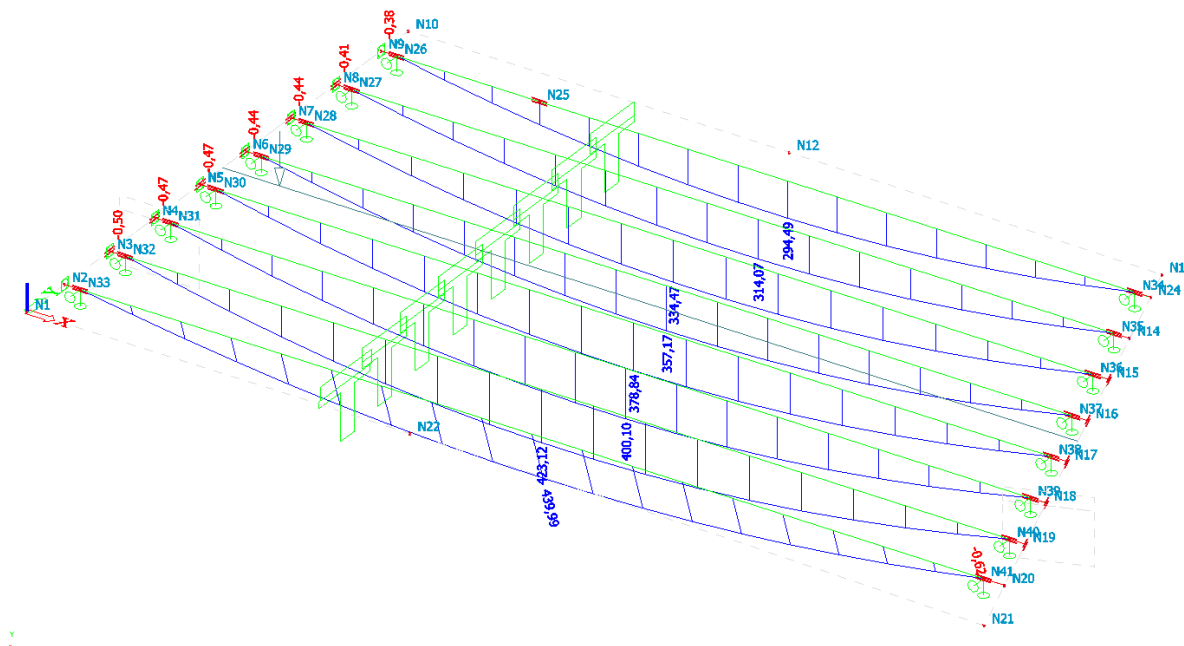


#### 4. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE A JEHO ÚČINKY

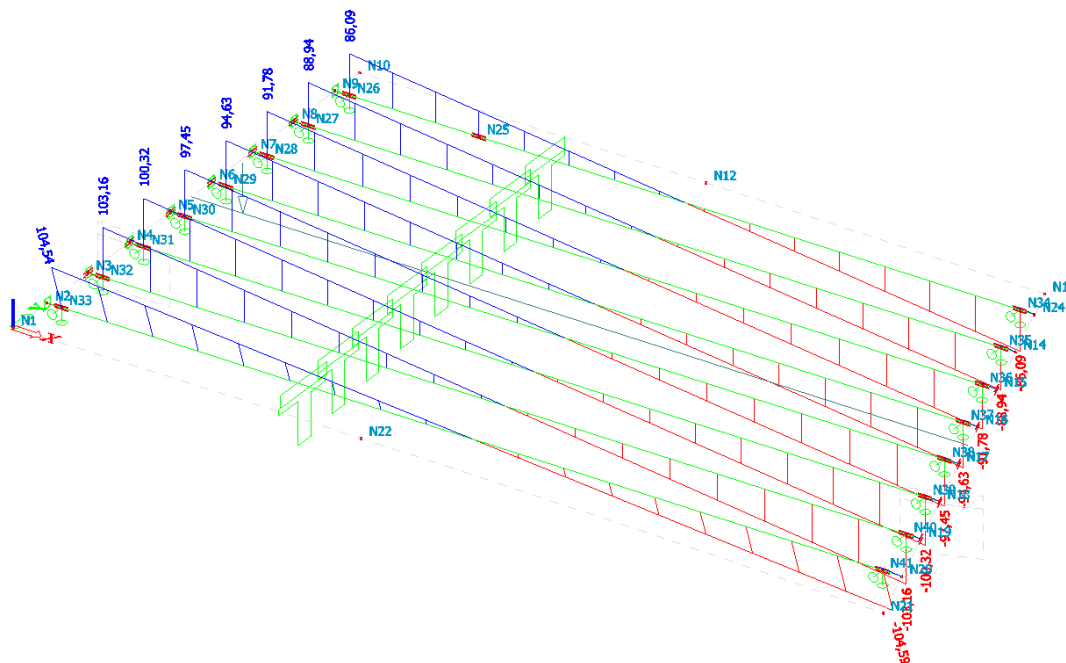
##### 4.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

4.1.2. FÁZE III – VLASTNÍ TÍHA SPŘAŽENÉ DESKY A PŘÍČNÍKŮ Zatížení je generováno programem.

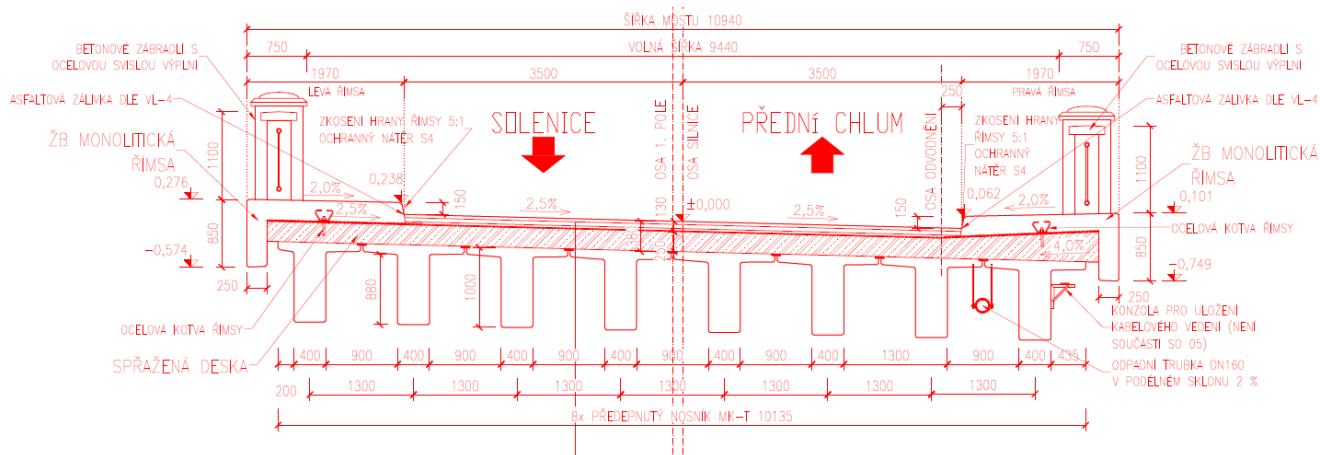
My



Vz



#### 4.1.1. FÁZE V – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ



#### Vozovkové vrstvy

- Asfaltový beton ohrubný	ACL 11+	40 mm	$0,04 \cdot 24 = 0,96 \text{ kN/m}^2$
- Asfaltový beton ohrubný	ACL 16+	50 mm	$0,05 \cdot 24 = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Litý asfalt	MA 11	30 mm	$0,03 \cdot 24 = 0,72 \text{ kN/m}^2$
- Celoplošná izolace s pečecí vrstvou		10 mm	$0,01 \cdot 12 = 0,12 \text{ kN/m}^2$
<b>Celkem</b>			<b>3,00 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Betonové sloupky (bodové zatížení v rozích desky)

**4,2 kN/m<sup>2</sup>**

#### Levá římsa

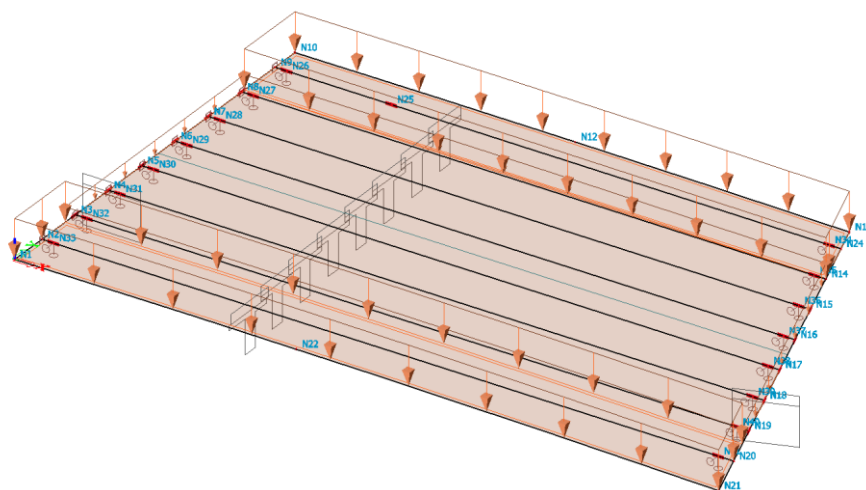
**8,35 kN/m<sup>2</sup>**

#### Pravá římsa

**8,35 kN/m<sup>2</sup>**

#### Ocelové zábradlí (liniové zatížení na hraně desky)

**1,0 = 1,0 kN/m**



[illegible]

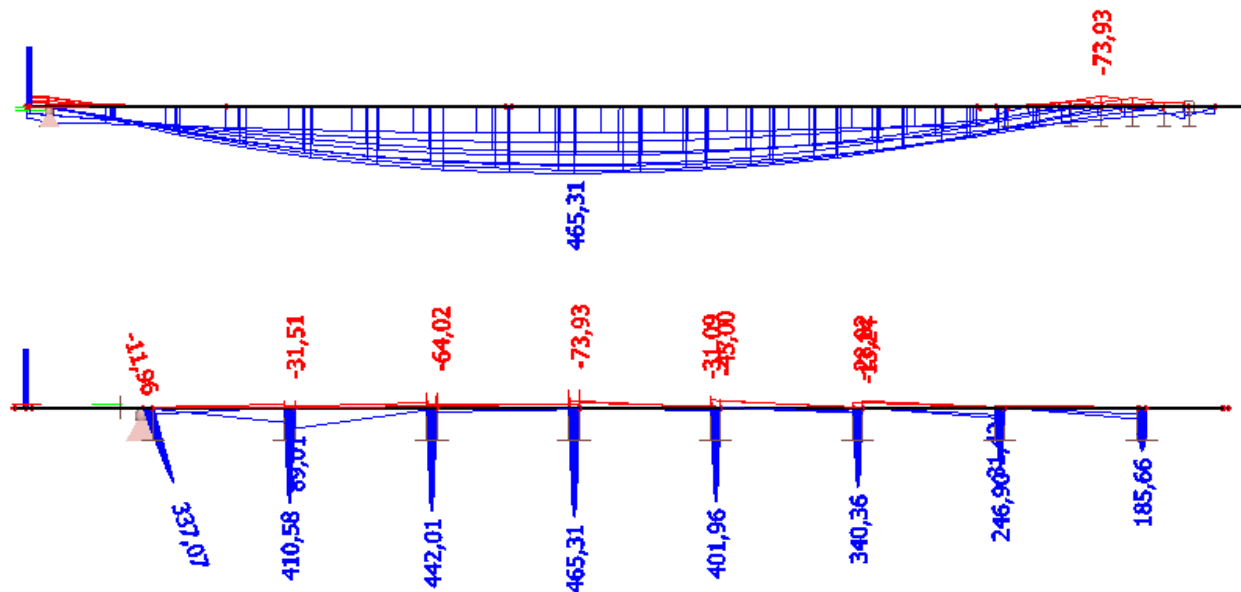
## Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů



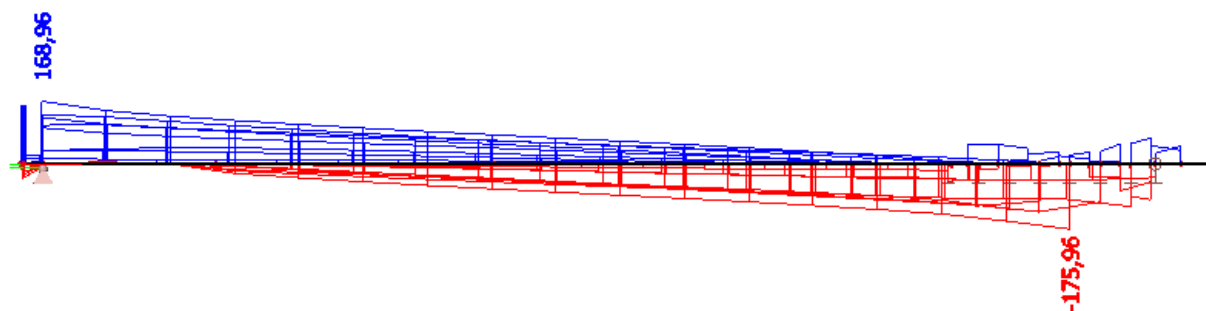
#### 4.2.1.gr1a – LM1

$$q_{chodník} = 3 \text{ kN/m}^2$$

**My** (bez kombinačních součinitelů)



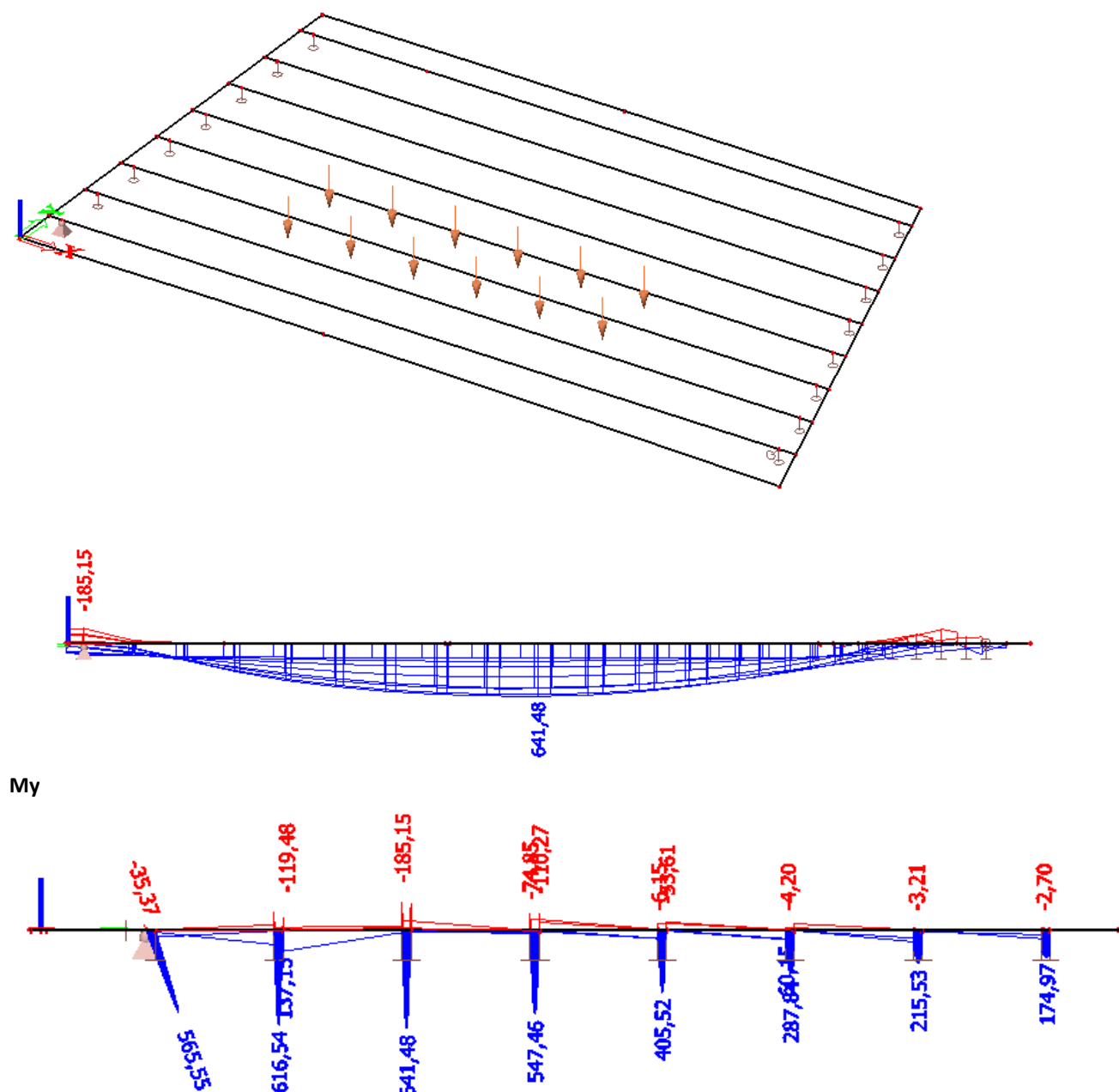
**Vz** (bez kombinačních součinitelů)

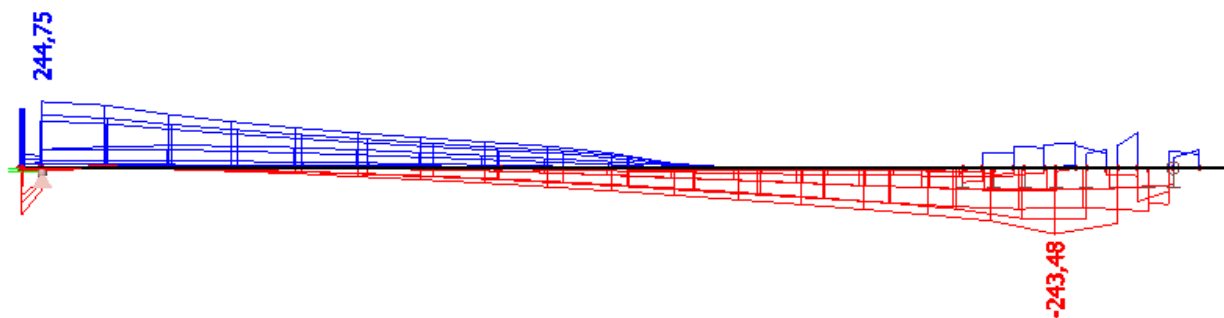


#### 4.2.2.gr5 – LM3

Zvláštní vozidlo pro silnice III. třídy:

- $900/150n = 6 \times 150 \text{ kN}$
- zvláštní vozidlo se pohybuje v prostoru zatěžovacích pruhů
- rychlost  $\leq 70 \text{ km/hod} \Rightarrow$  dynamický součinitel  $\phi = 1,25$
- Jedná se o jediné vozidlo na mostě





Vz

### 4.3. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ – ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

#### 4.3.1. ROVNOMĚRNÁ SLOŽKA TEPLOTY

Typ průřezů: Typ 3. b betonový nosník

$$T_{e,max} = T_{max} + 1,5^{\circ}C = 40 + 1,5 = 36,5^{\circ}C$$

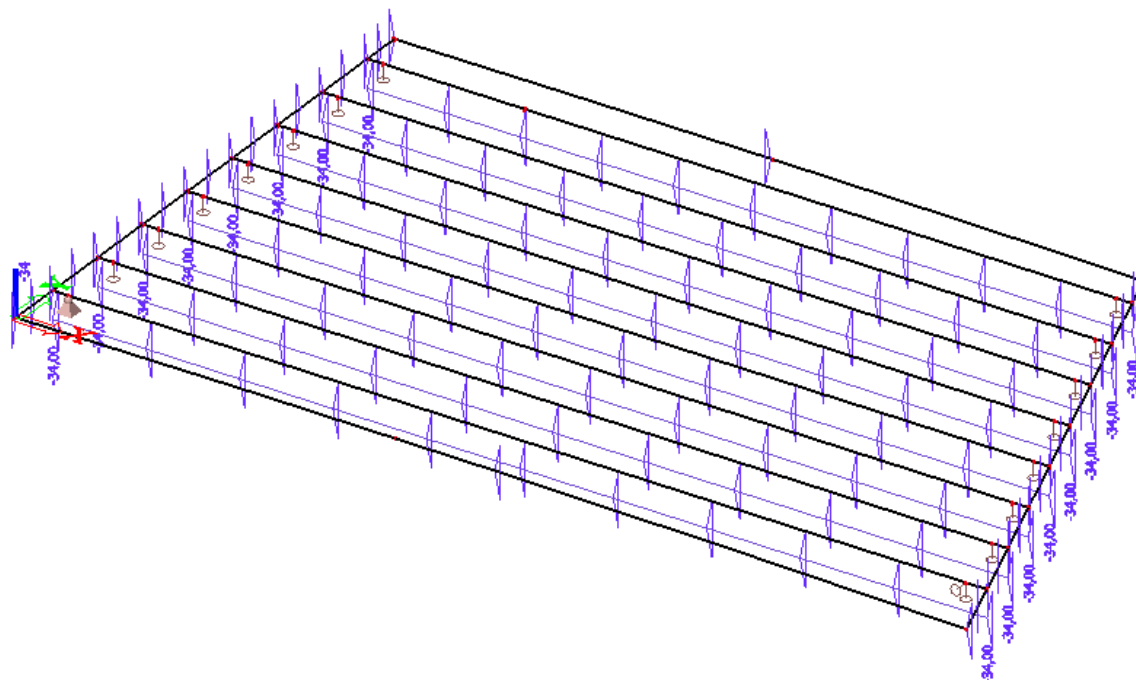
$$T_{e,min} = T_{min} + 8^{\circ}C = -32 + 8 = -24^{\circ}C$$

$$T_0 = 10^{\circ}C$$

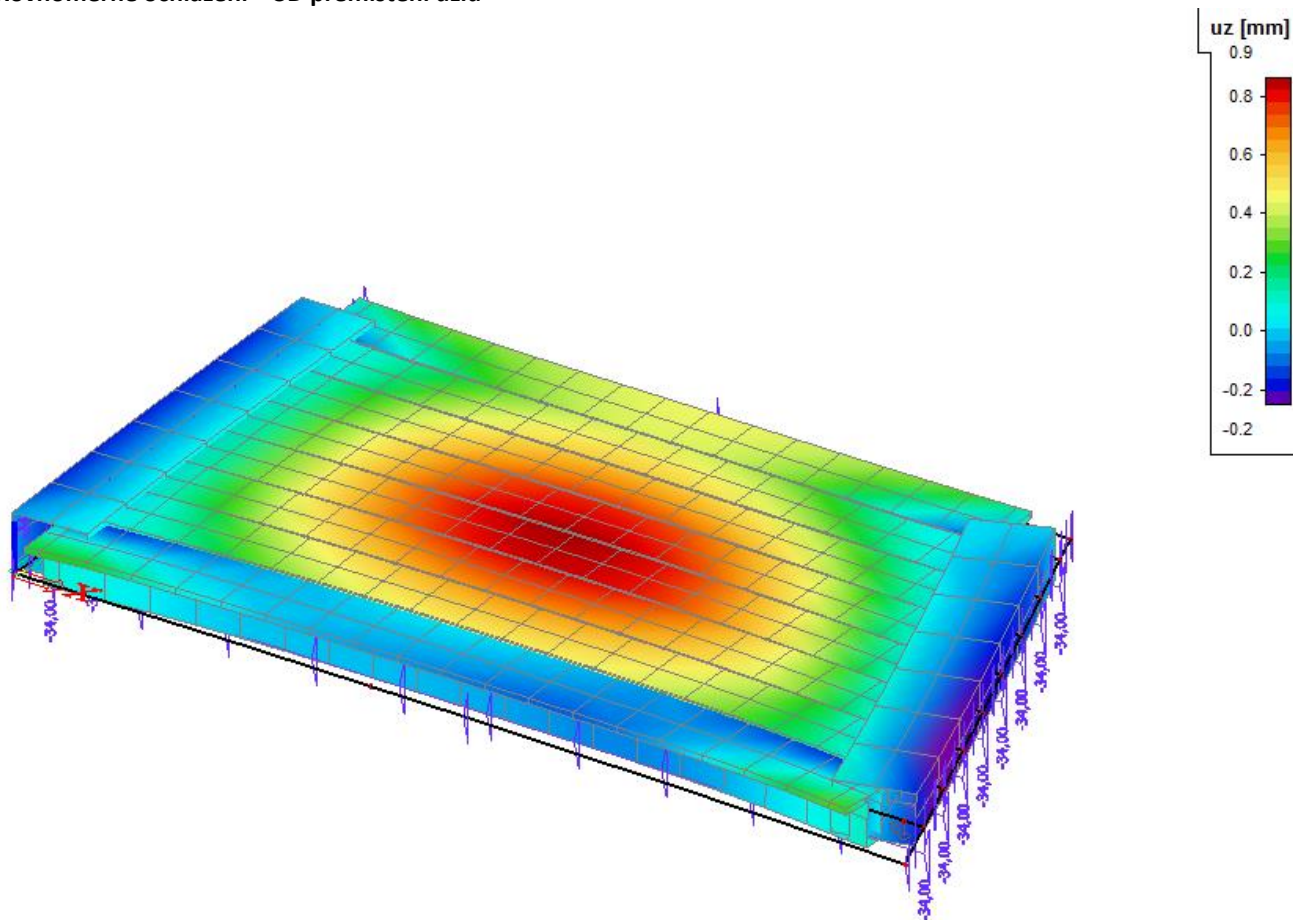
$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 10 - (-24) = -34^{\circ}C$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 36,5 - 10 = 26,5^{\circ}C$$

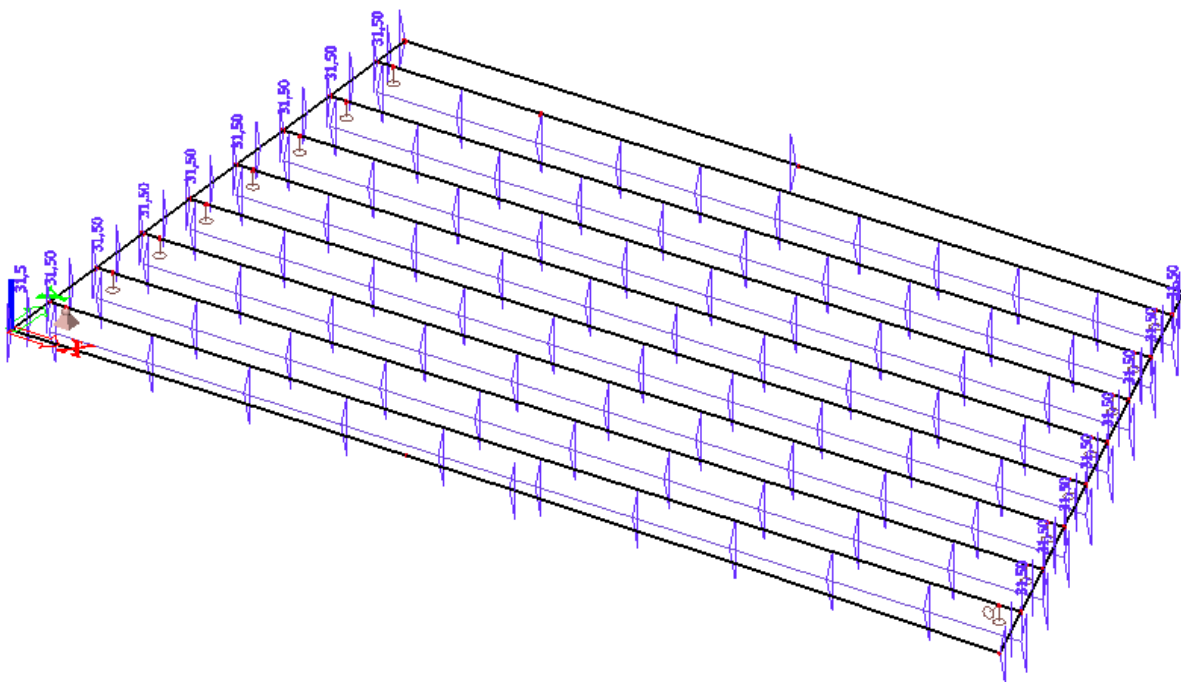
Rovnoměrné ochlazení



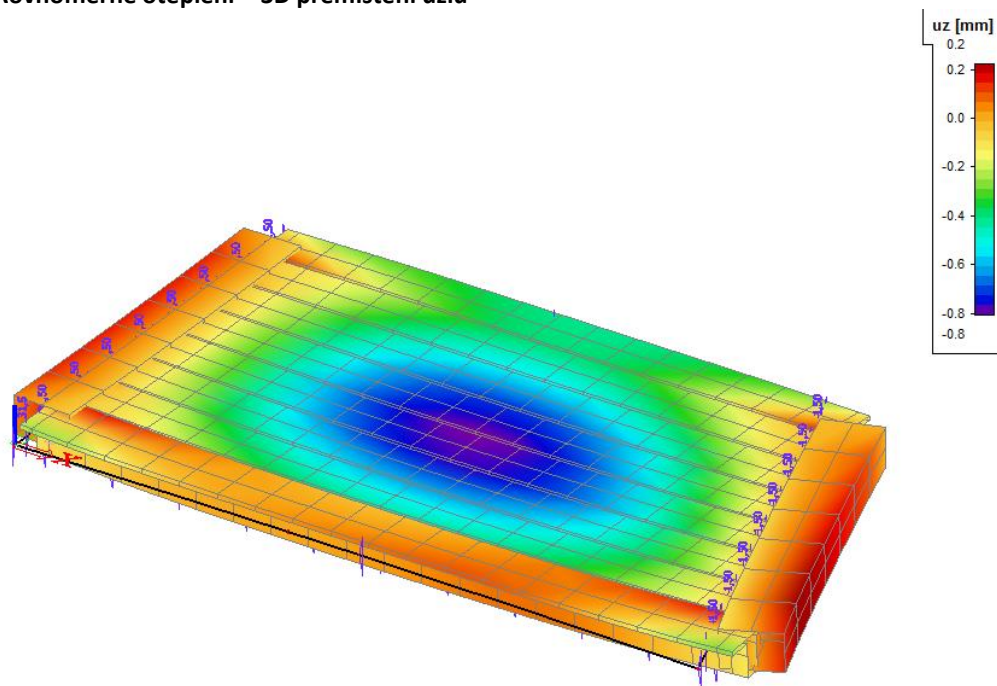
Rovnoměrné ochlazení – 3D přemístění uzlů



Rovnoměrné oteplení



### Rovnoměrné oteplení – 3D přemístění uzlů



#### 4.3.2. SVISLÁ LINEÁRNÍ SLOŽKA

- Je uvažován **Postup 1** a hodnoty dle normy ČSN EN 1991-1-5
- 3. typ: betonová nosná konstrukce – betonový nosník

Horní povrch je teplejší než dolní

$$\Delta T_{M,heat} = 15^{\circ}\text{C} \cdot k_{sur} = 15 \cdot 0,7 = 10,5^{\circ}\text{C}$$

Dolní povrch je teplejší než dolní

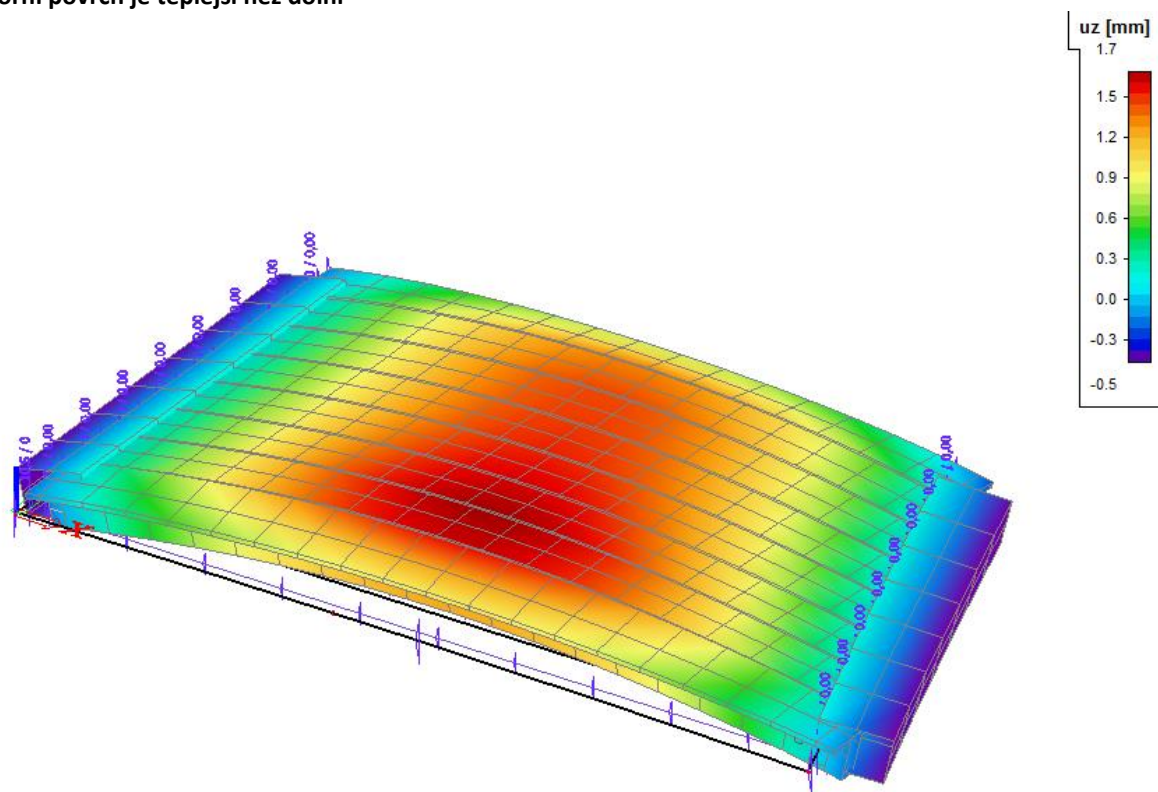
$$\Delta T_{M,cool} = 8^{\circ}\text{C} \cdot k_{sur} = 8 \cdot 1 = 8^{\circ}\text{C}$$

Pozn.: Hodnoty uvedené v tabulce 6.1 pro mosty pozemních komunikací vycházejí z 50 mm tloušťky mostního svršku. Pro jiné tloušťky mostního svršku se mají tyto hodnoty vynásobit součinitelem  $k_{sur}$ . Doporučené hodnoty součinitele jsou uvedené v tabulce 6.2 normy ČSN EN 1991-1-5.

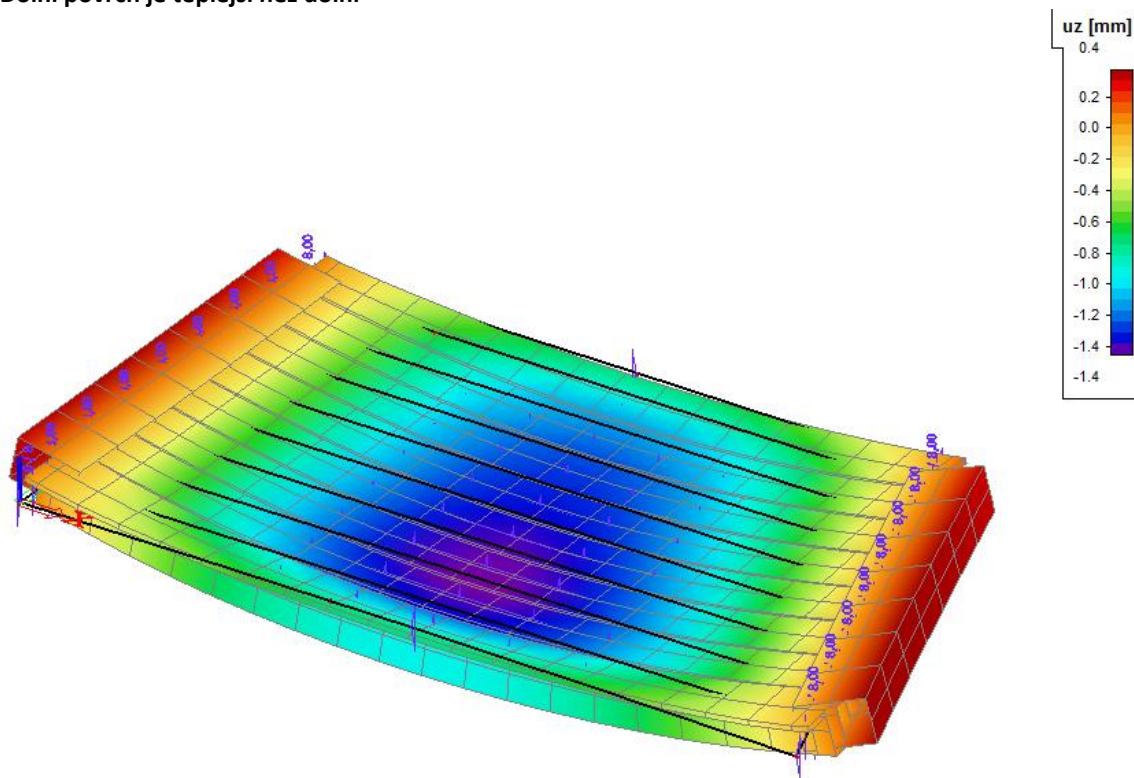


Typ 3.b: betonový nosník

Horní povrch je teplejší než dolní



Dolní povrch je teplejší než dolní



## 5. KOMBINACE – FÁZE V

Součinitele  $\psi$  pro mosty pozemních komunikací:

zatižení	značka		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
dopravou	gr1a	TS (dvojnápravy)	0.75	0.75	0
		UDL (rovnorné zatižení)	0.40	0.40	0
		chodci a cyklisti	0.40	0.40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)		0	0.75	0
	gr2 (vodorovné síly)		0	0	0
	gr3 (zatižení chodci)		0	0.40	0
	gr4 (zatižení davem lidí)		0	-	0
	gr5 (zvláštní vozidla)		0	-	0
větre	F <sub>wk</sub> - trvalé návrhové situace		0.6	0.2	0
	- provádění		0.8	-	0
	F <sub>w</sub> *		1.0	-	0
teplotou	T <sub>k</sub>		0.6	0.6	0.5
sněhem	Q <sub>sn,k</sub> (během provádění)		0.8	-	-
staveništní	Q <sub>c</sub>		1.0	-	1.0

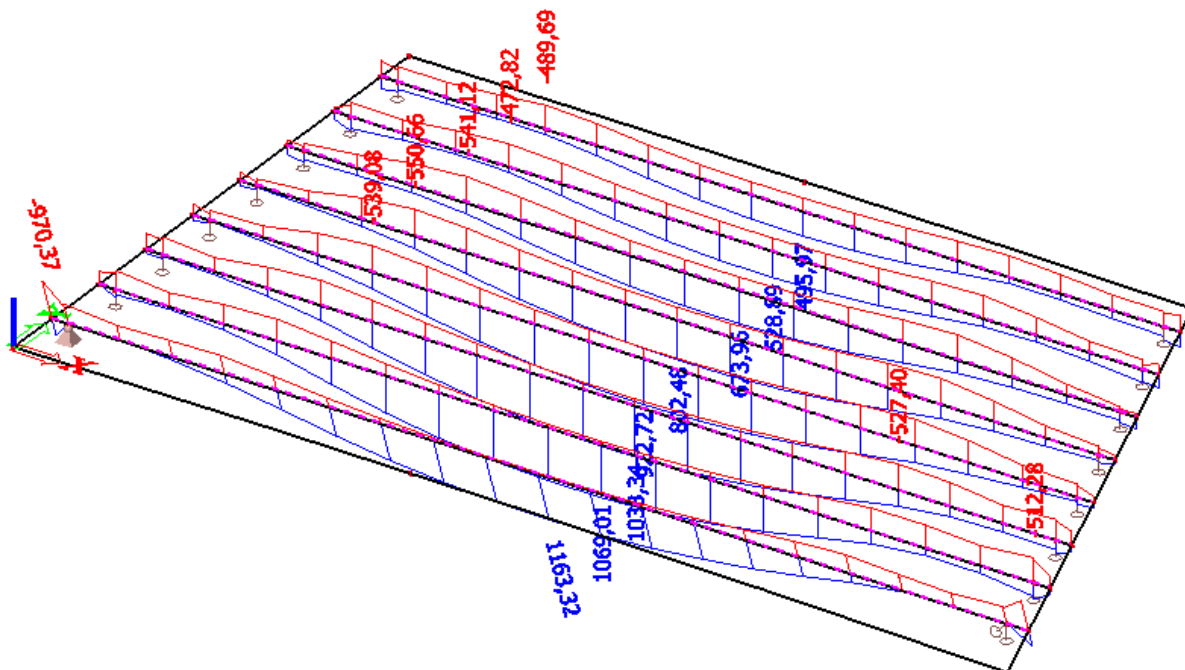
### 5.1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (MSÚ)

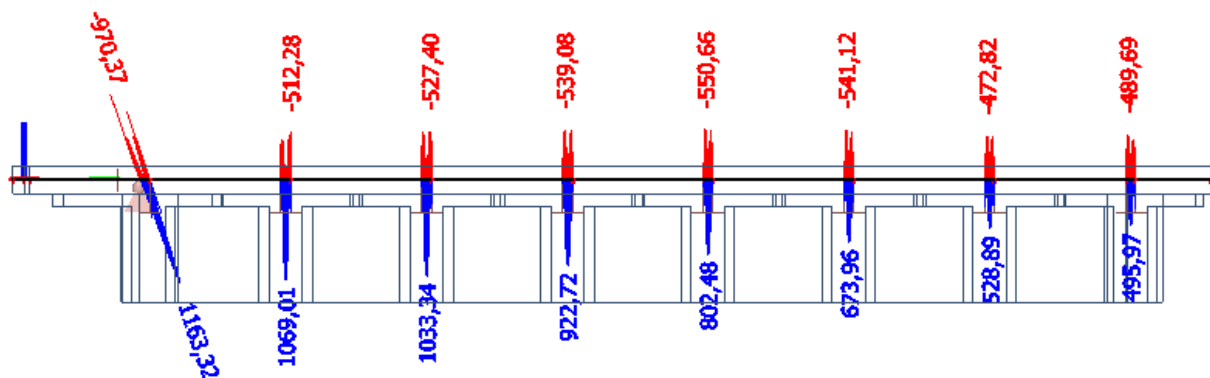
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{ROVNICE 6.10a}$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{ROVNICE 6.10b}$$

$$\gamma_{G,j,sup} = 1,35 \quad \gamma_{G,j,inf} = 1,00 \quad \gamma_{Q,1} = 1,35 \quad \xi = 0,85$$

My





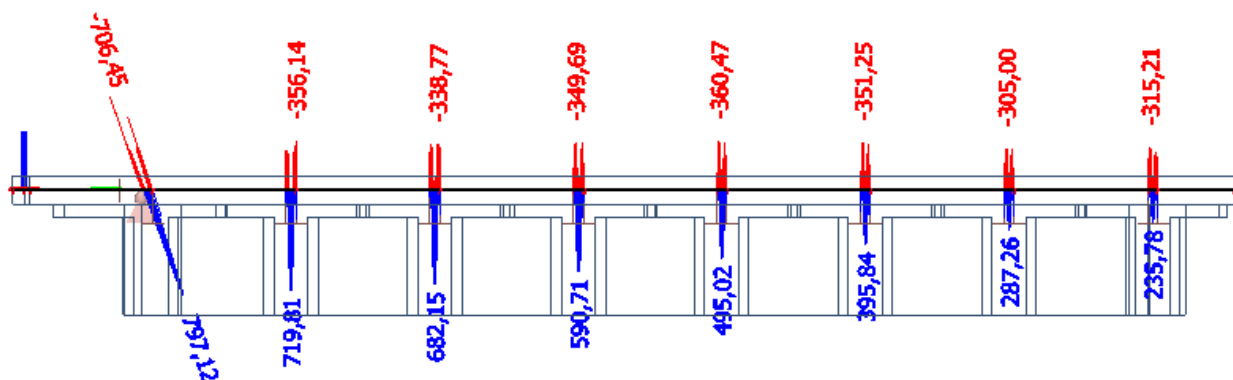
## 5.2. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI (MSP)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{CHARAKTERISTICKÁ}$$

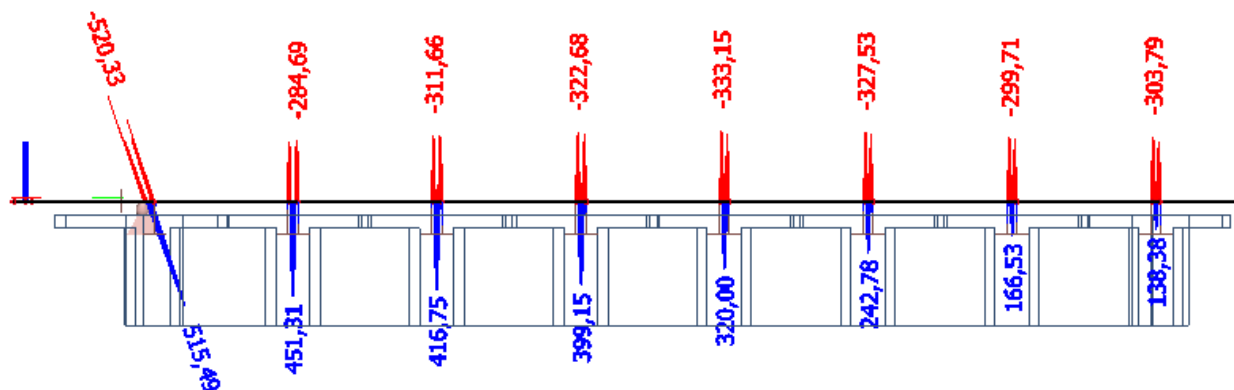
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{ČASTÁ}$$

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{KVAZISTÁLÁ}$$

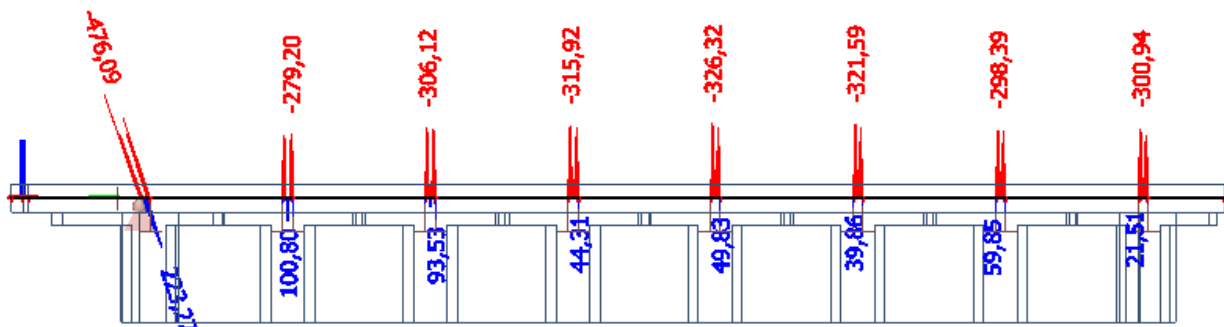
### 5.2.1.CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE



### 5.2.2.ČASTÁ KOMBINACE



### 5.2.3. KVAZISTÁLÁ KOMBINACE



PRO STANOVENÍ ÚČINKU POHYBLIVÉHO ZATÍŽENÍ A PŘÍČNÉHO ROZNOSU BYL DOPOSUD POUŽIT PROSTOROVÝ MODEL (DESKA S ŽEBRY). PO DŮKLADNEM ROZBORU BYLO VYHODNOCENO, ŽE NEJVÍCE NAMÁHÁNÝ JE KRAJNÍ NOSNÍK Č. 1.

PRO VÝPOČET STÁLÝCH ZATÍŽENÍ A ÚČINKŮ SMRŠŤOVÁNÍ A DOTVAROVÁNÍ BYL VYTVOŘEN PRUTOVÝ MODEL VYBRANÉHO NOSNÍKU.

## 6. MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

### 6.1. BETON

#### 6.1.1. C30/37 – DESKA, PŘÍČNÍK

Stupeň vlivu prostředí

XF2 XD1

Charakteristická pevnost v tlaku

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost

$\alpha_{cc} = 0,85$

Součinitel spolehlivosti

$\gamma_c = 1,5$

Návrhová pevnost v tlaku

$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Průměrná pevnost betonu v tlaku

$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$

Průměrná pevnost betonu v tahu

$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

5 % kvantil pevnosti v tahu

$f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$

95 % kvantil pevnosti v tahu

$f_{ctk;0,95} = 3,8 \text{ MPa}$

Poměrné přetvoření při porušení

$\epsilon_{cu3} = -3,50 \text{ ‰}$

Poměrné přetvoření

$\epsilon_{c3} = -1,75 \text{ ‰}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$

Objemová hmotnost

$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

Objemová tíha

$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

#### 6.1.2. C50/60 – MK-T NOSNÍK

Stupeň vlivu prostředí

XF2, XD1

Charakteristická pevnost v tlaku

$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$

Dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost

$\alpha_{cc} = 0,9$

Součinitel spolehlivosti

$\gamma_c = 1,5$

Návrhová pevnost v tlaku

$f_{cd} = 30,0 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Průměrná pevnost betonu v tlaku

$f_{cm} = 58 \text{ MPa}$

Průměrná pevnost betonu v tahu

$f_{ctm} = 4,1 \text{ MPa}$

5 % kvantil pevnosti v tahu

$f_{ctk;0,05} = 2,9 \text{ MPa}$

95 % kvantil pevnosti v tahu	$f_{ctk;0,95} = 5,3 \text{ MPa}$
Poměrné přetvoření při porušení	$\epsilon_{cu3} = - 3,50 \text{ ‰}$
Poměrné přetvoření	$\epsilon_{c3} = - 1,75 \text{ ‰}$
Modul pružnosti	$E_{cm} = 37 \text{ GPa}$
Objemová hmotnost	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$
Objemová tíha	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

## 6.2. BETONÁŘSKÁ OCEL

Třída oceli	B500B
Charakteristická mez kluzu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Návrhová mez kluzu	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E = 210 \text{ GPa}$

## 6.3. PŘEDPÍNACÍ OCEL

Typ lana	Y1860 S7-15,7 A
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
Charakteristické smluvní napětí 0,1%	$f_{p0,1k} = 1640 \text{ MPa}$
Návrhová mez kluzu	$f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_p = 1640 / 1,15 = 1426,09 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	195 GPa
Plocha jednoho lana	$A_{p,1} = 150 \text{ mm}^2$

## 6.4. KRYCÍ VRSTVA BETONU

Stupeň vlivu prostředí:	XF2, XD1
Počáteční konstrukční třída:	S4
Navržená životnost:	100 let + 2 třídy
Zvláštní kontrola kvality:	- 1 třída
Pevnostní třída betonu:	>40/50 -1 třída

**Konstrukční třída: S4**

$$c_{min,dur} = 35 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = 12 (10) \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,st} = 0 \text{ mm}$$

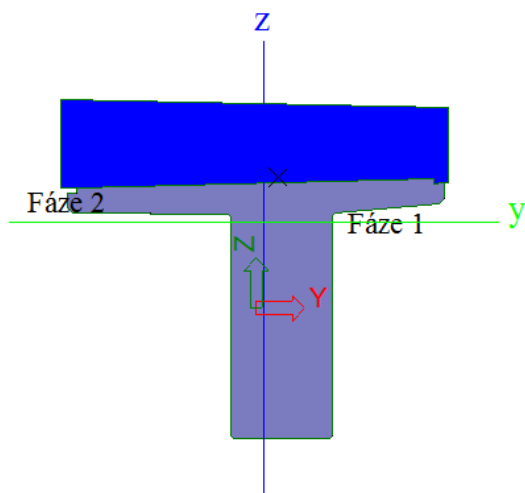
$$\Delta c_{dur,add} = 0 \text{ mm}$$

$$c_{min} = 35 \text{ mm}$$

$$c = 35 + 10 = 45 \text{ mm}$$

$$\text{Deskové konstrukce } c = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$$

## 7. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY



Vlastnosti	
A [m <sup>2</sup> ]	9,2591e-01
Ay [m <sup>2</sup> ]	8,5477e-01
Az [m <sup>2</sup> ]	7,6430e-01
AL [m <sup>2</sup> /m]	5,6206e+00
AD [m <sup>2</sup> /m]	5,6206e+00
cYUSS [mm]	26
cZUSS [mm]	335
α [deg]	0,00
Iy [m <sup>4</sup> ]	1,2351e-01
Iz [m <sup>4</sup> ]	1,1303e-01
iy [mm]	365
iz [mm]	349
Wely [m <sup>3</sup> ]	1,4651e-01
Welz [m <sup>3</sup> ]	1,4418e-01
Wply [m <sup>3</sup> ]	0,0000e+00
Wplz [m <sup>3</sup> ]	0,0000e+00
Mply+ [Nm]	0,00e+00
Mply- [Nm]	0,00e+00
Mplz+ [Nm]	0,00e+00
Mplz- [Nm]	0,00e+00
dy [mm]	65
dz [mm]	175
It [m <sup>4</sup> ]	5,2866e-02
Iw [m <sup>6</sup> ]	2,6959e-03
β y [mm]	-396
β z [mm]	-215

## 8. NÁVRH PŘEDPĚTÍ

### 8.1. NAPĚTÍ VE VÝZTUŽI

Kotevní napětí

$$\sigma_{p,max} = \min \{0,8 \cdot f_{pk}; 0,9 \cdot f_{p,0,1,k}\} = \min \{1488 \text{ MPa}; 1476 \text{ MPa}\} = \mathbf{1440 \text{ MPa}}$$

Odhad krátkodobých ztrát – 10%

$$\sigma_{p,m0} = 0,9 \cdot \sigma_{p,max} \leq \sigma_{p,m0,max} = \min \{0,75 \cdot f_{pk}; 0,85 \cdot f_{p,0,1,k}\}$$

$$\sigma_{p,m0} = 0,9 \cdot 1440 = \mathbf{1296 \text{ MPa}} \leq \sigma_{p,m0,max} = \min \{1395 \text{ MPa}; 1360 \text{ MPa}\} = 1360 \text{ MPa}$$

Odhad dlouhodobých ztrát – 10%

$$\sigma_{p,m\infty} = 0,9 \cdot 1296 = \mathbf{1166,4 \text{ MPa}}$$

### 8.2. NÁVRH PŘEDPĚTÍ – STAV DEKOMPRESE PRO ČASTOU KOMBINACI

Častá kombinace

$$M_{k,\psi1} = 515,49 \text{ kNm}$$

$$\sigma_1 = -\frac{P_{\infty,k}}{A_c} - \frac{P_{\infty,k}e_p}{W_{c,1}} - \frac{M_{k,\psi1}}{W_{c,1}} \leq 0$$

$$P_{\infty,k} = \frac{\frac{M_{k,\psi1}}{W_{c,1}}}{\frac{1}{A_c} + \frac{e_p}{W_{c,1}}} = \frac{\frac{515,49 \cdot 10^3}{0,0894}}{\frac{1}{0,9259} + \frac{0,606}{0,0894}} = \mathbf{733 \text{ kN}}$$

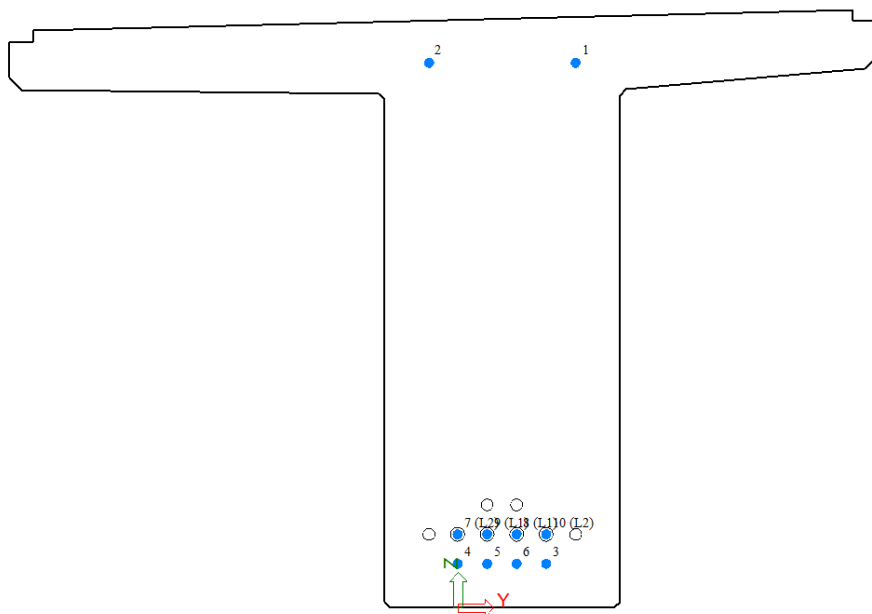
Odhad vzdálenosti těžiště lan od těžiště průřezu =>  $e_p = 0,606 \text{ m}$

Nutný počet lan

$$A_p = \frac{P_{\infty,k}}{\sigma_{p,m\infty}} = \frac{733,0 \cdot 10^3}{1166,4 \cdot 10^6} = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$n = \frac{A_p}{A_{p,1}} = \frac{6,3 \cdot 10^{-4}}{150 \cdot 10^{-6}} = 4,2 \Rightarrow \text{NAVRHUJI 8 LAN (+2 horní lana)}$$

### 8.3. SEPARACE LAN



SEPARACE  $L_1 = 1,0$  m (2 lana)

SEPARACE  $L_2 = 2,0$  m (2 lana)

## 9. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

### 9.1. PODÉLNÝ SMĚR

#### Vnitřní síly

$$M_{ed} = 1163 \cdot 1 = 1163 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = -1846 \cdot 1 = -1846 \text{ kN}$$

$$\sigma_{p,\infty} = 1041 \text{ Mpa}$$

#### Geometrie a materiál

b	0,4 m	ep	0,508 m
h	1 m	d=	0,908 m
Ac	0,517 m <sup>2</sup>	Ap	0,0012 m <sup>2</sup>
Iy	0,05418 m <sup>4</sup>	Ep	195 Gpa
Ecm	37 Gpa	f <sub>pd</sub>	1426 Mpa
f <sub>ck</sub>	50 Mpa	ε <sub>cu3</sub>	0,0035
γ <sub>c</sub>	1,5		
α <sub>cc</sub>	0,9		
f <sub>cd</sub>	30 Mpa	f <sub>yd</sub>	434,782609 Mpa

### Základní napětí

napětí v předpínací výztuži z charakteristické kombinace:

$$\sigma_{p,\infty} = 1041 \text{ Mpa}$$

napětí v betonu v úrovni předpínací výztuže:

$$\sigma_{cp} = -1846 / 0,517 + 1163 / 0,05418 \cdot 0,508 = 7,33386698 \text{ Mpa}$$

základní napětí v předpínací výztuži:

$$\sigma_{p,\infty}^0 = 1041 - 7,33387 \cdot 195 / 37 = 1002,34854 \text{ Mpa}$$

### Parametry pracovního diagramu

$$\varepsilon_{yd} = 1426 / 195 = 0,00731282$$

$$\varepsilon_{p,\infty}^0 = 1002,35 / 195 = 0,00514025$$

### Využitelná síla v předpínací výztuži

$$\Delta\sigma_p = 1426 - 1002,35 = 423,651461 \text{ Mpa}$$

$$\Delta F_p = 0,0012 \cdot 423,651 = 508,381753 \text{ kN}$$

### Stanovení síly $F_{cc}$ v tlačeném betonu:

$$N_{Ed} = N_{Rd} = -1846 \text{ kN}$$

$$F_{cc} = -1846 + 508,382 = 2354,38175 \text{ kN}$$

$$A_{cc} = 2354,38 / 30 = 0,07847939 \text{ m}^2$$

### Poloha neutrální osy

$$x = 0,07848 / (0,8 \cdot 0,4) = 0,2452481 \text{ m}$$

$$x_c = 0,8 \cdot 0,24525 = 0,19619848 \text{ m}$$

$$x_{bal,1} = 0,908 \cdot 0,0035 / (0,0035 - 0,00514025 + 0,00731282) = 0,56023973$$

$$x \leq x_{bal,1} \quad \text{OK}$$

### Ramena vnitřních sil a výpočet momentu $M_{Rd}$

$$z_{cc} = 1 / 2 - 0,1962 / 2 = 0,4019 \text{ m}$$

$$z_p = 0,508$$

$$2354,38 \cdot 0,4019 + 508,382 \cdot 0,508 = 1204,49$$

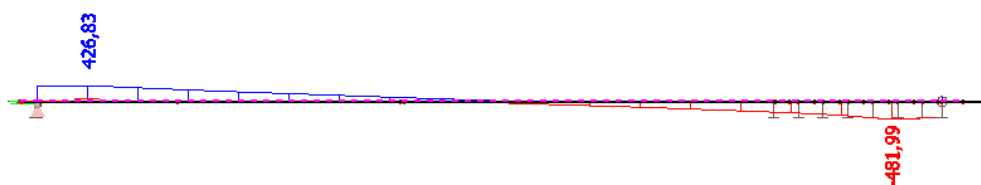
$$M_{Rd} = 1204,49 > M_{Ed} = 1163 \quad 97\% \quad \text{OK}$$

### Ověření využití předpínací výztuže

$$\Delta\varepsilon_p = 0,0035 \cdot (0,908 / 0,24525 - 1) = 0,009458306$$

$$\varepsilon_p = 0,00946 + 0,00514025 = 0,01459856 \geq \varepsilon_{yd} \quad \text{OK}$$

## 9.2. PŘÍČNÝ SMĚR



$$V_{ed} = 481,99 \text{ kN}$$

$$\text{NÁVRH VYZTUŽE – SPONA } \varnothing 10 \text{ á } 100 \text{ mm dvojitřizný - } A_s = 1,57 \cdot 10^{-4}$$

$$V_{rd,sw} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{1,57 \cdot 10^{-4}}{0,100} \cdot 0,9 \cdot 0,908 \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 1 = 557,83 \text{ kN} > F_{Ed} = 481,99 \text{ kN}$$

## 10. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI NOSNÍKU

### 10.1. OMEZENÍ NAPĚTÍ

#### NÁPĚTÍ – FÁZE 3 – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ, CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : Vše

Kombinace : F3-EN-MSP charakteristická

Hodnoty : Normálové -, Normálové +

Prvek	dx [m]	Stav	Normálové - [MPa]	Normálové + [MPa]
B1	3,000	F3-EN-MSP charakteristická/2	-6,7	
B1	0,000	F3-EN-MSP charakteristická/2		0,3
B1	9,000	F3-EN-MSP charakteristická/2		0,0
B1	17,650	F3-EN-MSP charakteristická/2		0,3

#### NÁPĚTÍ – FÁZE 3 – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ, KVAZISTÁLÁ KOMBINACE

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : Vše

Kombinace : F3-EN-MSP kvazistálá

Hodnoty : Normálové -, Normálové +

Prvek	dx [m]	Stav	Normálové - [MPa]	Normálové + [MPa]
B1	3,000	F3-EN-MSP kvazistálá/2	-6,7	
B1	0,000	F3-EN-MSP kvazistálá/2		0,3
B1	9,000	F3-EN-MSP kvazistálá/2		0,0
B1	17,650	F3-EN-MSP kvazistálá/2		0,3

#### NÁPĚTÍ – FÁZE 4 – UVEDENÍ DO PROVOZU, CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : Vše

Kombinace : F4-EN-MSP charakteristická

Hodnoty : Normálové -, Normálové +

Prvek	dx [m]	Stav	Normálové - [MPa]	Normálové + [MPa]
B1	3,000	F4-EN-MSP charakteristická/4	-5,8	
B1	0,000	F4-EN-MSP charakteristická/3		0,8
B1	0,000	F4-EN-MSP charakteristická/3	-1,5	
B1	1,000	F4-EN-MSP charakteristická/3		1,1

#### NÁPĚTÍ – FÁZE 4 – OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ, KVAZISTÁLÁ KOMBINACE

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : Vše

Kombinace : F4-EN-MSP kvazistálá

Hodnoty : Normálové -, Normálové +

Prvek	dx [m]	Stav	Normálové - [MPa]	Normálové + [MPa]
B1	3,000	F4-EN-MSP kvazistálá/4	-5,8	
B1	0,000	F4-EN-MSP kvazistálá/4		0,8
B1	0,000	F4-EN-MSP kvazistálá/4	-1,5	
B1	0,150	F4-EN-MSP kvazistálá/4		0,8

#### NÁPĚTÍ – FÁZE 5 – KONEC ŽIVOTNOSTI, CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : Vše

Kombinace : F5-EN-MSP charakteristická

Hodnoty : Normálové -, Normálové +

Prvek	dx [m]	Stav	Normálové - [MPa]	Normálové + [MPa]
B1	9,000	F5-EN-MSP charakteristická/5	-4,9	
B1	0,000	F5-EN-MSP charakteristická/6		1,4
B1	0,000	F5-EN-MSP charakteristická/5	-2,3	
B1	17,800	F5-EN-MSP charakteristická/6		1,4

### NÁPĚTÍ – FÁZE 5 – KONEC ŽIVOTNOSTI, KVAZISTÁLÁ KOMBINACE

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : Vše

Kombinace : F5-EN-MSP kvazistálá

Hodnoty : Normálové -, Normálové +

Prvek	dx [m]	Stav	Normálové - [MPa]	Normálové + [MPa]
B1	3,000	F5-EN-MSP kvazistálá/6	-4,5	
B1	0,000	F5-EN-MSP kvazistálá/6		1,4
B1	9,000	F5-EN-MSP kvazistálá/6		-0,1
B1	17,800	F5-EN-MSP kvazistálá/6		1,4

TLAKOVÉ NAPĚTÍ  $|\sigma_{c1,2}| < 0,45f_{ck} = 22,5$  Mpa (KVAZISTÁLÁ KOMBINACE)

TLAKOVÉ NAPĚTÍ  $|\sigma_{c1,2}| < 0,6f_{ck} = 30,0$  Mpa (CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE)

TAHOVÉ NAPĚTÍ  $|\sigma_{c1,2}| < f_{ctm} = 3,2$  Mpa

## 10.2. OMEZENÍ TRHLIN

Tabulka 7.1N – Doporučené hodnoty  $w_{max}$  (mm)

Stupeň vlivu prostředí	Železobetonové prvky a prvky předpjaté nesoudržnou výztuží	Prvky předpjaté soudržnou výztuží
	Kvazi-stálá kombinace zatížení	Častá kombinace zatížení
X0, XC1	0,4 <sup>1)</sup>	0,2
XC2, XC3, XC4		0,2 <sup>2)</sup>
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3	0,3	Dekomprese

<sup>1)</sup> Pro stupně vlivu prostředí X0, XC1 nemá šířka trhliny vliv na trvanlivost a uvedená hodnota má zajistit přijatelný vzhled. Pokud nejsou kladeny požadavky na vzhled, lze uvedenou hodnotu zvětšit.

<sup>2)</sup> Pro tyto stupně vlivu prostředí má být kromě toho posouzena dekomprese při kvazi-stálé kombinaci zatížení.

V PRŮBĚHU ŽIVOTNOSTI KONSTRUKCE NEDOJDE K PŘEKROČENÍ TAHOVÉ PEVNOSTI BETONU.  
NEOČEKÁVÁ SE VZNIK TRHLIN.

### 10.3. OMEZENÍ PRŮHYBU

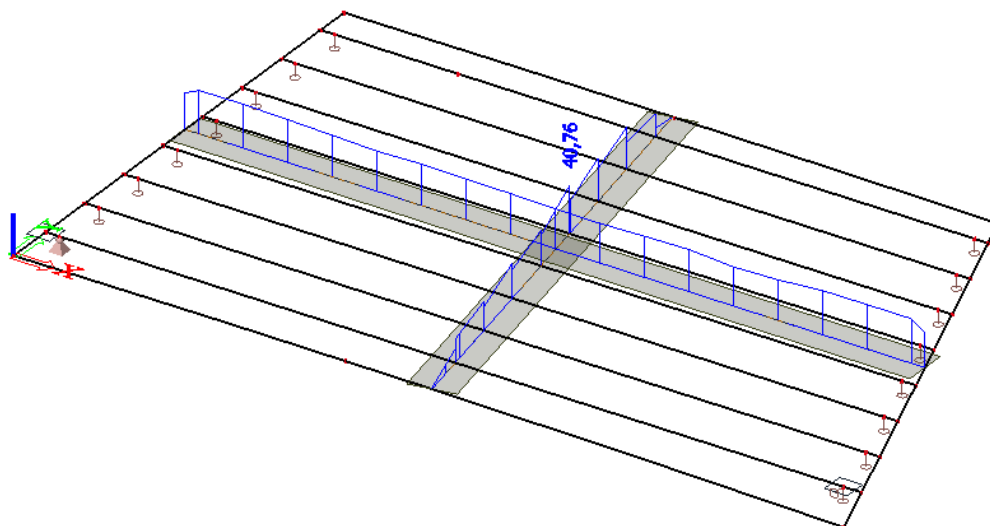
Posudek



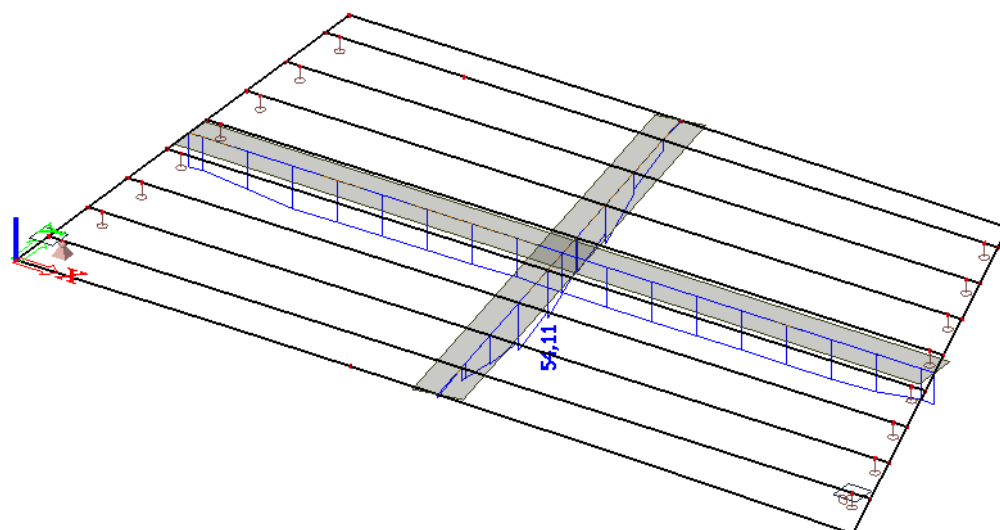
## 11. SPŘAŽENÁ DESKA

### 11.1. NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY - $t_{\infty}$

HORNÍ HRANA



SPODNÍ HRANA



## 11.2. POSOUZENÍ

### 11.2.1. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

#### BETON C30/37

Stupeň vlivu prostředí	XF2, XD1	
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	
Dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost	$\alpha_{cc} = 0,9$	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_c = 1,5$	
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = 18 \text{ MPa}$	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$
Průměrná pevnost betonu v tlaku	$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$	
Průměrná pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	
5 % kvantil pevnosti v tahu	$f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$	
95 % kvantil pevnosti v tahu	$f_{ctk;0,95} = 3,8 \text{ MPa}$	
Poměrné přetvoření při porušení	$\epsilon_{cu3} = -3,50 \text{ ‰}$	
Poměrné přetvoření	$\epsilon_{c3} = -1,75 \text{ ‰}$	
Modul pružnosti	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$	
Objemová hmotnost	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$	
Objemová tíha	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$	

#### BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

Třída oceli	B500B
Charakteristická mez kluzu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Návrhová mez kluzu	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E = 210 \text{ GPa}$

### 11.2.2. MSÚ

- POLE – DOLNÍ POVRCH –  $\emptyset 10/100 A_s = 7,85 \cdot 10^{-4}$  (SVAŘOVANÁ SÍŤ)**

POLOHA NEUTRÁLNÍ OSY

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{7,85 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 18} = 0,0251 \text{ m}$$

RAMENO VNITŘNÍCH SIL

$$h = 0,25 \text{ m}; d = 0,195$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,195 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0251 = 0,185 \text{ m}$$

MOMENT NA MEZI ÚNOSNOSTI

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 7,85 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,185 = 63,14 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 63,14 \text{ kNm} > M_{ed} = 54,11 \text{ kNm}$$

- POLE – HORNÍ POVRCH –  $\emptyset 10/100 A_s = 7,85 \cdot 10^{-4}$  (SVAŘOVANÁ SÍŤ)**

POLOHA NEUTRÁLNÍ OSY

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{7,85 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 18} = 0,0251 \text{ m}$$

RAMENO VNITŘNÍCH SIL

$$h = 0,25 \text{ m}; d = 0,195$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,195 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0251 = 0,185 \text{ m}$$

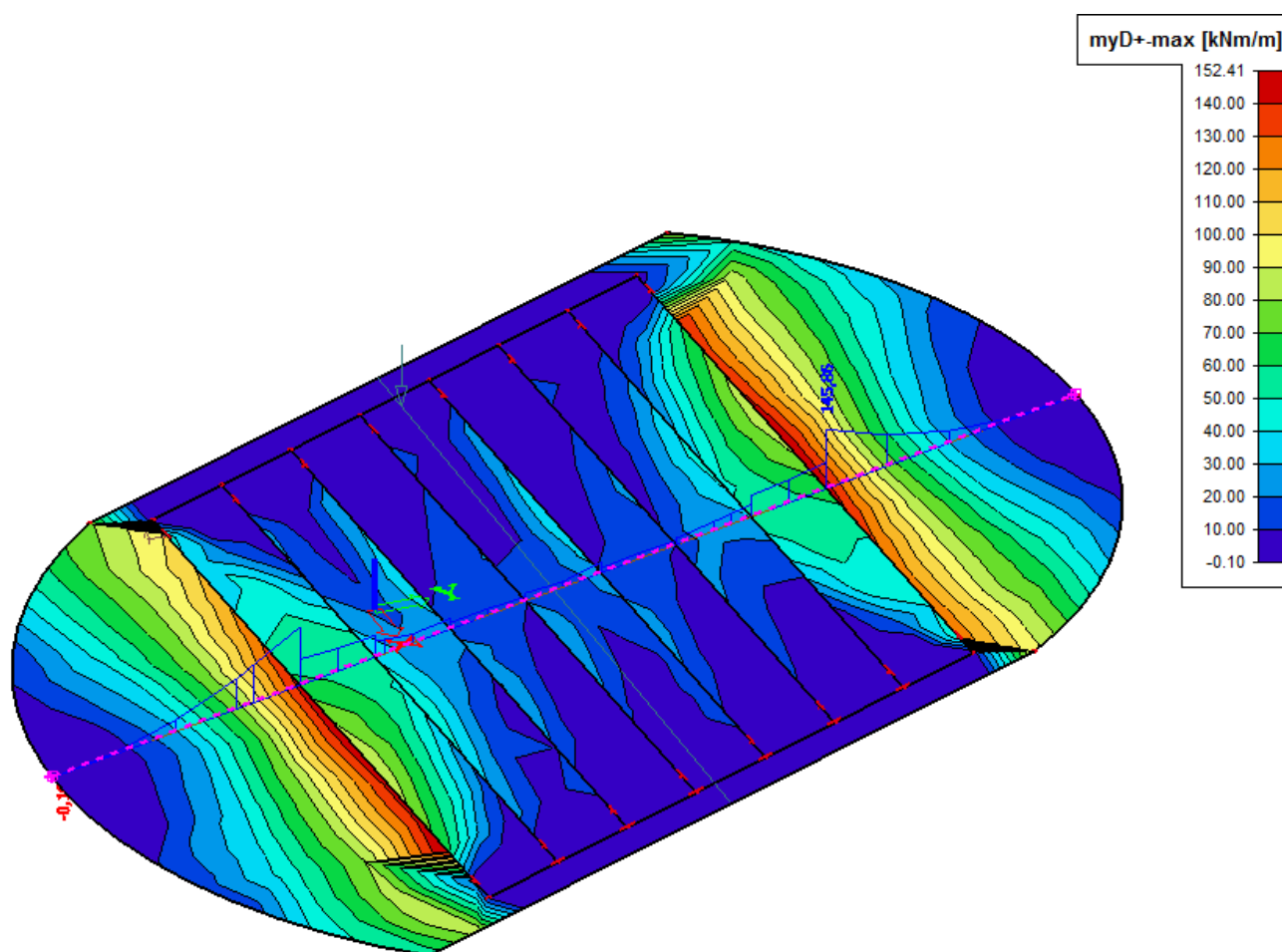
MOMENT NA MEZI ÚNOSNOSTI

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 7,85 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,185 = 63,14 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 63,14 \text{ kNm} > M_{ed} = 40,76 \text{ kNm}$$

## 12. VYHLÍDKA

### 12.1. VNITŘNÍ SÍLY



## 12.2. MSÚ

### Vnitřní síly

$$M_{ed} = 152 \text{ kNm}$$

### Geometrie a materiál

b	1 m		
h	0,25 m	d=	0,2 m
Ac	0,25 m <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub>	3,9 Mpa
I <sub>y</sub>	0,00130208 m <sup>4</sup>	E <sub>p</sub>	195 Gpa
E <sub>cm</sub>	34 Gpa	E <sub>s</sub>	200 Gpa
f <sub>ck</sub>	30 Mpa	ε <sub>cu3</sub>	0,0035
γ <sub>c</sub>	1,5		
α <sub>cc</sub>	0,9	φ	0,02 m
f <sub>cd</sub>	18 Mpa	f <sub>yd</sub>	434,782609

### Požadovaná plocha výztuže

$$A_{st,req} = 0,00198623 \text{ m}^2$$

$$n = 8$$

$$s = 0,125$$

$$A_{st} = 0,002512 \text{ m}^2$$

### Poloha N.O

$$x = 0,07584541 \text{ m}$$

$$x_c = 0,06067633 \text{ m}$$

### Kontrola přetvoření výztuže

$$\varepsilon_{st} = 0,0057293$$

$$\varepsilon_{yd} = 0,00217$$

$$\varepsilon_{st} \geq \varepsilon_{yd} \quad \text{OK}$$

### Rameno vnitřních sil

$$z = 0,16966 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = 185,3 > M_{Ed} = 152 \quad 82\% \quad \text{OK}$$

$$A_{smin} = 0,0004056 \text{ m}^2 < A_{st} \quad \text{OK}$$

$$0,00026 \text{ m}^2$$

$$A_{smax} = 0,01 \text{ m}^2 > A_{st} \quad \text{OK}$$

### Návrh Ø20/125 – A<sub>s</sub> = 2,512 · 10<sup>-3</sup>

## 13. ZÁVĚR

Navržený mostní objekt byl posouzen z hlediska mezních stavů únosnosti a použitelnosti dle platných norem. Výpočtem byla ověřena únosnost a použitelnost navrženého řešení.

Vypracoval: Ing. Ladislav Škůrek, červen 2019