



## **II/360, Velké Meziříčí – JV obchvat**

### **SO 201**

**Most přes Oslavu a silnici II/392**

### **STATICKÝ VÝPOČET**





## OBSAH

<b>1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
3.1. SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ .....	6
<b>4. ÚVOD .....</b>	<b>7</b>
4.1. POPIS MOSTNÍHO OBJEKTU .....	7
4.1.1. Obecný popis .....	7
4.1.2. Založení.....	7
4.1.3. Nosná konstrukce .....	7
4.1.4. Materiály .....	7
4.1.4.1. Beton.....	7
4.1.4.2. Betonářská výztuž .....	7
4.1.5. Přehledná schémata .....	8
<b>5. CHARAKTERISTIKY VÝPOČTOVÉHO MODELU .....</b>	<b>10</b>
5.1. POPIS VÝPOČTOVÉHO MODELU .....	10
5.2. FÁZE VÝSTAVBY.....	11
5.3. PRŮŘEZY.....	14
<b>6. ZATÍŽENÍ.....</b>	<b>20</b>
6.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ.....	20
6.1.1. Vlastní tíha.....	20
6.1.2. Ostatní stálé zatížení .....	20
6.1.3. Sednutí podpěr/opěr.....	20
6.1.4. Dotvarování a smršťování .....	21
6.1.5. Funkce vývoje pevnosti pro beton .....	22
6.2. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ .....	23
6.2.1. Pohyblivá zatížení .....	23
6.2.2. Zatížení účinky teploty.....	26
6.2.3. Zatížení větrem .....	28
6.3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ .....	29
<b>7. NOSNÁ KONSTRUKCE .....</b>	<b>30</b>
7.1. KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL .....	30
7.1.1. Častá kombinace .....	30
7.1.2. Kvazistálá kombinace .....	31
7.1.3. MSÚ .....	32
7.2. MSP - OMEZENÍ NAPĚTÍ.....	33
7.3. MSÚ OHYB.....	34
7.4. MSÚ SMYK.....	34
<b>8. SPODNÍ STAVBA.....</b>	<b>34</b>
8.1. KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL .....	34
8.1.1. Častá kombinace .....	34
8.1.2. Kvazistálá kombinace .....	34
8.1.3. MSÚ .....	34
8.2. MSP – OMEZENÍ NAPĚTÍ .....	34
8.3. MSÚ OHYB.....	34
8.4. MSÚ SMYK.....	34





---

<b>9. DILATACE.....</b>	<b>35</b>
<b>10. ZÁVĚR.....</b>	<b>36</b>





## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Stavba:	II/360, Velké Meziříčí - JV obchvat
Název mostu:	SO 201 - Most přes Oslavu a silnici II/392
Katastrální území:	Velké Meziříčí [779091]
Kraj:	Vysočina
Investor:	Kraj Vysočina Žižkova 57, 587 33, Jihlava
Druh přemostované překážky:	řeka Oslava, areál KBB s.r.o., silnice II/392

## 2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

Charakteristika mostu dle ČSN 73 6200.

Délka přemostění:	214,700 m
Délka mostu (v ose):	232,100 m
Délka nosné konstrukce (v ose):	219,000 m
Rozpětí:	27,0 + 35,0 + 61,0 + 61,0 + 33,0 m
Šikmost mostu:	kolmý 100g
Volná šířka mostu:	9,50 m
Šířka průchozího prostoru:	2 x 0,75 m
Šířka mostu:	12,80 m
Výška mostu nad terénem:	cca 11,80 m
Stavební výška:	5,38 m
Plocha mostu:	2803,20 m <sup>2</sup>
Plocha spočtená jako součin = délka NK x šířka mostu	
Zatížení mostu:	dle ČSN EN 1991-2-1





### 3. LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí (včetně změn A1, Z1-Z4 a oprav Opr. 1-4) + ed. 2 + NA ed. A
- [2] ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí. Část 1-1 (včetně změn Z1-Z2 a opravy Opr. 1) + NA ed. A
- [3] ČSN EN 1991-1-4 – Zatížení konstrukcí. Část 1-4 (včetně změn A1, Z1 a opravy Opr. 1-4) + ed. 2 + NA ed. A
- [4] ČSN EN 1991-1-5 – Zatížení konstrukcí. Část 1-5 (včetně změn Z1-Z2 a opravy Opr. 1-2) + NA ed. A
- [5] ČSN EN 1991-1-7 – Zatížení konstrukcí. Část 1-7 (včetně změn A1, Z1 a opravy Opr. 1) + NA ed. A
- [6] ČSN EN 1991-2 – Zatížení konstrukcí – část 2: Zatížení mostů dopravou (včetně změn Z1-Z5 a opravy Opr. 1) + ed. 2 + NA ed. A
- [7] ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla pro pozemní stavby (včetně změn A1, Z1-Z4 a oprav Opr. 1-2) + ed. 2 + NA ed. A
- [8] ČSN EN 1992-2 – Navrhování betonových konstrukcí – Betonové mosty (včetně změn Z1-Z2 a opravy Opr. 1) + NA ed. A
- [9] ČSN 73 6200 – Mosty - Terminologie a třídění (07.2011)

#### 3.1. Seznam použitých programů

- [1] Midas Civil 2022 – výpočtový model konstrukce
- [2] BetPrur, – posouzení průřezů
- [3] GEO 5 2019 – posouzení založení
- [4] MS Office – texty, pomocné výpočty a posouzení
- [5] AutoCAD 2024 – schémata



## 4. ÚVOD

### 4.1. Popis mostního objektu

#### 4.1.1. Obecný popis

Most převádí silnici II/360 přes areál výrobního podniku KBB, s.r.o., řeku Oslavu a silnici II/392. Parametry mostního objektu jsou dány šířkovým uspořádáním převáděné komunikace.

Základní členění mostu je uvažováno dle technologie výstavby – estakádní část na pevné skruži a část letmé beotnáže.

Osa komunikace je na mostě částečně v přímé a v přechodnici. Niveleta klesá v proměnné sklonu ve směru staničení od sklonu 4,33% u OP1 až po 0,70 % u OP6. Na mostě je navržen jednostranný příčný sklon levostranný 2,50%.

Celková volná šířka mostu je 9,50 m. Jedná se o spojitý trémový nosník komorového průřezu o pěti polích s největším rozpětím 61,0 m. Trasa před a za mostem je vedena na náspu.

#### 4.1.2. Založení

Založení mostu je na velkopřůměrových vrtaných pilotách. Základy jsou založeny na 12 ks velkopřůměrových pilot  $\phi 900$  mm a délky 15 m (estakádní část), resp. Na 20 ks velkopřůměrových pilot průměru  $\phi 1200$  mm délky 20,0 m.

Základy budou budovány na podkladní betony tl. 200 mm. Horní povrchy základů budou zhotoveny ve spádu 4 %.

Piloty budou vrtány s použitím hluchého vrtání.

#### 4.1.3. Nosná konstrukce

Jedná se o trémovou nosnou konstrukci s proměnnou výškou. Železobetonový komorový průřez je navržen jako dodatečně předepnutý, a to soudržným i vnějším předpětím.

Základní výška průřezu nosné konstrukce 2,15 m je u podpěry P4 postupně zvětšována až na výšku 5,25 m v místě vetknutí do podpěry P4.

Šířka nosné konstrukce je konstantní.

#### 4.1.4. Materiály

##### 4.1.4.1. Beton

Uvažovány dle ČSN EN 206+A1

- |                 |        |
|-----------------|--------|
| • NK            | C40/50 |
| • Spodní stavba | C35/45 |
| • Základy       | C30/37 |
| • Piloty        | C25/30 |

##### 4.1.4.2. Betonářská výztuž

- Ocel – B500B



Obr. 1 Pūdorys



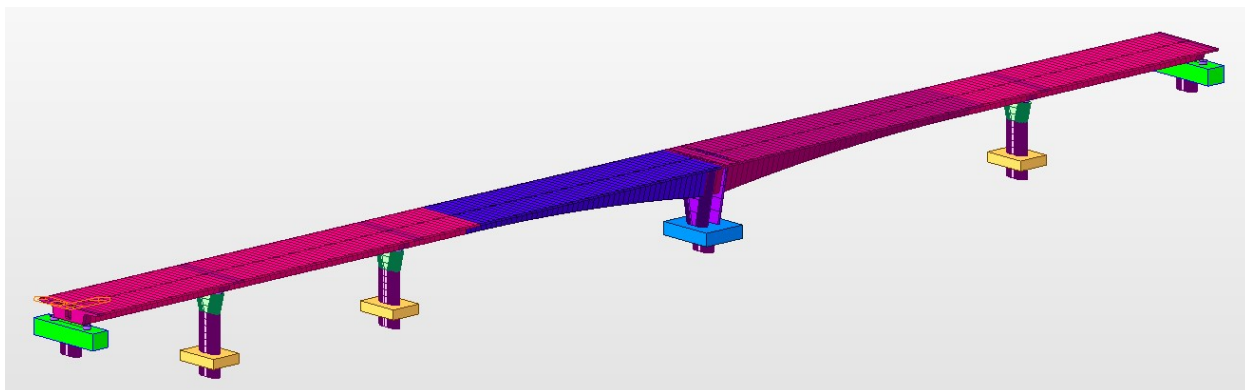


## 5. CHARAKTERISTIKY VÝPOČTOVÉHO MODELU

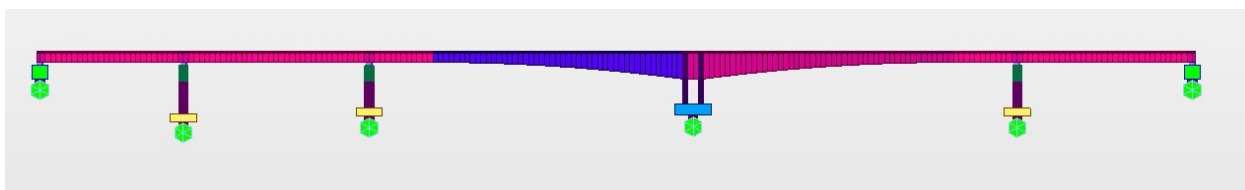
### 5.1. Popis výpočtového modelu

Statická analýza byla provedena pomocí metody konečných prvků (MKP). Pro výpočet byl zvolen prutový rovinný náhradní výpočtový model.

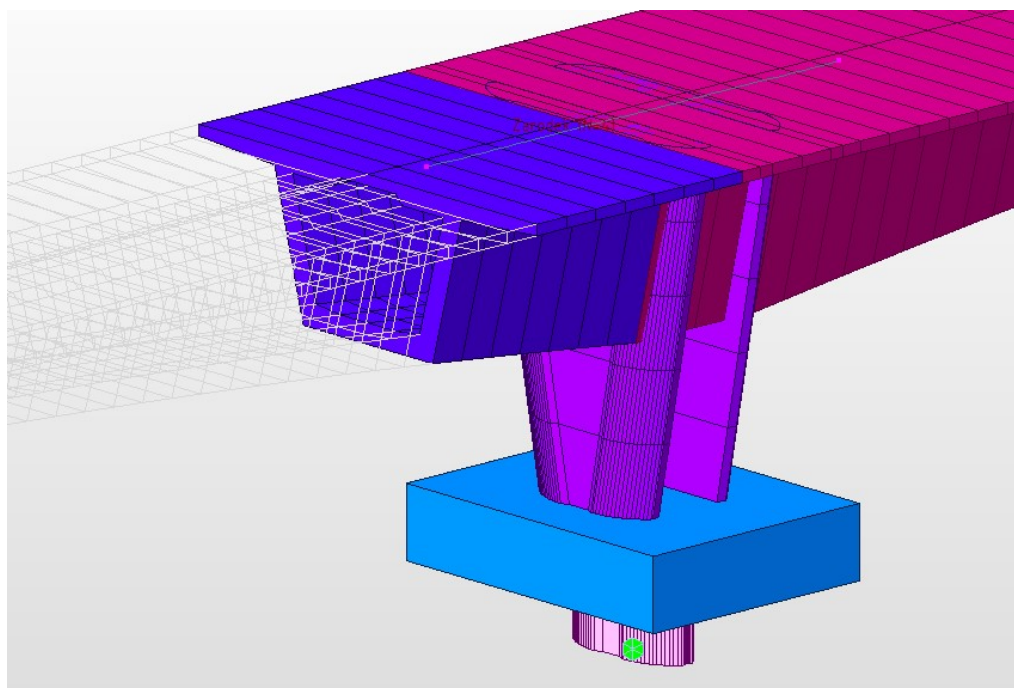
Výpočtový model byl vytvořen ve výpočetním software MIDAS Civil se zohledněním postupu výstavby. Jendotlivé prvky konstrukce jsou nahrazeny idealizovanou střednicí, elementy mostovky jsou graficky zarovnány na horní povrch a přepočet vnitřních sil do těžišťových os průřezů probíhá uvnitř programu.



Obr. 3 Výpočtový model konstrukce - axonometrie

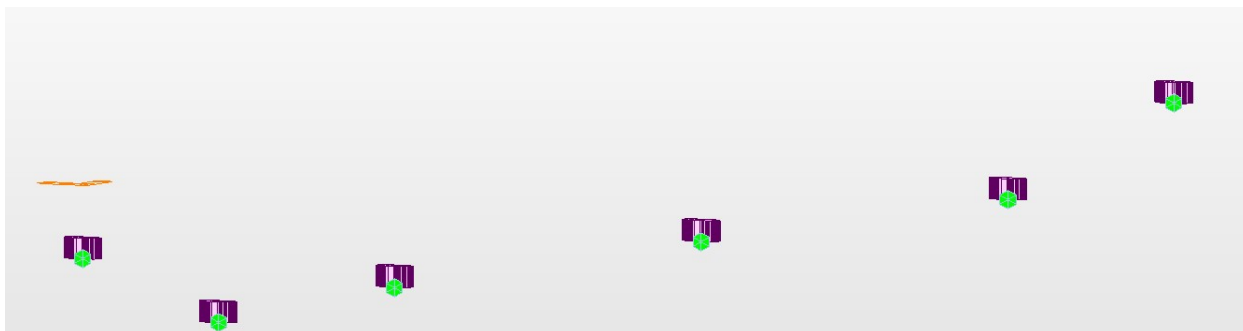


Obr. 4 Výpočtový model konstrukce – čelní pohled

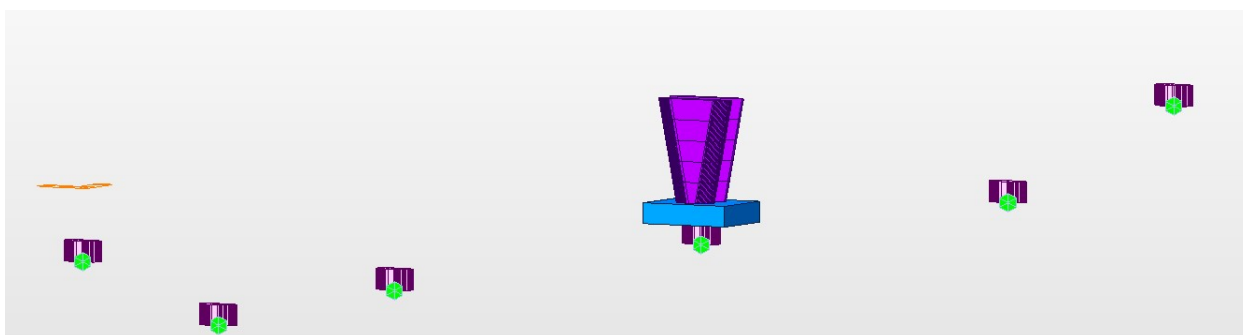


Obr. 5 Výpočtový model konstrukce – detail podepření konstrukce u pilíře P4

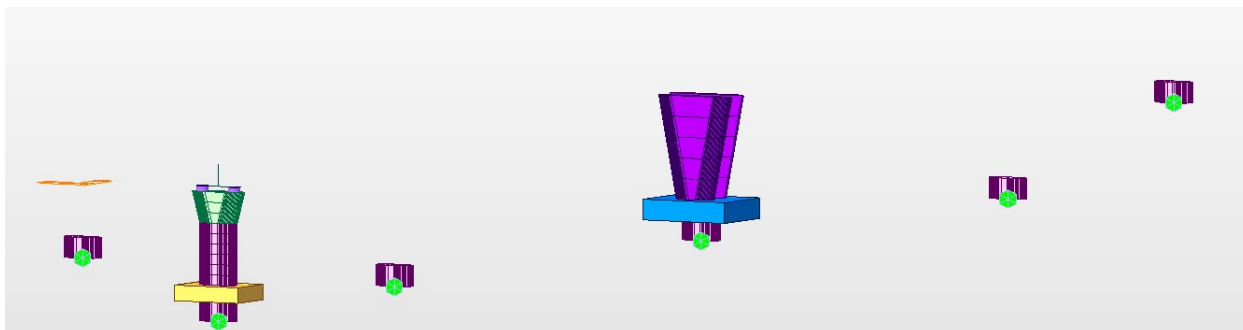
## 5.2. Fáze výstavby



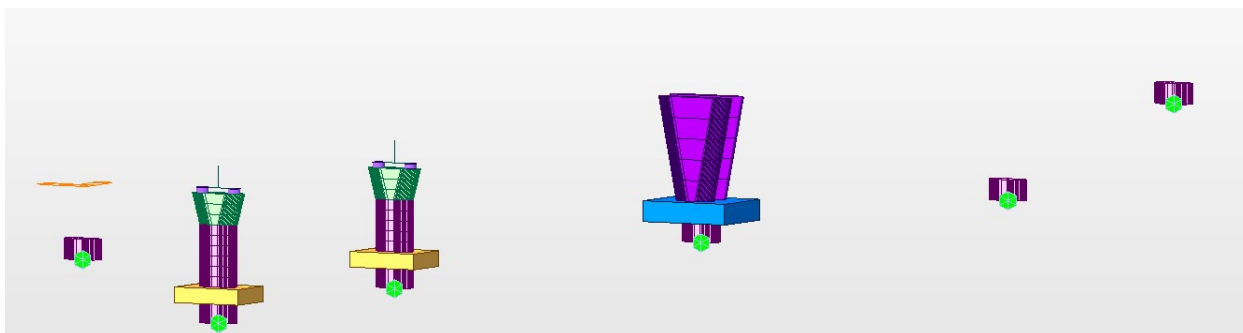
Obr. 6 Fáze založení (zde náhradní pilotové založení)



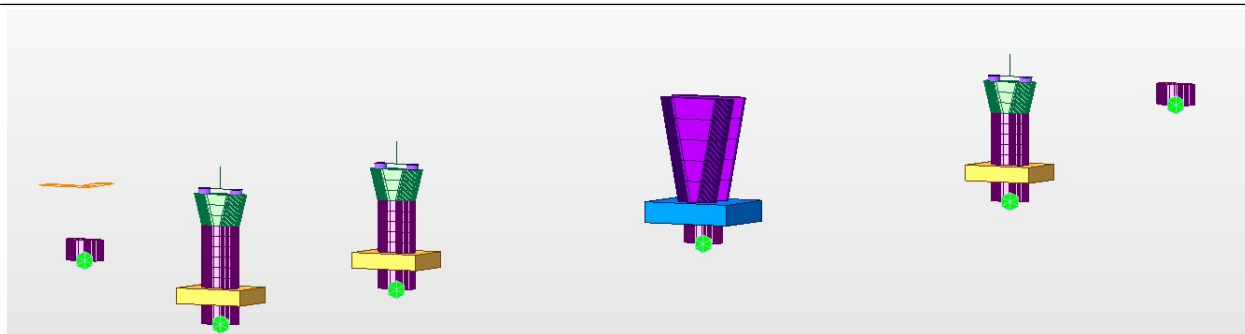
Obr. 7 Výstavba podpěry P4



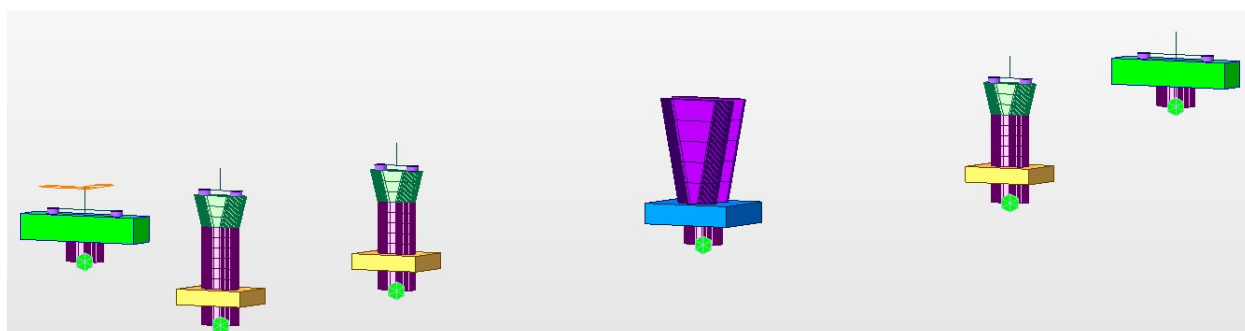
Obr. 8 Výstavba podpěry P2



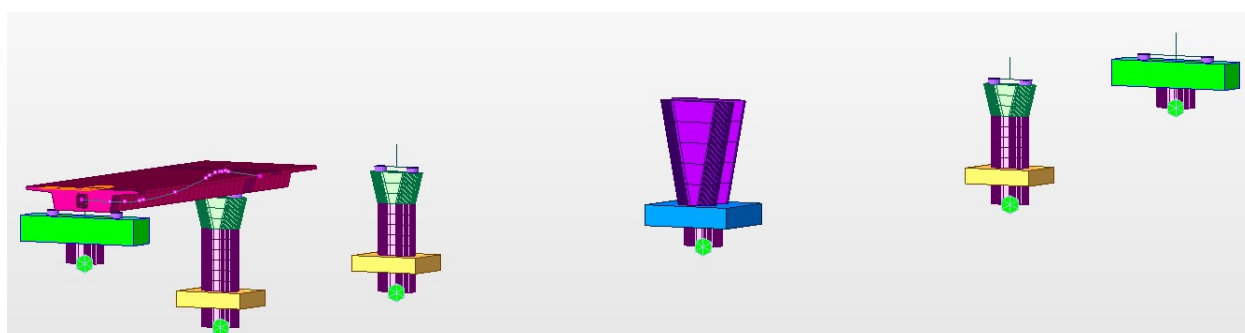
Obr. 9 Výstavba podpěry P3



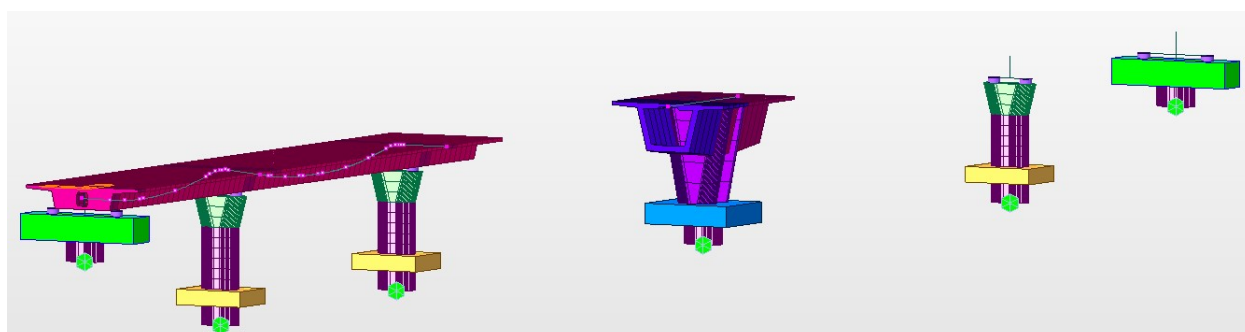
Obr. 10 Výstavba podpěry P5



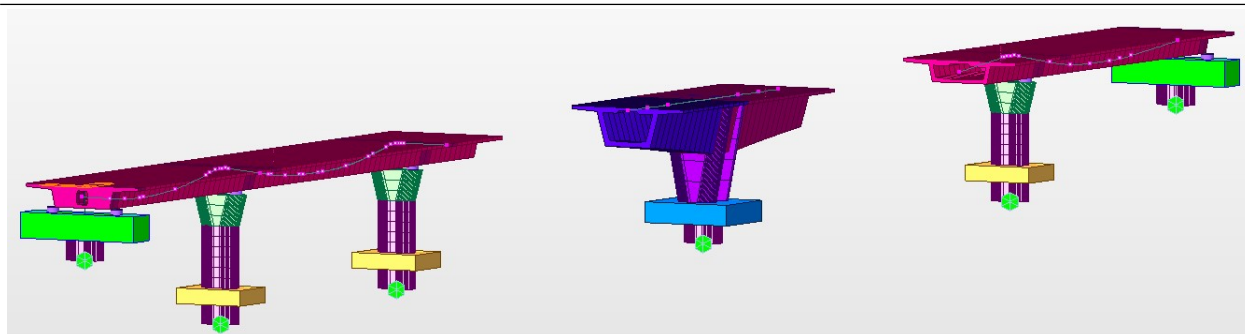
Obr. 11 Výstavba krajních opěr O1 a O6



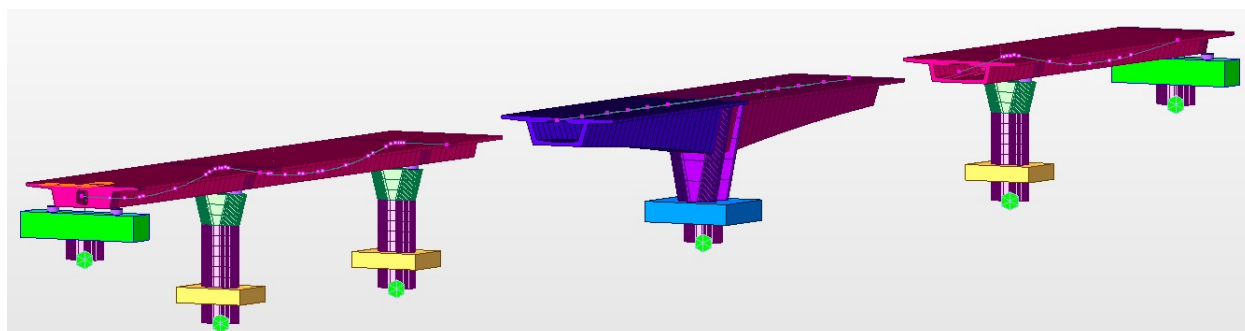
Obr. 12 Vznik pole č. 1 - betonáž + předpětí 50%



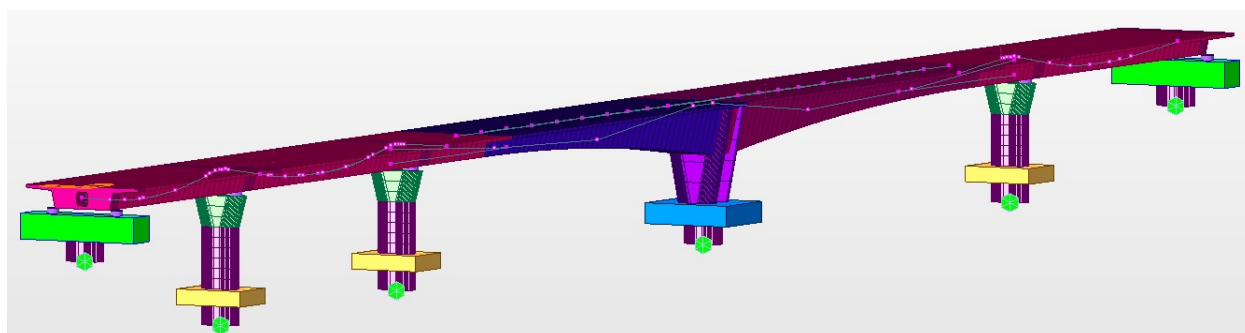
Obr. 13 Vznik pole č. 2 - betonáž a předpětí 50%



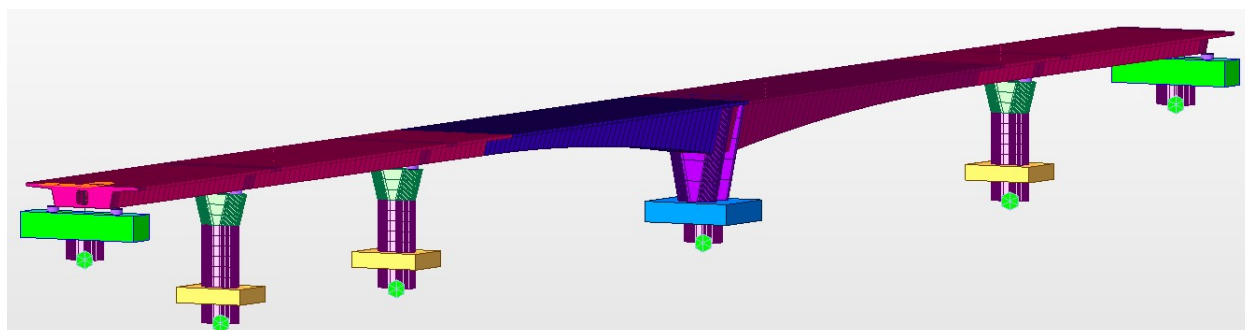
Obr. 14 Vznik zárodku letmé betonáže, několika lamel a pole č. 5 vč. 50% předpětí



Obr. 15 Postupná betonáž jednotlivých lamel vahadla P4



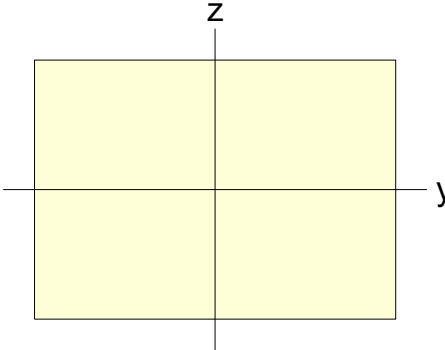
Obr. 16 Kompletace vahadla, betonáž uzavíracích lamel a sepnutí etap kabely spojitosti



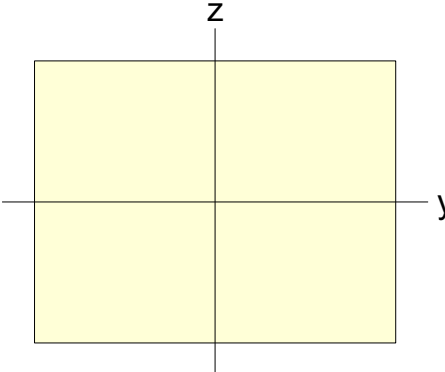
Obr. 17 Kompletace mostu - časové úseky pro zadání ostatních stálých zatížení

### 5.3. Průřezy

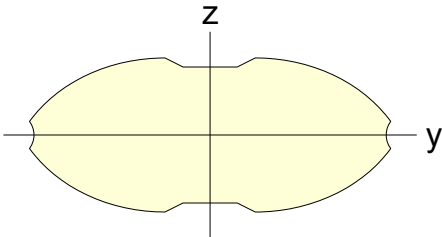
Tabulka 1 2 : Zaklad\_est

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
35.000	29.167	29.167	2.500	2.500
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
163.264	72.917	142.917	3.500	3.500

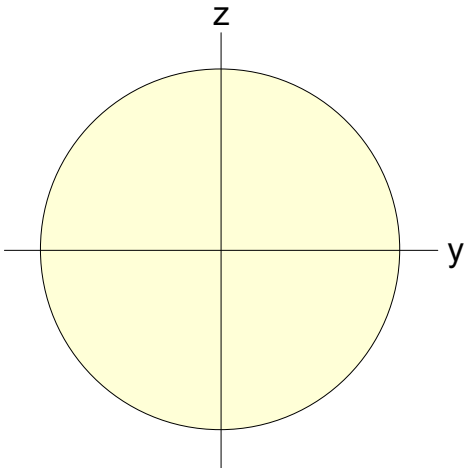
Tabulka 2 3 : Zaklad\_letma

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
63.000	52.500	52.500	3.500	3.500
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
540.166	257.250	425.250	4.500	4.500

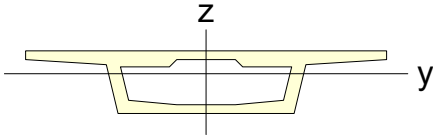
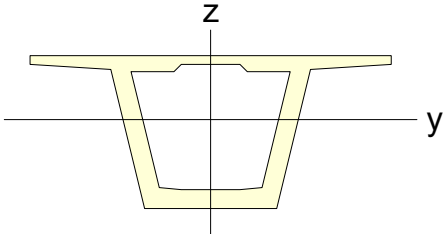
Tabulka 1 4 : pilir-est-pata

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
5.389	4.618	4.388	0.850	0.850
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
3.195	0.979	5.549	2.000	2.000

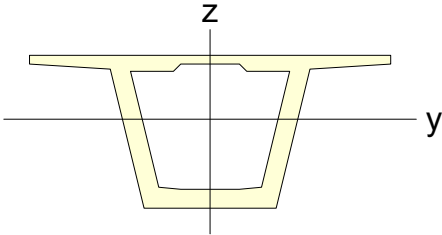
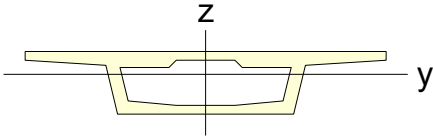
Tabulka 2 8 : Loziska

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
1.131	1.018	1.018	0.600	0.600
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
0.204	0.102	0.102	0.600	0.600

Tabulka 1 11 : NK-vahadlo-zleva

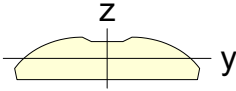
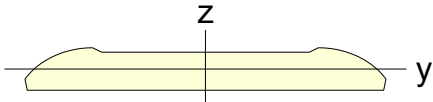
I-End					J-End				
									
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)	A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
8.582	6.130	1.178	0.785	1.36 <sub>5</sub>	13.834	6.740	5.525	2.195	3.05 <sub>5</sub>
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)	Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
12.374	5.088	79.559	6.150	6.15 <sub>0</sub>	69.823	51.792	103.861	6.150	6.15 <sub>0</sub>

Tabulka 2 12 : NK-vahadlo-doprava

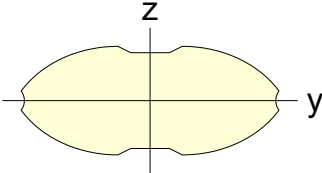
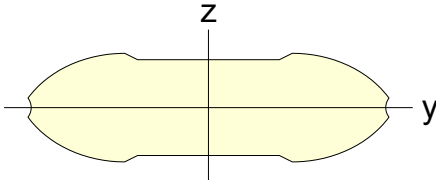
I-End					J-End				
									
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)	A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
13.834	6.740	5.525	2.195	3.05 <sub>5</sub>	8.582	6.130	1.178	0.785	1.36 <sub>5</sub>
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)	Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
69.823	51.792	103.861	6.150	6.15 <sub>0</sub>	12.374	5.088	79.559	6.150	6.15 <sub>0</sub>



Tabulka 1 13 : Pilir-LB-taper

I-End					J-End				
									
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)	A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
3.177	2.712	2.142	0.539	0.411	6.492	5.390	4.709	0.532	0.418
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)	Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
0.670	0.199	3.580	2.050	2.050	1.469	0.398	31.185	4.000	4.000

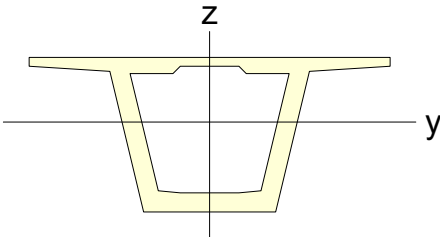
Tabulka 2 14 : Pilire-est-hlavice

I-End					J-End				
									
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)	A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
5.389	4.618	4.388	0.850	0.850	7.789	6.510	6.377	0.850	0.850
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)	Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
3.195	0.979	5.549	2.000	2.000	4.990	1.429	17.035	2.800	2.800

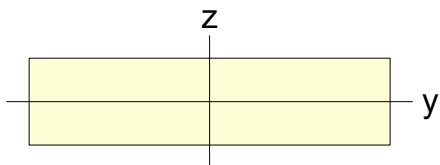




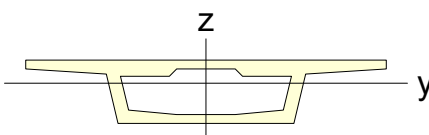
Tabulka 1 15 : NK-zar

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
13.834	6.740	5.525	2.195	3.055
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
69.823	51.792	103.861	6.150	6.150

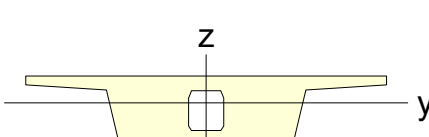
Tabulka 2 16 : Opera-uz-prah

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
37.500	31.250	31.250	1.500	1.500
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
95.495	28.125	488.281	6.250	6.250

Tabulka 1 20 : NK-lam-UZ

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
8.582	6.130	1.178	0.785	1.365
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
12.374	5.088	79.559	6.150	6.150

Tabulka 1 22 : NK-est-pric

				
A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
14.501	9.524	5.242	0.911	1.239
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
15.633	6.382	96.829	6.150	6.150

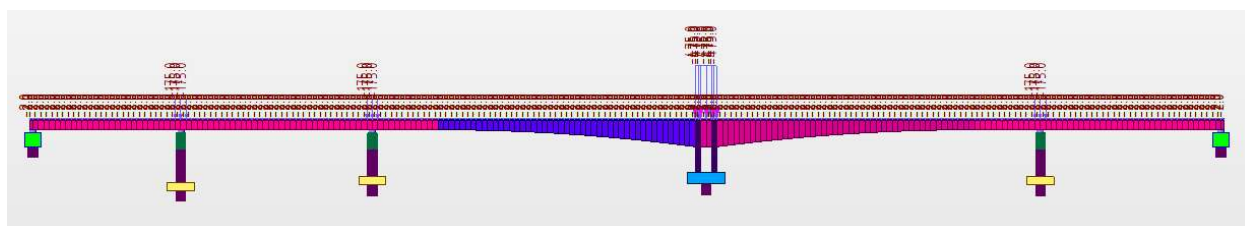
## 6. ZATÍŽENÍ

### 6.1. Stálá zatížení

#### 6.1.1. Vlastní tíha

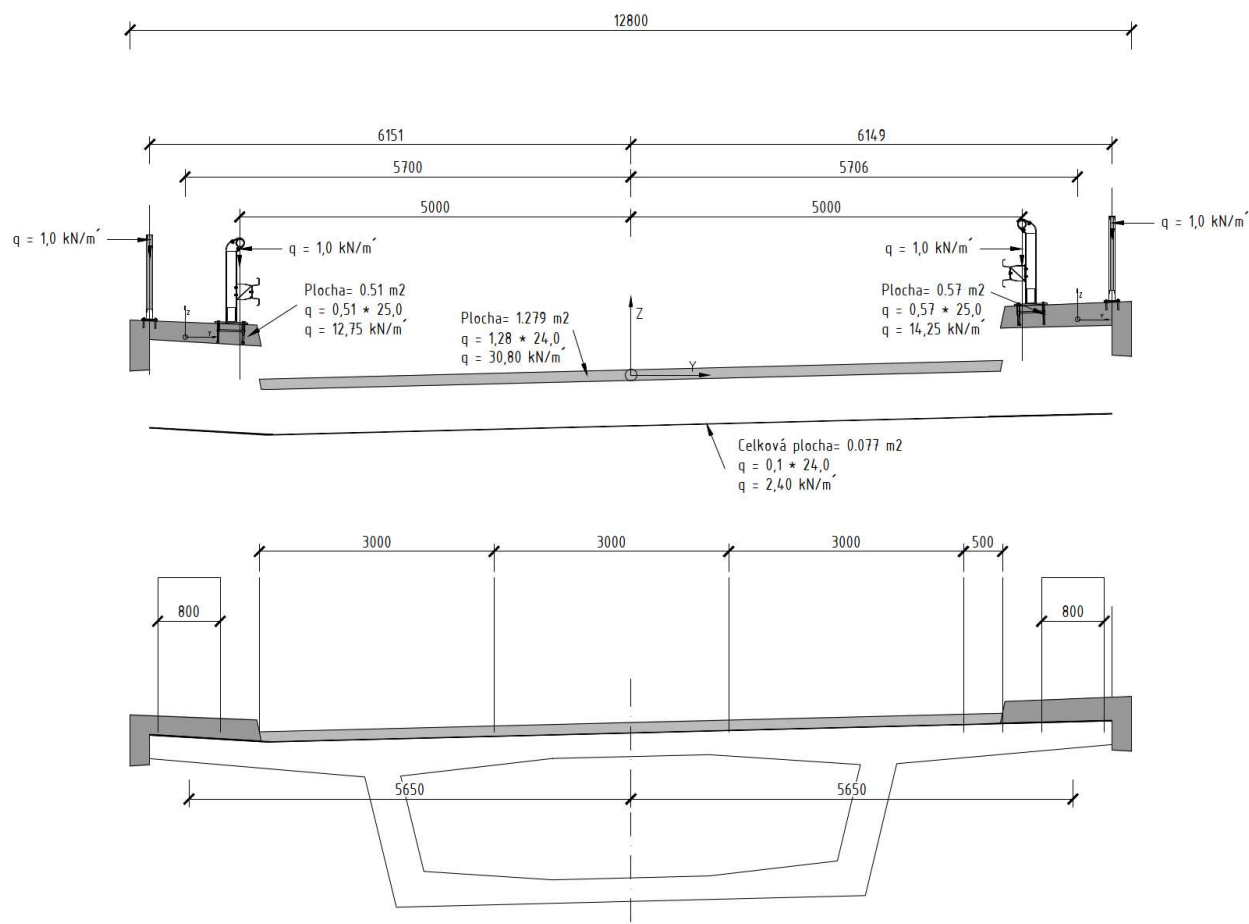
Vlastní tíha je generována automaticky programem ze zadaných průřezů a materiálových charakteristik.

ID	Name	Type	Standard	DB	Use Mass Density	Elasticity (kN/m <sup>2</sup> )	Poisson	Thermal (1/[C])	Density (kN/m <sup>3</sup> )	Mass Density (kN/m <sup>3</sup> /g)
1	C25/30 - piloty	Concrete	EN04(RC)	C25/30	<input type="checkbox"/>	3.1475e+07	0.2	1.0000e-05	2.5000e+01	2.5493e+00
2	C35/45 - pilíře	Concrete	EN04(RC)	C35/45	<input type="checkbox"/>	3.4077e+07	0.2	1.0000e-05	2.5000e+01	2.5493e+00
3	C40/50 - NK	Concrete	EN04(RC)	C40/50	<input type="checkbox"/>	3.5220e+07	0.2	1.0000e-05	2.5000e+01	2.5493e+00
4	C35/45 - null	Concrete	None		<input type="checkbox"/>	3.4077e+07	0.2	1.0000e-05	0.0000e+00	0.0000e+00
5	S355-null	Steel	None		<input type="checkbox"/>	2.1000e+08	0.3	1.2000e-05	0.0000e+00	7.8498e+00
6	Kabely	Steel	EN05-PS(S)	Y1860S7(15.7m)	<input checked="" type="checkbox"/>	1.9500e+08	0.3	1.2000e-05	7.6980e+01	7.8498e+00



Obr. 18 Doplnění vlastní tíhy příčníků a kosmetiky uvnitř dutiny komory

#### 6.1.2. Ostatní stálé zatížení



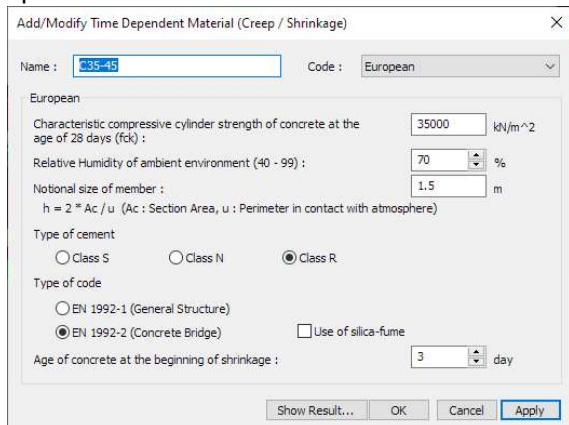
#### 6.1.3. Sednutí podpěr/opěr

Při výpočtu je uvážováno nerovnoměrné sednutí 10 mm mezi každými dvěma jednotlivými podpěrami.

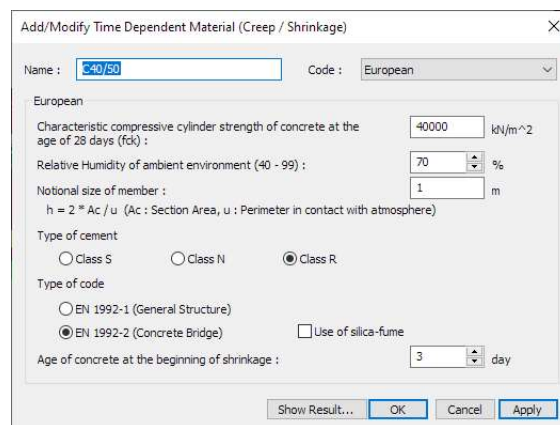
#### 6.1.4. Dotvarování a smršťování

Účinky dotvarování a smršťování betonu jsou automaticky stanovovány pomocí časově závislé analýzy (TDA) výpočetního programu MIDAS Civil. Funkonstrukce dotvarování, smršťování a nárůstu pevnosti betonu pilířů a nosné konstrukce vychází z ČSN EN 1992-1.

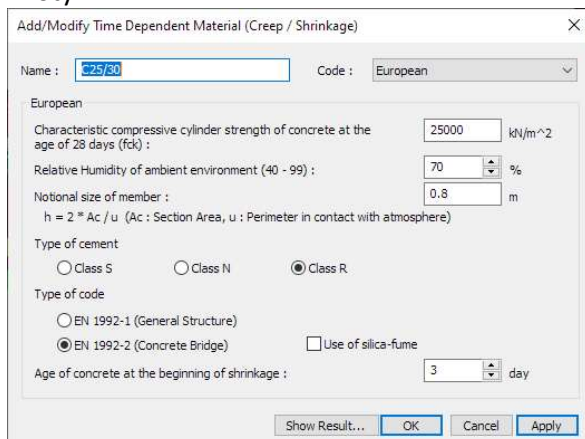
##### Spodní stavba:



##### Nosná konstrukce

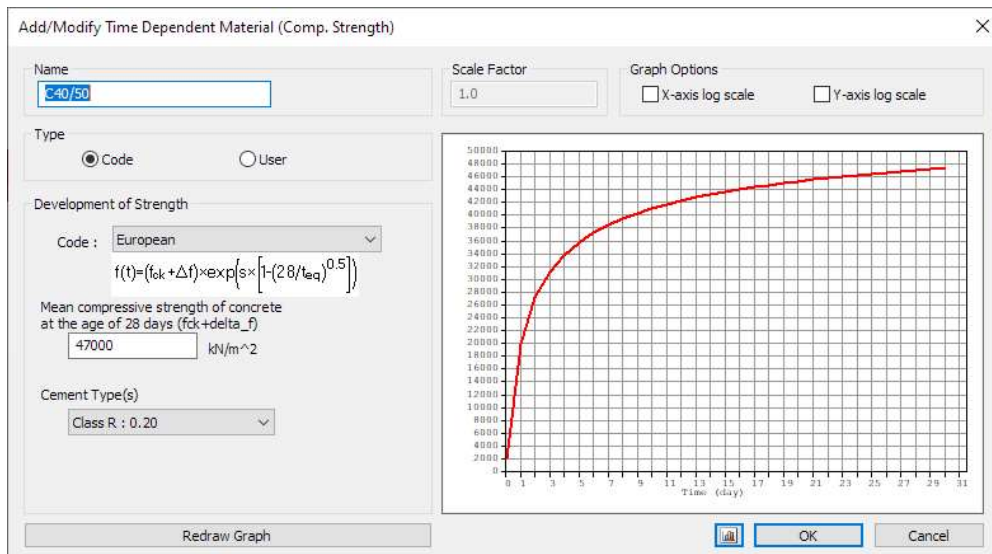


##### Piloty

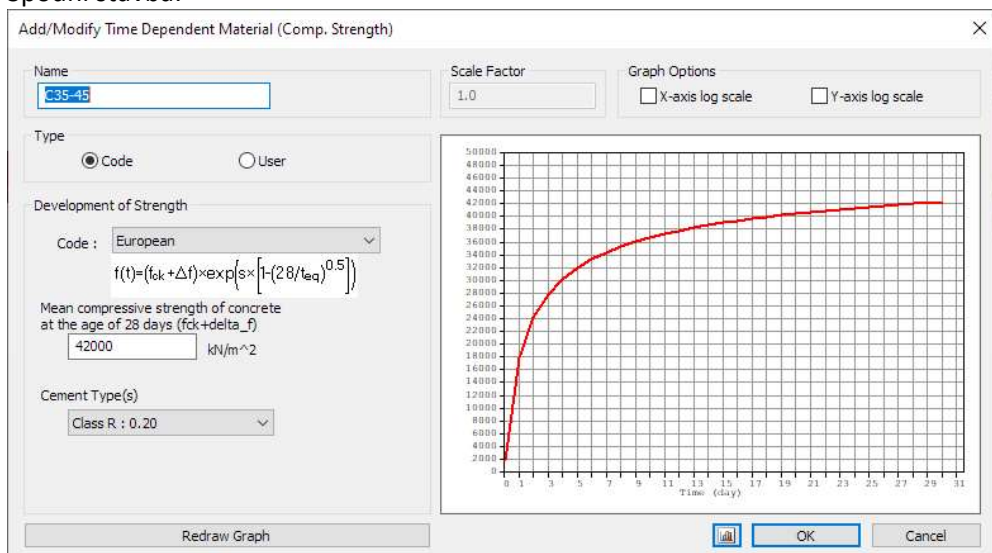


### 6.1.5. Funkce vývoje pevnosti pro beton

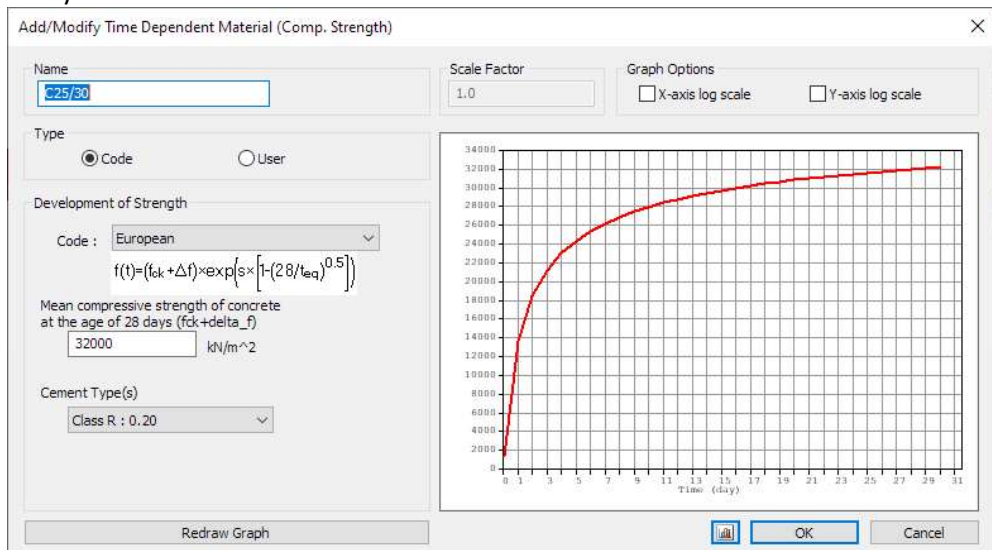
NK:



Spodní stavba:



Piloty:



## 6.2. Proměnná zatížení

### 6.2.1. Pohyblivá zatížení

#### Load model 1 (LM1)

Zatížení se umísťuje v zatěžovacích pruzích nezávisle na sobě, aby bylo dosaženo extrémního účinku zatížení. Zatěžovací pruhy se mohou v příčném směru libovolně přemísťovat. Část plochy zatěžovacího prostoru (jak v podélném, tak v příčném směru) nemusí být zatížena, pokud se tím vyvodí extrémní účinek.

Model zatížení LM1 se skládá ze dvou dílčích soustav:

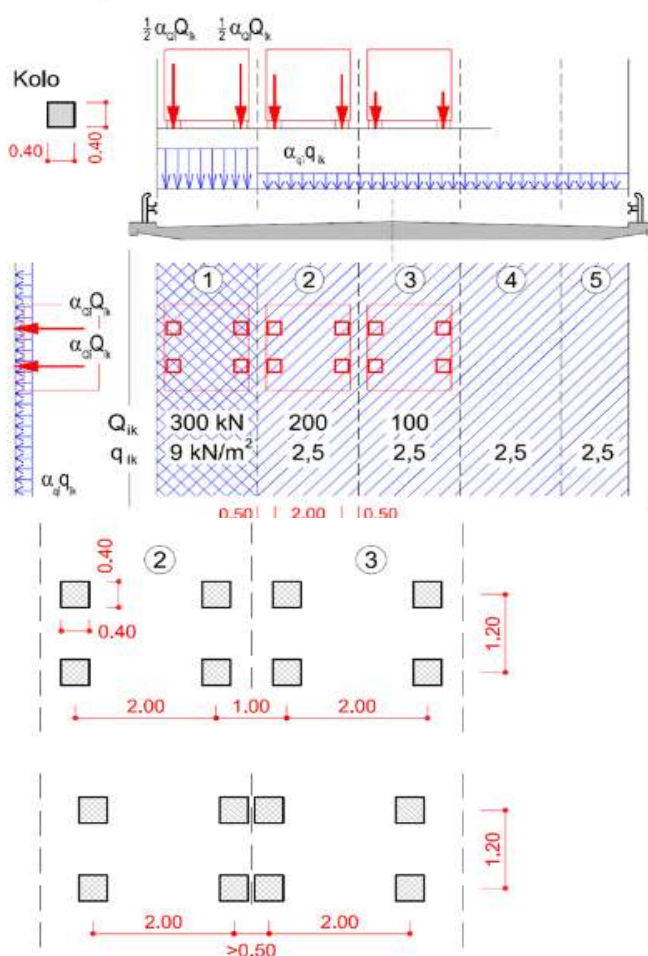
- soustředěné zatížení od dvojnápravy (TS), každá náprava o tíze  $\alpha_Q Q_k$ ,
- rovnoměrné zatížení (UDL) o velikosti  $\alpha_Q q_k$  (pouze v nepříznivých částech příčkových ploch).

V zatěžovacím pruhu pouze jedna kompletní dvojnáprava, která se pohybuje v ose pruhu pro celkové ověření.

Lokálně může jet mino osu pruhu.

Každé kolo nápravy vyvozuje zatížení  $0,5 \alpha_Q Q_k$ .

Kontaktní plocha kola  $0,4 \times 0,4$  m.



V tabulce jsou uvedeny charakteristické hodnoty včetně dynamického součinitele.



### Load model 3 (LM3)

**Tabulka NA.4 – Zvláštní vozidla pro silnice I. a II. třídy**

Celková tíha	1800 kN
Označení	1800/200
Nápravy	$n = 9 \times 200 \text{ kN}$ , $e = 1,50 \text{ m}$
Umístění zatížení	Zvláštní vozidlo se pohybuje v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů podle A.3 (2), přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50 \text{ m}$ .
Kombinace zatížení	Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.
Rychlost	Normální ( $\leq 70 \text{ km/hod}$ )
Dynamický součinitel	Ano, $\varphi = 1,25$
Poznámka	Jedná se o jediné vozidlo na mostě.

#### Dělení pozemních komunikací:

**Skupina 1 ... všechny pozemní komunikace kromě uvedených ve skupině 2**

**Skupina 2 ... silnice III. třídy předem stanovené příslušným úřadem, obslužné místní komunikace a účelové komunikace.**

#### HODNOTY REGULAČNÍCH SOUČINITELŮ $\alpha$ PRO ČR

skupina pozemních komunikací	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Q2}$	$\alpha_{Q3}$	$\alpha_{q1}$	$\alpha_{q2}$	$\alpha_{qi} (i>2)$ a $\alpha_{qr}$
1	1.0	1.0	1.0	1.0	2.4	1.2
2	0.8	0.8	0.8	0.45 <sup>1)</sup>	1.6	1.6

#### Brzdné a rozjezdové síly

Brzdná (rozjezdová) síla se uvažuje jako podélná síla působící v úrovni povrchu vozovky v ose kteréhokoliv zatěžovacího pruhu. Pokud nejsou účinky excentricity významné, předpokládá se působíště v ose vozovky a rovnoměrné rozdělení po celé zatěžovací šířce.

#### Brzdné a rozjezdové síly – LM1

BRZDNÉ SÍLY PRO LM1 dle 4.4.1						
Délka NK				$L =$	218	m
Šířka pruhu č. 1				$w1 =$	3.00	m
Hodnota vodorovné síly (4.6)	$Q_{lk} = 0.6 \cdot \alpha_{Q,1} \cdot 2Q_{1,k} + 0.1 \cdot \alpha_{q,1} \cdot q_{1,k} \cdot w1 \cdot L =$				900.0	kN
síla působí v úrovni vozovky v ose jakéhokoliv pruhu	$Q_{lk} >$		$180 \cdot \alpha_{Q,1} =$		180	kN
		$Q_{lk} <$			900	kN
Přepočet na liniové zatížení			$q_{lk} = Q_{lk}/L =$		4.13	kN/m

### Brzdné a rozjezdové síly – LM3

#### MODEL ZATÍŽENÍ 3 - dle tab. NA.3

- Dálnice, rychlostní silnice a vybrané trasy

#### Vozidlo 1800/200

Celková tíha	$Q_{LM3} =$	1800 kN
Nápravy		9x200 kN
Dyn. součinitel		1.25 -
Ostatní doprava	spolu s LM1 - pruhy 2,3 a "Z"	
Pohybuje se v	jízdnicích pruzích	
Brzdná síla	$Q_{i,k} = 0.6 \cdot Q_{LM3} + 0.1 \cdot \alpha_{q,2} \cdot q_{2,k} \cdot w_2 \cdot L < 600 \text{ kN} =$	600 kN
Přepočet na liniové zatížení	$q_{ik} = Q_{ik}/L =$	2.75 kN/m

### Odstředivé síly

Pro LM1	Pro LM3
Odstředivé a jiné příčné síly	Odstředivé a jiné příčné síly
pro 200 m < r < 1500 r= 780 m	pro 200 m < r < 1500 r= 780 m
$Q_{tk} = 40 \cdot Q_v / r$	$Q_{tk} = 40 \cdot Q_v / r$
$Q_v = \sum \alpha_{Qi} \cdot (2Q_{ik})$	$Q_v = \sum \alpha_{Qi} \cdot (2Q_{ik})$
$Q_v = 1000 \text{ kN}$	$Q_v = 1800 \text{ kN}$
$Q_{tk} = 51.28 \text{ kN}$	$Q_{tk} = 92.31 \text{ kN}$

### Sestavy zatížení dopravou

		VOZOVKA					CHODNÍKY A CYKLISTICKÉ PRUHY	
Zatěžovací systém		svislé síly			vodorovné síly		pouze svislé zatížení	
		dvojnáprava a rovn. zat. LM1	jednotlivá náprava LM2	zvláštní vozidla LM3	zatížení davem lidí LM4	brzdné a rozjezd. síly <sup>(a)</sup>	odstředivé síly a příčné síly <sup>(a)</sup>	rovnoměrné zatížení
SESTAVY ZATÍŽENÍ	gr1a	charakteristické hodnoty						3 kNm <sup>-2</sup>
	gr1b		charakteristická hodnota					
	gr2	časté hodnoty				charakteristická hodnota	charakteristická hodnota	
	gr3							charakteristická hodnota <sup>(c)</sup>
	gr4				charakteristická hodnota			charakteristická hodnota
	gr5	charak. hod. rovn. zatížení		charakteristická hodnota				

  ... Hlavní složka zatížení (označená jako složka příslušející sestavě)



## 6.2.2. Zatížení účinky teploty

### Teplotní změny u mostů dle ČSN EN 1991-1-5, Čl. 6

#### 6.1 Nosné konstrukce mostů

##### 6.1.1 Typy nosných konstrukcí mostů

3. typ: betonová nosná konstrukce

##### 6.1.3 Rovnoměrná složka teploty

Minimální teploty vzduchu ve stínu

-32,1 až -34 °C

$T_{\min} = -34.0$  °C

Maximální teploty vzduchu ve stínu

36,1 až 38 °C

$T_{\max} = 38.0$  °C

Minimální rovnoměrná složka teploty

$T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -26.0$  °C

Maximální rovnoměrná složka teploty

$T_{e,\max} = T_{\max} + 1.5 = 39.5$  °C

Výchozí teplota mostu

$T_0 = 0.0$  °C

#### Rozsah rovnoměrných složek teplot pro výpočet mostu

Charakteristická hodnota pro výpočet zkrácení mostu  $\Delta T_{N,\text{con}} = -(T_0 - T_{e,\min}) = -26.0$  °C

Charakteristická hodnota pro výpočet prodloužení mostu  $\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 39.5$  °C

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty mostu  $\Delta T_N = 65.5$  °C

#### Rozsah rovnoměrných složek teplot pro výpočet ložisek a dilatačních spár

Teplota, při které jsou ložiska a dilatační spáry prováděny

je známa

Maximální rozsah pro výpočet zkrácení mostu  $\max \Delta T_{N,\text{con}} = \Delta T_{N,\text{con}} - 10 = -36.0$  °C

Maximální rozsah pro výpočet prodloužení mostu  $\max \Delta T_{N,\text{exp}} = \Delta T_{N,\text{exp}} + 10 = 49.5$  °C

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty mostu  $\max \Delta T_N = 85.5$  °C

#### Rozsah rovnoměrných složek teplot pro výpočet ložisek dle ČSN EN 1993-2, Příl. A, Čl. A.4.2

Charakteristická hodnota pro výpočet zkrácení mostu  $\Delta T_{K\min} = -26.0$  °C

Charakteristická hodnota pro výpočet prodloužení mostu  $\Delta T_{K\max} = 39.5$  °C

Dodatečná jistící hodnota rozdílu teplot na mostě  $\Delta T_y = 5.0$  °C

Pro výpočet jistící hodnoty  $\Delta T_0$  se uvažuje:

doporučená hodnota dle NA.2.53

Jistící hodnota, beroucí v úvahu neurčitost v umístění ložisek  $\Delta T_0 = 15.0$  °C

Návrhová hodnota pro výpočet zkrácení mostu  $\Delta T_{d\min}^* = \Delta T_{K\min} - \Delta T_y - \Delta T_0 = -46.0$  °C

Návrhová hodnota pro výpočet prodloužení mostu  $\Delta T_{d\max}^* = \Delta T_{K\max} + \Delta T_y + \Delta T_0 = 59.5$  °C

Celkový rozsah rovnoměrné složky teploty mostu  $\Delta T_d^* = 105.5$  °C

## 6.1.4 Rozdílové složky teploty

### 6.1.4.1 Svislá lineární složka (postup 1)

Typ konstrukce

3. typ: betonová nosná konstrukce – betonový komorový nosník

Tloušťka mostního svršku

100 mm

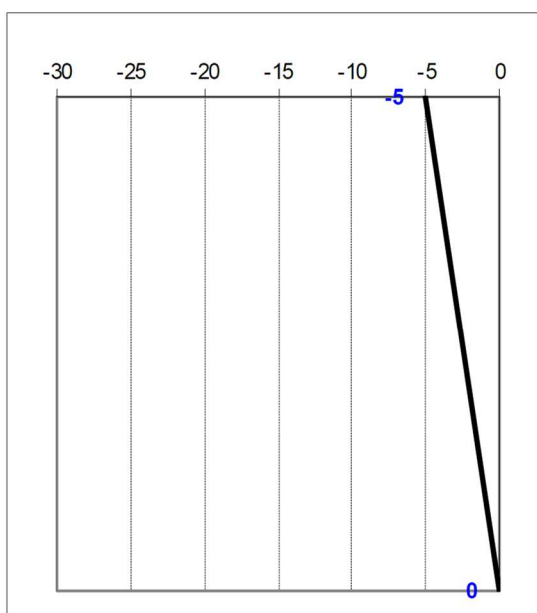
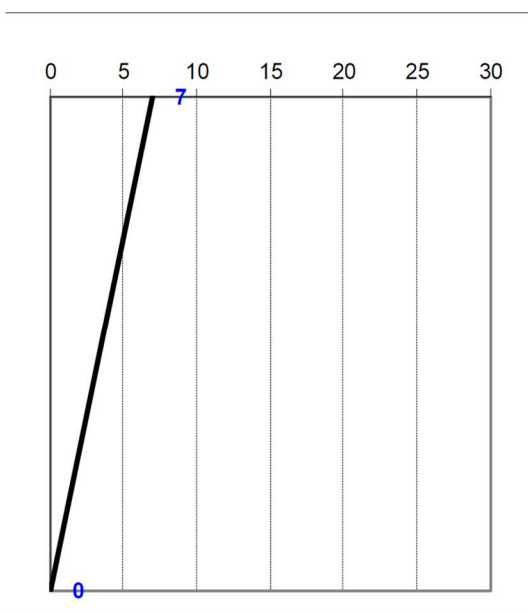
**Lineární rozdílové složky:**

Horní povrch teplejší než dolní

$$\Delta T_{M, \text{heat}} = 0.7 \cdot 10 = 7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dolní povrch teplejší než horní

$$\Delta T_{M, \text{cool}} = 1.0 \cdot -5 = -5 \text{ } ^\circ\text{C}$$



### 6.1.5 Současné působení rovnoměrné a rozdílové složky teploty

Rozdílová složka teploty

$\Delta T$

Rovnoměrná složka teploty

$\Delta T_N$

Kombinace složek

$\Delta T + 0.35\Delta T_N$

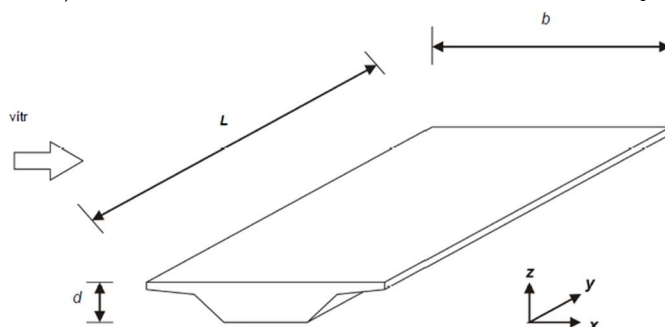
$0.75\Delta T + \Delta T_N$

Rozhoduje nejnepříznivější účinek.

### 6.2.3. Zatížení větrem

Zatížení větrem podle ČSN EN 1991-1-4, Kap. 4: Rychlost větru a dynamický tlak, Kap. 8: Zatížení mostů větrem

Výchozí základní rychlost větru (dle 4.2 (2))	$v_{b,0} =$	27.5 m/s
Součinitel směru větru (dle 4.2 (2) - Pozn. 2)	$c_{dir} =$	1.0
součinitel ročního období (dle 4.2 (2) - Pozn. 3)	$c_{season} =$	1.0
Základní rychlost větru (dle 4.2, rov. 4.1)	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} =$	27.5 m/s
Výška nad terénem	$z =$	10.00 m
( $z_{min}$ - dle Tab. 4.1)	$z > z_{min} =$	5.00 m
	$z < z_{max} =$	200.00 m
	$\rightarrow z =$	10.00 m
Parametr drsnosti terénu (dle 4.3.2)	$z_0 =$	0.3 m
Parametr drsnosti terénu pro kat. II (dle Tab. 4.1)	$z_{0,II} =$	0.05 m
Součinitel terénu, který závisí na $z_0$ (dle 4.3.2, rov. 4.5)	$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} =$	0.22
Součinitel drsnosti (dle 4.3.2, rov. 4.4)	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) =$	0.76
Součinitel orografie (dle 4.3.3)	$c_0(z) =$	1.0
Střední rychlost větru ve výšce "z" nad terénem (dle 4.3.1, rov. 4.3)	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b =$	20.8 m/s
Součinitel turbulence (dle 4.4, Pozn. 2)	$k_t =$	1.0
Intenzita turbulence ve výšce "z" (dle 4.4, rov. 4.7)	$I_v(z) = k_t / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] =$	0.285
Měrná hmotnost vzduchu (dle 4.5, Pozn. 2)	$\rho =$	1.25 kg/m <sup>3</sup>
Základní dynamický tlak větru (dle 4.5, rov. 4.10)	$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 =$	0.47 kN/m <sup>2</sup>
Max. dynamický tlak (dle 4.5, rov. 4.8)	$q_p(z) = [1 + I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) =$	0.808 kN/m <sup>2</sup>
Součinitel expozice (dle 4.5, rov. 4.9)	$c_e = q_p(z)/q_b =$	1.71



Obrázek 8.2 – Směry zatížení větrem na mostech

Zatížení nosné konstrukce: Směr X (dle 8.3.1, 8.3.2)

Šířka mostu ve směru X	$b =$	12.800 m
Délka nosné konstrukce ve směru Y	$L_{sup} =$	218.000 m
Výška nosné konstrukce ve směru Z	$d =$	5.800 m
Výška levého zábradlí (PHS, svodidlo, ...) (doprava)	$d_{add,l} =$	1.100 m
Výška pravého zábradlí (PHS, svodidlo, ...)	$d_{add,r} =$	0.000 m
Celková referenční výška pro působení větru	$d_{tot} = d + d_{add,l} + d_{add,r} =$	6.900 m
Poměr šířky NK a ref. výšky	$b/d_{tot} =$	1.86
Souč. síly bez vlivu prodění kolem volných konců (dle 8.3.1, Obr. 8.3)	$c_{fx,0} =$	1.30
$c_{fx,0} = \{2.4 \text{ pro } b/d_{tot} \leq 1/3; -0.3 \cdot b/d_{tot} + 2.5 \text{ pro } 1/3 \leq b/d_{tot} \leq 4; 1.3 \text{ pro } b/d_{tot} \geq 4\}$ doporuč. 1.3		
Příčný sklon konstrukce (dle 8.3.1, (3))	$i_d =$	1.43 °
Zvětšení součinitele síly vlivem sklonu konstrukce	$k_d = \min[(1 + 0.03 \cdot i_d); 1.25] =$	1.04
Zvětšený součinitel síly ve směru X	$c_{fx,0} = c_{fx,0} \cdot k_d =$	1.36
Součinitel síly ve směru X (dle 8.3.1, rov. 8.1; (3))	$c_{f,x} = c_{fx,0} =$	1.36
Součinitel zatížení větrem (dle 8.3.2)	$C = c_e \cdot c_{f,x} =$	2.32
Referenční plocha pro zatížení ve směru X (dle 8.3.1)	$A_{ref,x} = L_{sup} \cdot d_{tot} =$	1504.20 m <sup>2</sup>
Síla od větru ve směru X (dle 8.3.2, rov. 8.2)	$F_{w,x} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} =$	1647.51 kN
Síla od větru ve směru X - spojitě liniové zatížení	$q_{wl,x} = F_{w,x}/L_{sup} =$	7.56 kN/m
Síla od větru ve směru X - spojitě plošné zatížení	$q_{ws,x} = F_{w,x}/A_{ref,x} =$	1.10 kN/m <sup>2</sup>
Svislá excentricita působící síly (od spodního povrchu NK)	$e_x =$	3.450 m

#### Zatížení nosné konstrukce: Směr Z (dle 8.3.3)

Celková referenční výška pro působení větru  
Poměr šířky NK a ref. výšky  
Součinitel síly ve směru Z (dle 8.3.3, (1) Pozn. 1)  
Součinitel zatížení větrem ve směru Z  
Referenční plocha pro zatížení ve směru Z (dle 8.3.3, rov. 8.3)

#### Síla od větru ve směru Z

#### Síla od větru ve směru Z - spojitě liniové zatížení

#### Síla od větru ve směru Z - spojitě plošné zatížení

Vodorovná excentricita působící síly (od osy NK)

$$\begin{aligned}d_{\text{tot}} &= 6.900 \text{ m} \\b/d_{\text{tot}} &= 1.86 \\C_{f,z} &= 0.90 \\C &= C_e \cdot C_{f,z} = 1.54 \\A_{\text{ref},z} &= b \cdot L_{\text{sup}} = 2790.40 \text{ m}^2 \\F_{w,z} &= 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{\text{ref},z} = 2028.82 \text{ kN} \\q_{wl,z} &= F_{w,z}/L_{\text{NK}} = 9.3 \text{ kN/m} \\q_{ws,z} &= F_{w,z}/A_{\text{ref},z} = 0.73 \text{ kN/m}^2 \\e_z &= b/4 = 3.200 \text{ m}\end{aligned}$$

#### Zatížení nosné konstrukce: Směr Y (dle 8.3.4)

Poměr sil ve směru Y a X (dle 8.3.4 (1))

#### Síla od větru ve směru Y

#### Síla od větru ve směru Y - spojitě liniové zatížení

$$\begin{aligned}k_{xy} &= 0.25 \\F_{w,y} &= k_{xy} \cdot F_{w,x} = 411.88 \text{ kN} \\q_{wl,y} &= F_{w,y}/L_{\text{sup}} = 1.89 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

## 6.3. Kombinace zatížení

Doporučené hodnoty součinitele  $\psi$  pro mosty silničních komunikací

zatížení	značka	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
dopravou	gr1a TS (dvojnápravy)	0.75	0.75	0
	UDL (rovnoměrné zatížení)	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 (zatížení chodci)	0	0.40	0
	gr4 (zatížení davem lidí)	0	-	0
větrem	gr5 (zvláštní vozidla)	0	-	0
	$F_{wk}$ - trvalé návrhové situace	0.6	0.2	0
	- provádění	0.8	-	0
teplotou	$F_w^*$	1.0	-	0
sněhem	$T_k$	0.6	0.6	0.5
sněhem	$Q_{Sf,k}$ (během provádění)	0.8	-	-
staveništní	$Q_c$	1.0	-	1.0

#### Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení	Vedlejší proměnná zatížení	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinější	Ostatní
<b>Výraz 6.10</b>	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
$\gamma_{Gj,sup} = 1.35$ $\gamma_{Gj,inf} = 1.00$ $\gamma_Q = 1.35$ $\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_Q = 1.20$ $\gamma_Q = 1.50$ $\xi = 0.85$						
nepříznivé působící zatížení silniční dopravou a chodci zatížení železniční dopravou, sestavy gr11 až gr31 (s výjimkou 16,17, 26 a 27) zatížení železniční dopravou, sestavy gr16 a 17 a model SW/2 ostatní zatížení dopravou a další proměnná zatížení						

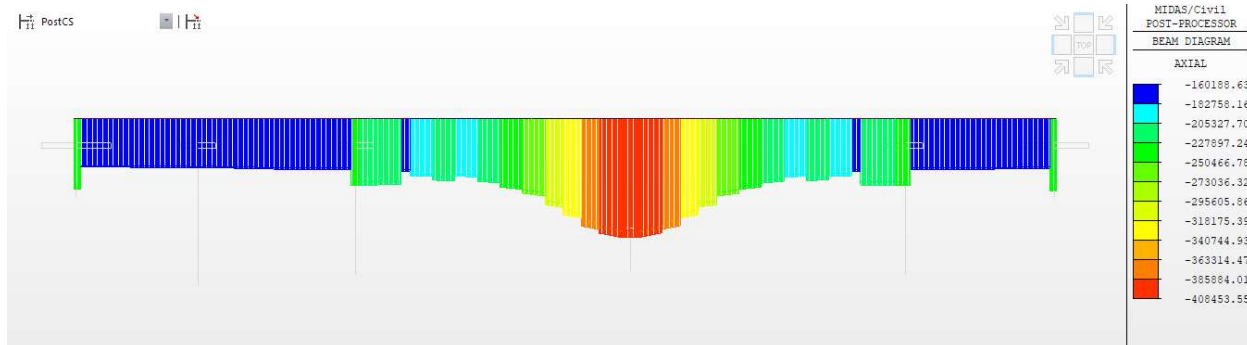
#### Kombinace zatížení pro mezní stav použitelnosti

Kombinace	Stálá zatížení		Předpětí	Proměnná zatížení	
	Nepříznivá	Příznivá		Nejúčinější	Ostatní
Charakteristická	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

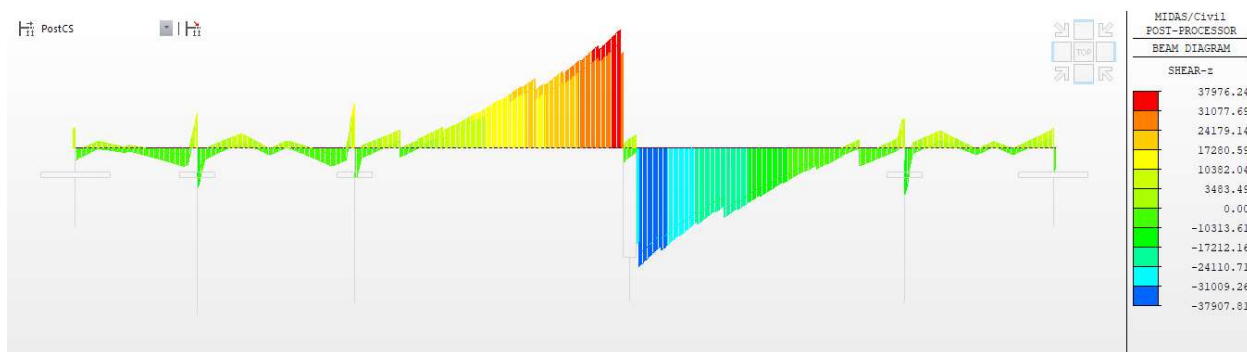
## 7. NOSNÁ KONSTRUKCE

### 7.1. Kombinace vnitřních sil

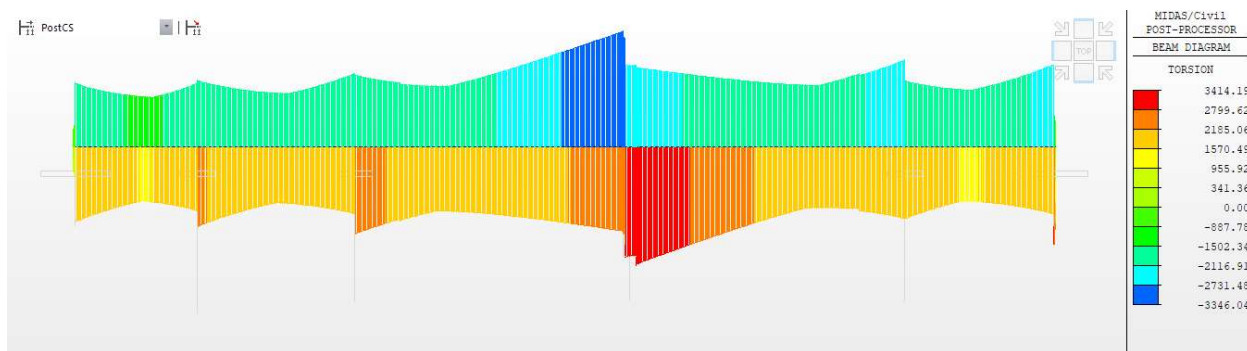
#### 7.1.1. Častá kombinace



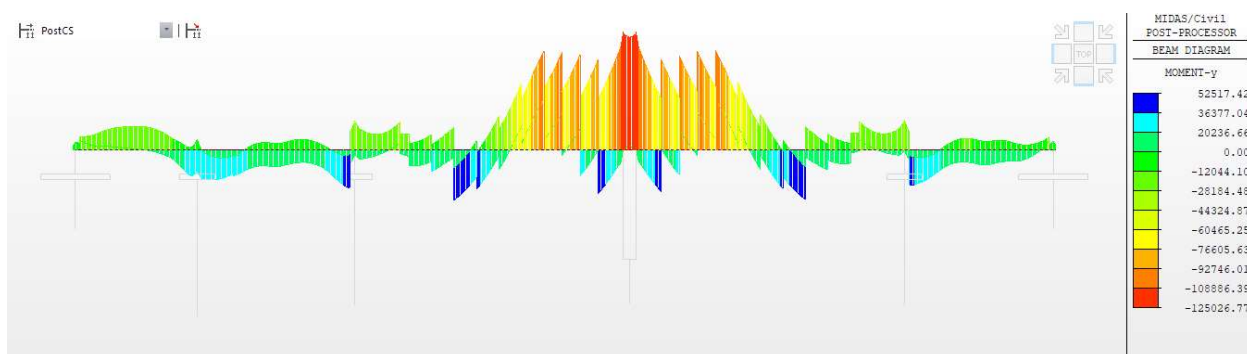
Obr. 19 Osová síla



Obr. 20 Posouvající síla



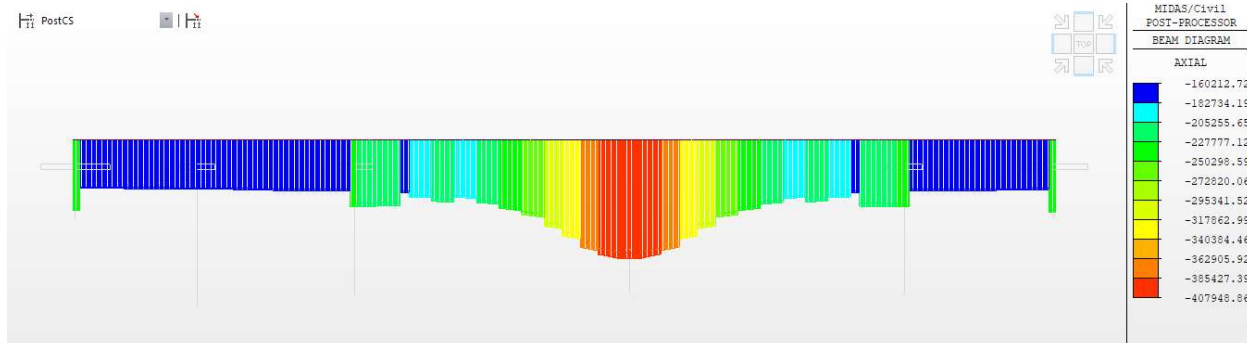
Obr. 21 Kroutící momenty



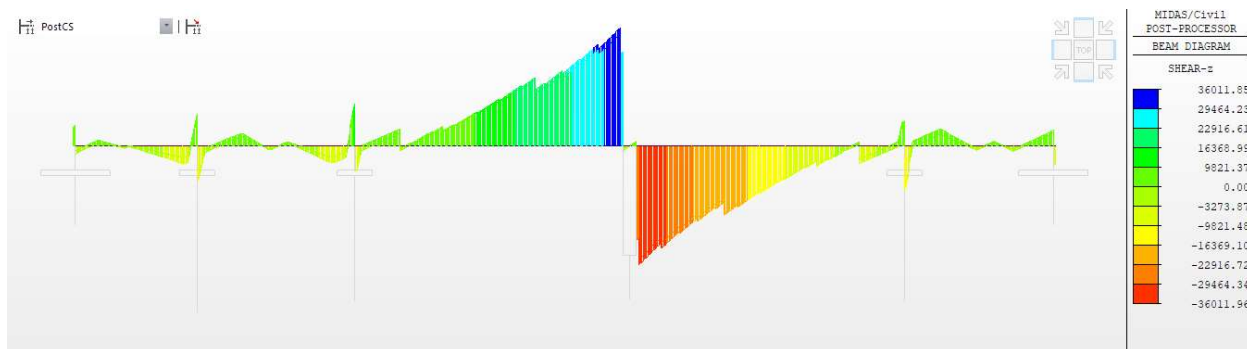
Obr. 22 Ohybové momenty



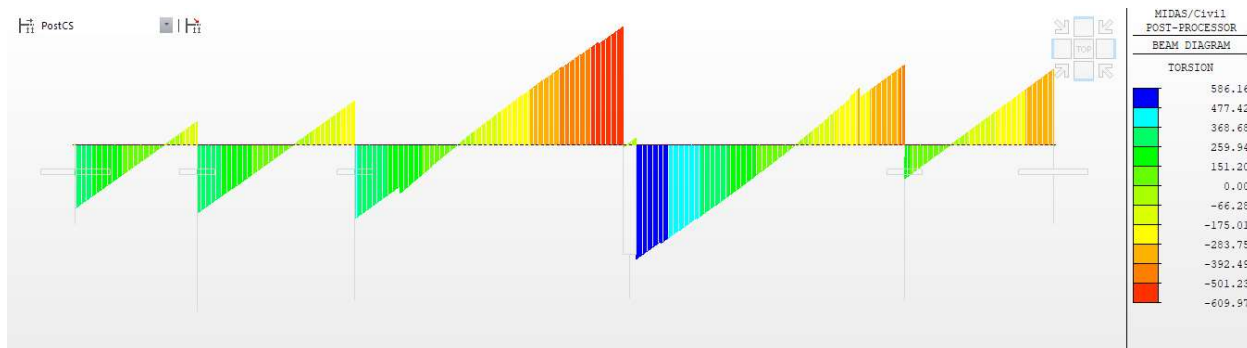
## 7.1.2. Kvazistálá kombinace



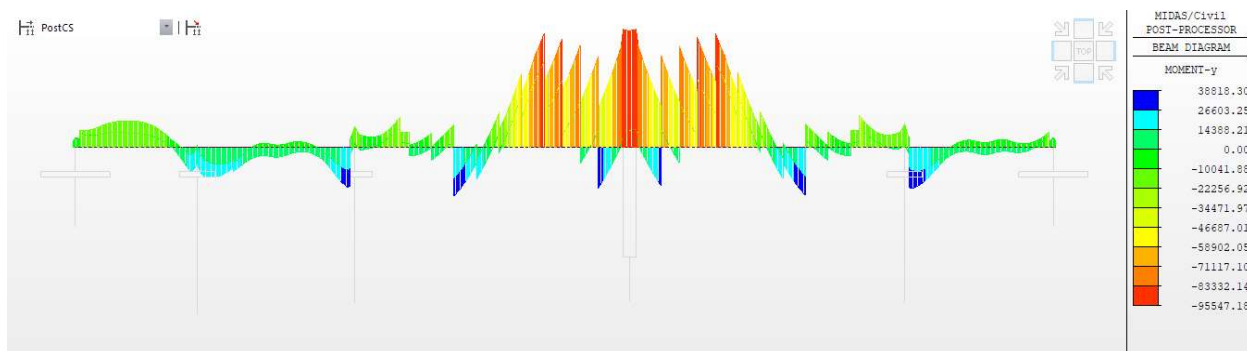
Obr. 23 Osová síly



Obr. 24 Posouvající síly

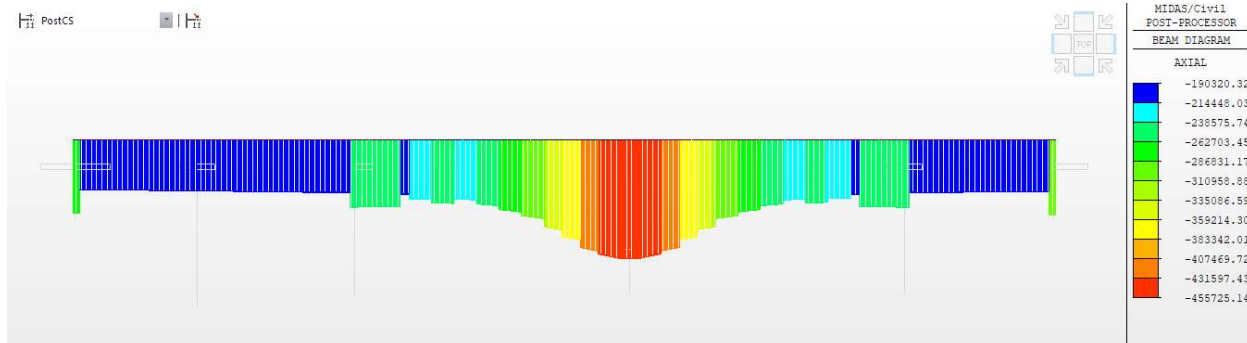


Obr. 25 Krutící momenty

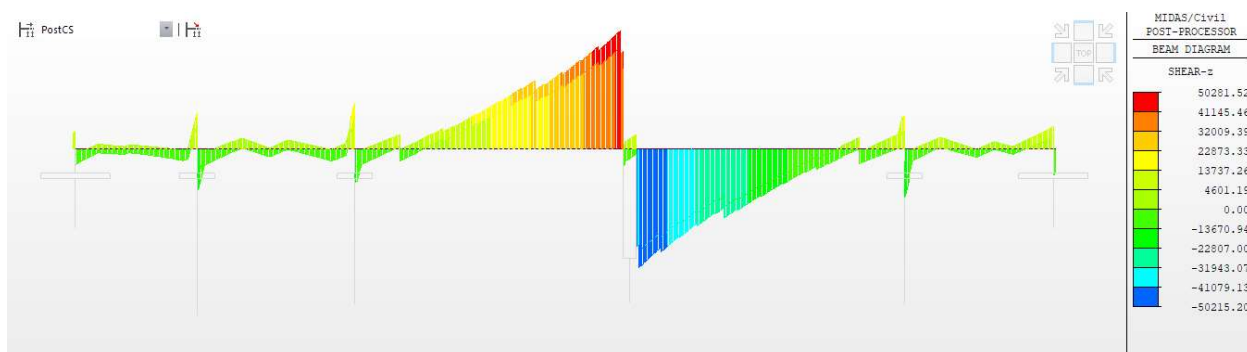


Obr. 26 Ohybové momenty

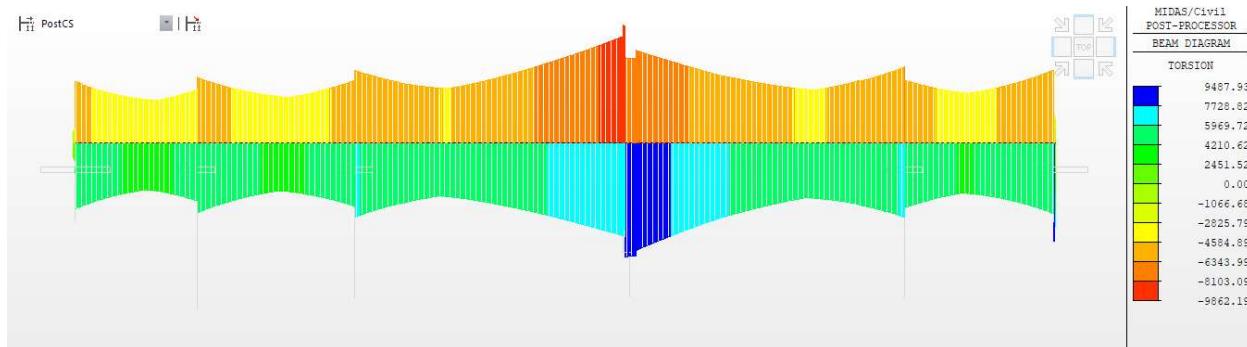
### 7.1.3. MSÚ



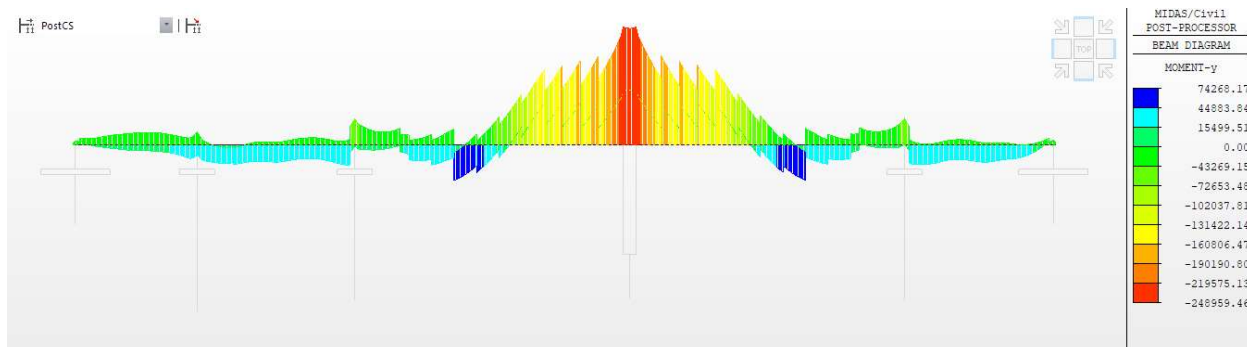
Obr. 27 Osová síla



Obr. 28 Posouvající síla



Obr. 29 Kroutící momenty



Obr. 30 Ohybové momenty

## 7.2. MSP - omezení napětí

Tabulka NA.2 – Volba stupně protikorozi ochrany předpínací výztuže

		Stupeň protikorozi ochrany předpínací výztuže $PL^g$ pro konstrukční ochranná opatření s účinností		
		vysokou <sup>e)</sup>	střední	nízkou <sup>g)</sup>
Agresivita prostředí <sup>a)</sup>	Vysoká <sup>b)</sup>	PL2	PL2 – PL3	PL3
	Střední <sup>c)</sup>	PL1 – PL2	PL2	PL2 – PL3
	Nízká <sup>d)</sup>	PL1	PL1 – PL2	PL2

a) Agresivita prostředí je dána chemickými vlivy (např. účinky chloridů), vlivem únavy a účinků bludných proudů.  
b) Stupeň vlivu prostředí XC4, XD, XS, XF, XA podle ČSN EN 206+A2 a/nebo prostředí podle ČSN 73 6214, článek 12(9).  
c) Stupeň vlivu prostředí XC3 podle ČSN EN 206+A2 a/nebo prostředí podle ČSN 73 6214, článek 12(9).  
d) Maximální stupeň vlivu prostředí X0, XC1, XC2 podle ČSN EN 206+A2 a/nebo prostředí podle ČSN 73 6214, článek 12(9).  
e) Např. předpínací výztuž v konstrukci spolehlivě chráněné vodotěsnou izolací odpovídající ČSN 73 6242.  
f) Např. předpínací výztuž v parapetním nosníku vystupujícím nad vozovku.  
g) Stupeň protikorozi ochrany předpínací výztuže – viz tabulka NA.3.

Tabulka NA.1 – Doporučené hodnoty  $w_{max}$  a odpovídající kombinační pravidla<sup>d), f), g)</sup>

Stupeň vlivu prostředí	Konstrukce s průběžnou podélnou betonářskou výztuží				Konstrukce bez průběžné podélné betonářské výztuže (nutno použít stupeň protikorozi ochrany předpínací výztuže PL2 nebo PL3 a spojky kabelových kanálků v příčných spárách)
	Železobetonové prvky a prvky předpjaté bez soudržné předpínací výztuže  (kvazi-stálá kombinace zatížení)	Prvky předpjaté soudržnou výztuží (častá kombinace zatížení)			
		Předem předpjatý beton	Dodatečně předpjatý beton		
			Stupeň protikorozi ochrany předpínací výztuže PL1 až PL3 <sup>c)</sup>	Stupeň protikorozi ochrany předpínací výztuže PL1 <sup>c)</sup>	
X0, XC1, XC2	0,4 <sup>a)</sup>	0,2	0,2	0,3	Dekomprese v celé příčné spáře při charakteristické kombinaci zatížení
XC3	0,3	0,1 <sup>b)</sup>	0,2 <sup>b)</sup>	0,3	
XC4, XD, XS, XF, XA	0,2	Dekomprese <sup>e)</sup>	0,1 <sup>b)</sup>	0,2	

<sup>a)</sup> Pro stupeň 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>b)</sup> Pro tyto případy se také posoudí dekomprese při kvazi-stálé kombinaci zatížení.

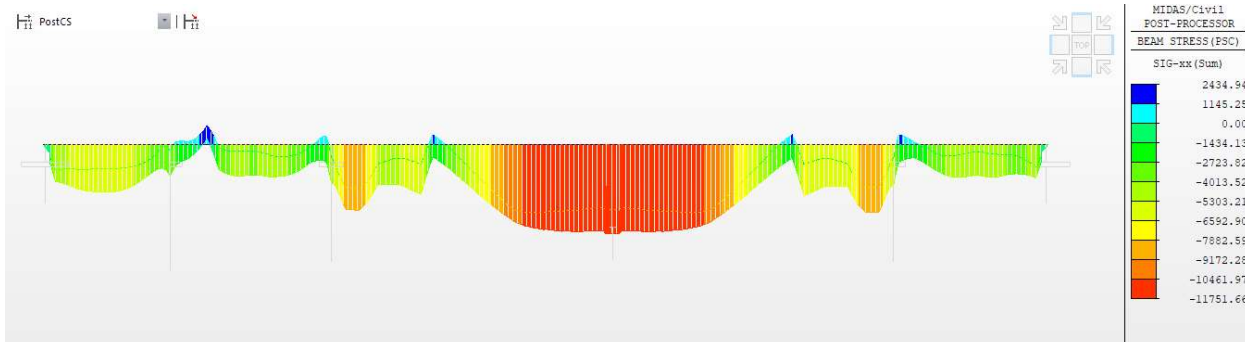
<sup>c)</sup> Stupně protikorozi ochrany (*Protection Level*) předpínací výztuže - viz tabulka NA.2 a tabulka NA.3.

<sup>d)</sup> Tato tabulka není určena pro hodnocení existujících konstrukcí.

<sup>e)</sup> Pro tento případ se také posoudí šířka trhlin 0,2 mm pro charakteristickou kombinaci zatížení.

<sup>f)</sup> Tato tabulka platí pro konstrukce působící v obou směrech jako železobetonové nebo jako předpjaté stejným druhem předpínací výztuže (výztuž se soudržností, výztuž bez soudržnosti). Doporučuje se tabulku použít a uvažovat přísnější požadavky i v případě, kdy je konstrukce navržena v podélném a v příčném směru rozdílně (např. v podélném směru působí jako předpjatá výztuž se soudržností a v příčném směru jako železobetonová).

<sup>g)</sup> Spážené desky spolupůsobící s předpjatými nosníky se uvažují jako železobetonové, pokud po jejich betonáži již není do konstrukce vneseno další předpětí.



Obr. 31 Napjatost na spodních vláknech – dekomprese v oblasti kanálků splněna





---

### **7.3. MSÚ ohyb**

### **7.4. MSÚ smyk**

## **8. SPODNÍ STAVBA**

### **8.1. Kombinace vnitřních sil**

#### **8.1.1. Častá kombinace**

#### **8.1.2. Kvazistálá kombinace**

#### **8.1.3. MSÚ**

### **8.2. MSP – omezení napětí**

### **8.3. MSÚ ohyb**

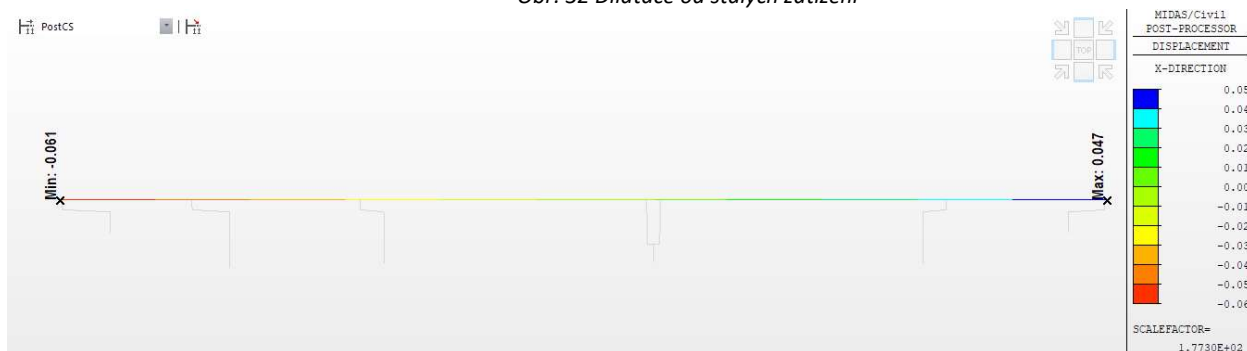
### **8.4. MSÚ smyk**



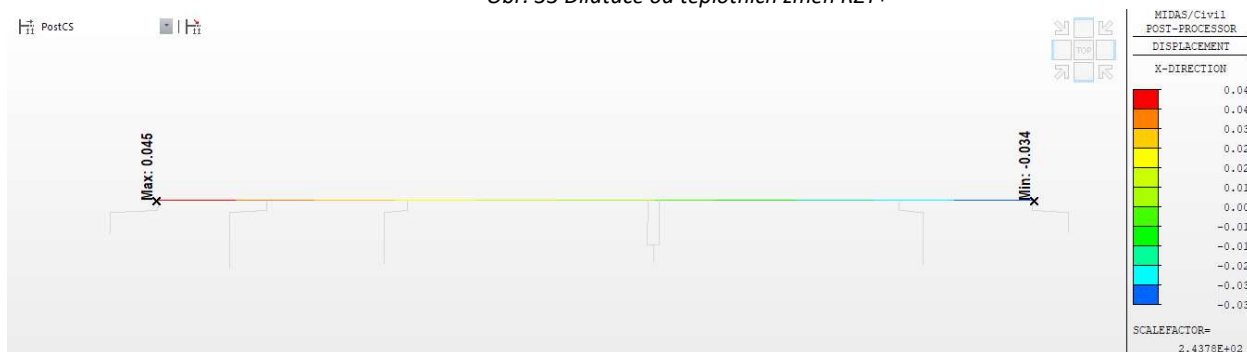
## 9. DILATACE



Obr. 32 Dilatace od stálých zatížení



Obr. 33 Dilatace od teplotních změn RZT+



Obr. 34 Dilatace od teplotních změn RZT-



## 10. ZÁVĚR

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce mostu SO 201 jako celek i všechny jeho části mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou tuhost podle platných norem pro navrhování uvedených v kapitole 3.

Konstrukce byla posouzena dle metodiky Eurokódů a dle principů stavební mechaniky, a pružnosti a pevnosti stavebních materiálů.

Bylo prokázáno, že konstrukce vyhovuje jak požadavkům na únosnosti i použitelnosti. Podrobné výsledky jsou uchovány u projektanta.

Brno, říjen 2023

Vypracoval:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pavel Sliwka'.

Ing. Pavel Sliwka

