

# **PŘEPOČET ÚNOSNOSTI**

**Mosty u Helenína**

**Most ev.č. 602-041**

## **OBSAH**

|   |      |    |
|---|------|----|
| Předpisy a literatura                     | str. | 3  |
| Použité programy                          | str. | 3  |
| Podklady                                  | str. | 3  |
| Fotografie mostu                          | str. | 4  |
| Popis konstrukce mostu                    | str. | 5  |
| Výpočtový statický model nosné konstrukce | str. | 6  |
| Obrázky                                   | str. | 7  |
| Zatížení                                  | str. | 9  |
| Stanovení smykové výztuže                 | str. | 14 |
| Posouzení v programu IDEA Statica RCS     | str. | 18 |
| Závěr                                     | str. | 30 |

## PŘEDPISY A LITERATURA:

|                 |   |
|-----------------|---|
| ČSN EN 1990     | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí   |
| ČSN EN 1991-1-1 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1:<br>Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha<br>a užitná zatížení pozemních staveb |
| ČSN EN 1991-1-4 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4:<br>Obecná zatížení – Zatížení větrem   |
| ČSN EN 1991-1-5 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5:<br>Obecná zatížení – Zatížení teplotou   |
| ČSN EN 1991-1-6 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6:<br>Obecná zatížení – Zatížení během provádění  |
| ČSN EN 1991-2   | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou  |
| ČSN EN 1992-1-1 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1:<br>Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby                          |
| ČSN EN 1992-2   | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2:<br>Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady                         |
| ČSN 73 6222     | Zatížitelnost mostů pozemních komunikací  |
| TP 200          | Stanovení zatížitelnosti mostů PK navržených podle norem a<br>předpisů platných před účinností EN                                 |

## POUŽITÉ PROGRAMY:

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| SCIA Engineer    | desková konstrukce s žebry |
| IDEA Statica RCS | posouzení průřezu          |
| MS EXCEL         | ruční posouzení            |
| MS WORD          | textové přílohy            |

## PODKLADY

- Dochovaná stavební dokumentace z rekonstrukce z r. 2008 a zpracovaná společností DOPRAVO PROJEKT OSTRAVA spol. s r.o.
- Hlavní prohlídka mostu, zpracována DIVYP, spol s r.o. Ing. Jan Tomek 16.8.2020
- Běžná mostní prohlídka mostu, zpracována KSÚS Vysočiny, Ing. Jan Matoušek 8.7.2022
- Mostní list, tisk z BMS 15.5.2023
- Diagnostický průzkum zpracovaný VUT v Brně, Fakulta stavební ústav zkušebnictví, únor 2024

## FOTOGRAFIE MOSTU

(fotografie převzaty z mostní prohlídky r. 2022)

Pohled na pravou stranu mostu:



Pohled na OP1:



Podhled NK pole 2:



## POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Předmětem přepočtu je třípolový železobetonový most zesílený pomocí uhlíkových lamel. Most je tvořen rámovou roštovou konstrukcí z šesti hlavních trámů. Most je téměř kolmý s šikmostí cca 89,8°.

Založení mostu není známé, předpokládá se plošné.

Opěry jsou masivní železobetonové. Vnitřní podpěry jsou tvořeny šesticí pilířů, které jsou vetknuty do trámů nosné konstrukce. U pilířů se předpokládá vetknutí i do základů. Přibližně v polovině výšky jsou pilíře spojeny příčným.

Nosná konstrukce je tvořena 6-ti betonovými trámy s náběhy výšky 0,25 m u vnitřních podpor. Trámy jsou propojeny podporovými příčnicemi a příčnicemi v polovině rozpětí v každém poli. Osová vzdálenost trámů je cca 1,55 m. Rozpětí jednotlivých polí je cca 5,0 -6,5-5,0 m. Nosná konstrukce je na opěrách uložena na lepenku. Šířka vnitřních trámů je 0,35 m krajní trámy jsou šířky 0,37 m. Délka konstrukce je 17,0 m. Na mostě byla provedena nová ŽB spřažená deska. Spřažení původní konstrukce bylo realizováno za pomoci trnů OMO M16/160 a M12/150.

Zesílení konstrukce je provedeno pomocí uhlíkových lamel S&P CFK 150/2000, které jsou osazeny z boku trámu v poli při dolním okraji. V krajních polích vždy 1 ks šířky 50 mm tl. 1,2 mm a v hlavních polích 2 ks šířky 80 mm tl. 1,2 mm

Most je v konstantním podélném sklonu cca 2,0 %. Na mostě je střeovitý sklon vozovky cca 2,0 %. Půdorysně je most v přímé. Na mostě jsou osazeny trubičky pro odvodnění izolace. Nad opěrou 1 a 4 jsou provedeny podpovrchové mostní závěry. V místě závěrů je provedeno naříznutí vozovky s vyplněním záhlaví. Na obou římsách je osazeno mostní ocelové svodidlo úrovně zadržení H2. Vozovka je na mostě asfaltová. Chodníky na mostě nejsou. Římsy jsou ŽB s lícími prefabrikáty.

### Materiál konstrukce mostu:

*(Dle projektu rekonstrukce z roku 2008 a diagnostického průzkumu z roku 2024)*

- **Beton**
  - Nosníky B 250–(C20/25)
  - Spřažená deska C30/37
  - Úložný práh B175 – (C12/15)
  - Pilíře B250 – (C20/25)
- **Betonářská výztuž**
  - Stávající kruhová ocel 10 002
  - Nová spřažená deska 10 505 (R)
- **Uhlíkové lamely**
  - Lamela S&P CFK 150/2000 Návrhová pevnost 1000 MPa  
Modul pružnosti 168 GPa

### Materiálové charakteristiky:

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| <b>Beton</b> | <b>C30/37</b>               |
|              | $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$   |
|              | $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ |
|              | $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$   |
|              | <b>C20/25(B 250)</b>        |
|              | $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$   |
|              | $f_{ctm} = 2.2 \text{ MPa}$ |
|              | $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$   |

|               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| <b>Ocel</b>   | <b>10 002</b>                 |
|               | $f_{yk} = 200 \text{ MPa}$    |
|               | $f_{tk} = 320 \text{ MPa}$    |
|               | $E_s = 200 \text{ GPa}$       |
|               | <b>B 500B</b>                 |
|               | $f_{yk} = 200 \text{ MPa}$    |
| <b>Lamely</b> | $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$    |
|               | $E_s = 200 \text{ GPa}$       |
|               | <b>S&amp;V CFK 150/2000</b>   |
|               | $f_k = 2800 \text{ MPa}$      |
|               | $f_{0,6k} = 1000 \text{ MPa}$ |
|               | $E = 168 \text{ GPa}$         |

## VÝPOČTOVÝ STATICKÝ MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE

Statický model konstrukce pro účinky od stálého zatížení a dopravy, je tvořen jako desková konstrukce s žebry v programu Scia Engineer.

Podepření tvoří uzlové podpory na krajních opěrách pod příčnickem, podepření pilířů je realizováno pomocí uzlových podpor, tak aby bylo vystihnuto reálné uložení konstrukce.

ŽB betonové nosníky bylo modelováno jako prut T průřez, které tvoří žebra spřažené desky. Nosníky byly modelovány včetně náběhů. Deska byla modelována s proměnnou tloušťkou.

Příčníky jsou modelovány jako pruty s excentricitou vůči desce, tak aby bylo co nejvíce vystihnuto skutečné chování konstrukce.

Vnitřní síly z 3D modelu v Scia Engineer byli importovány do prutového modelu v IDEA statica RCS, ve kterém byly provedeny posudky.

V programu IDEA statica byly dále posouzeny kritické řezy, a to s ohledem na únosnost v ohybu, smyku, interakci a omezení napětí. Posuzované řezy byli zvoleny v blízkosti podpor a v polovině rozpětí polí.

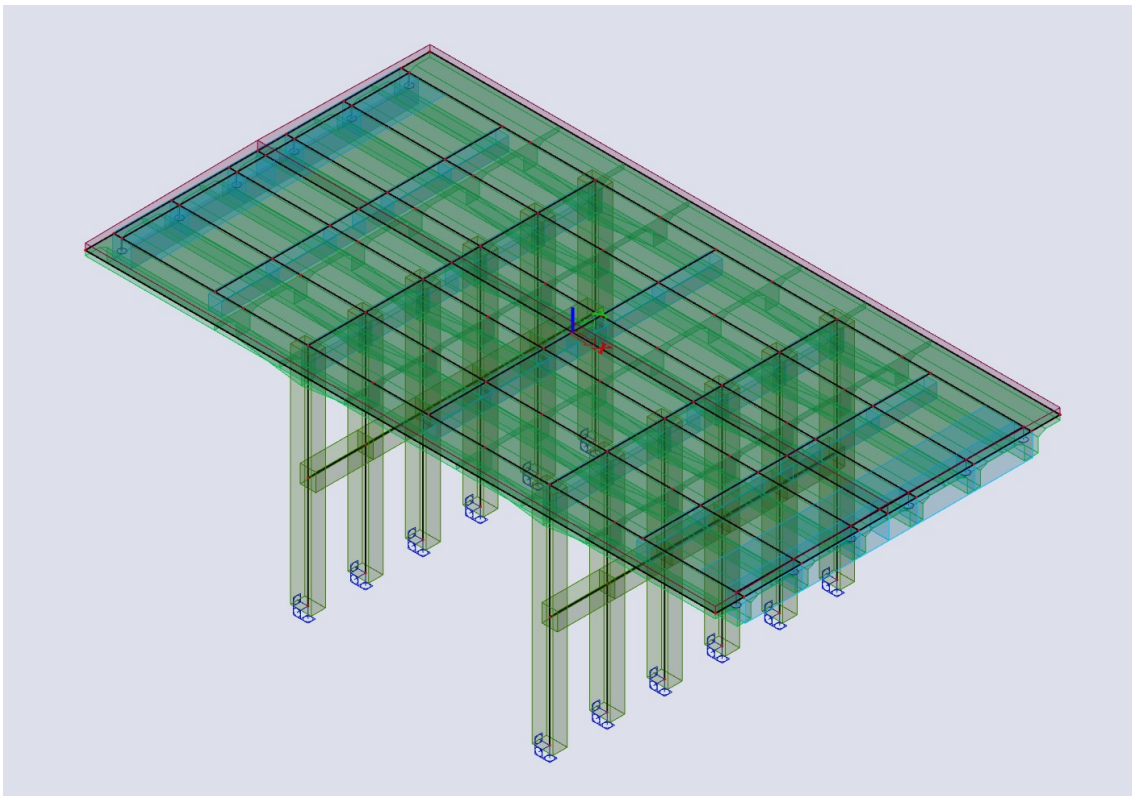
Podélná výztuže pro posouzení byla převzata z dokumentace pro rekonstrukci mostu z roku 2008. Smyková výztuž byla zpětně navržena dle TP 200 ve smyslu kombinovaného statického výpočtu.

Ve statickém výpočtu jsou uvedeny pouze rozhodující kombinace a rozhodující posudky kombinací zatížení.

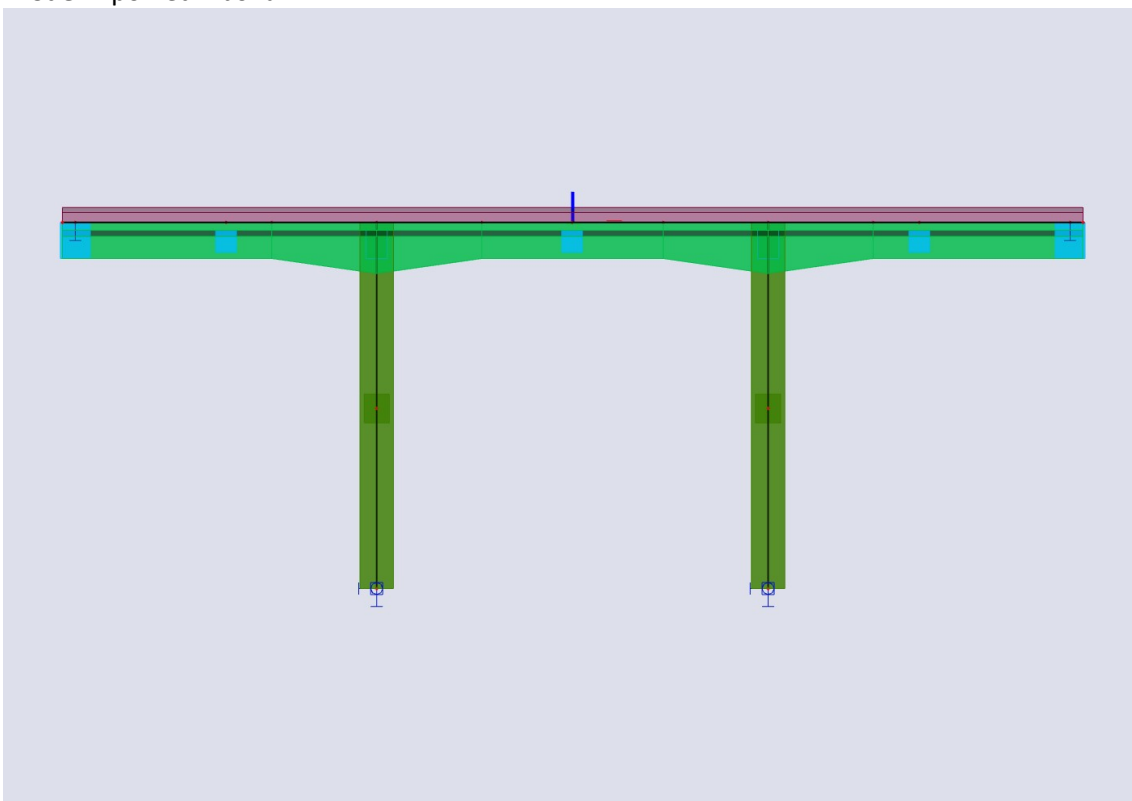
Detailní soubory vstupních a výstupních dat jsou uloženy u projektanta.

## OBRÁZKY

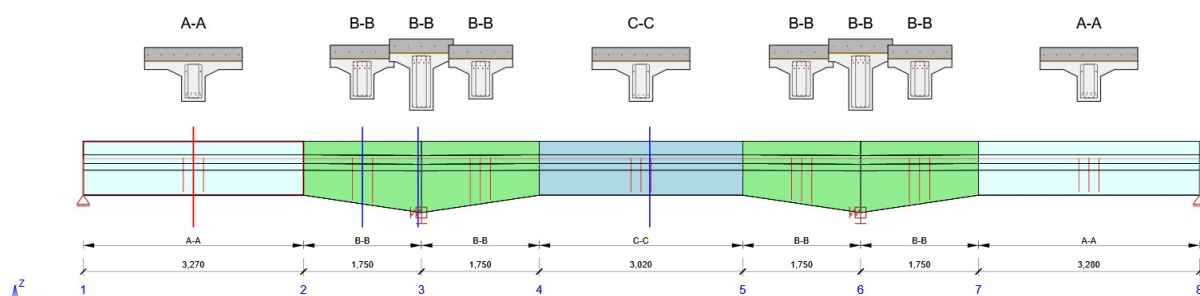
**Model** – axonometrie



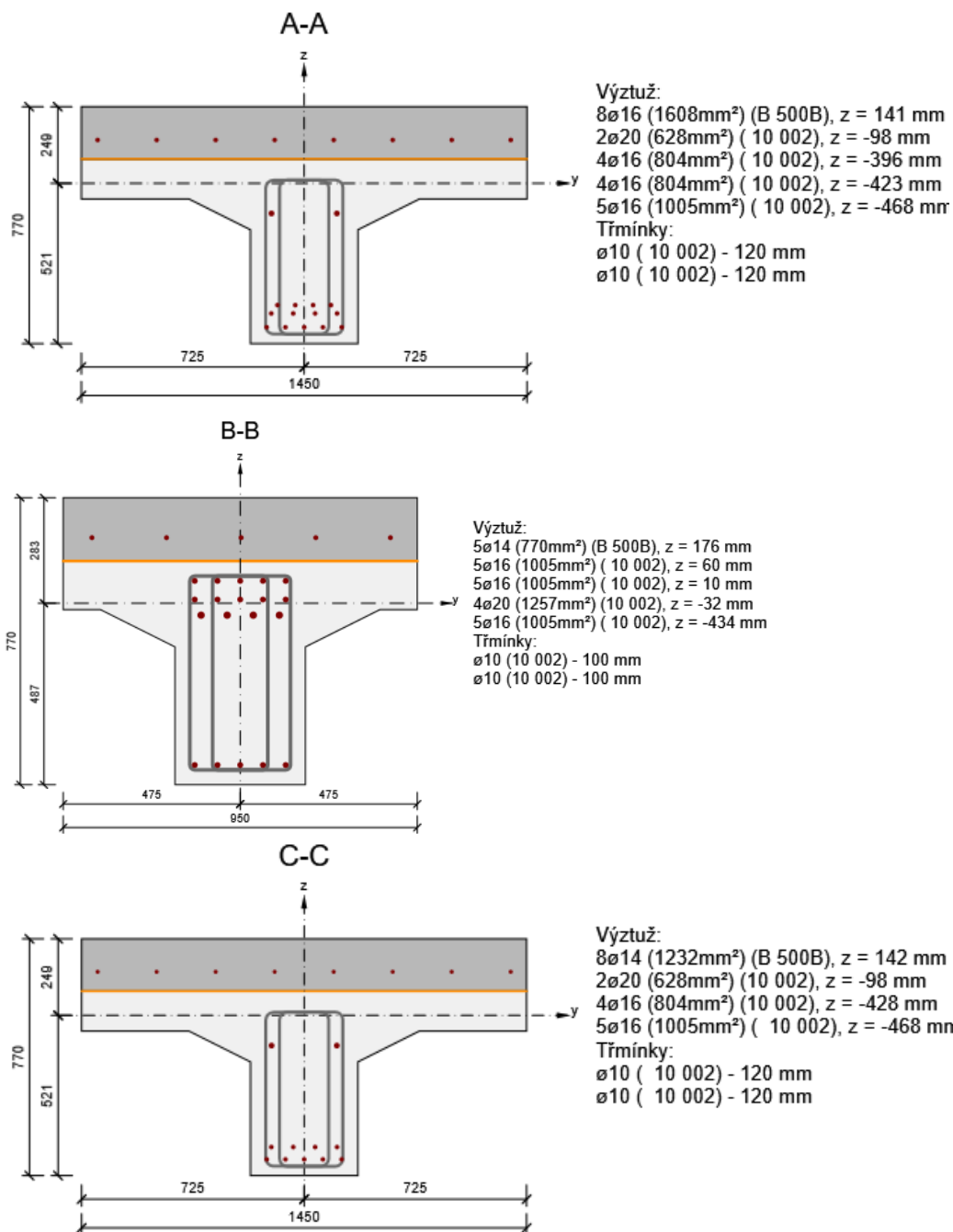
**Model** – pohled z boku



## Model IDEA statica RCS – podélný a příčný řez modelem



## Model IDEA statica RCS – vyztužení průřezu





## 2 ZATÍŽENÍ

### 2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

#### 2.1.1 Vlastní tíha konstrukce

Generována výpočetním programem SCIA Engineer

Dána tvarovými charakteristikami nosné konstrukce mostu a objemovou hmotností materiálů:

- Beton                      tj.  $2500 \text{ kg/m}^3 =: \gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$                       ... *trámová konstrukce*

### 2.2 OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

#### 2.2.1 Vozovkové souvrství

|                                      |                             |                       |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| obrusná asfaltová vrstva (tl. 50 mm) | 1.10 $\text{kN/m}^2$        | (22 $\text{kN/m}^3$ ) |
| ložná asfaltová vrstva (tl. 45 mm)   | 0.99 $\text{kN/m}^2$        | (22 $\text{kN/m}^3$ ) |
| izolace (tl. 5 mm)                   | 0.10 $\text{kN/m}^2$        | (20 $\text{kN/m}^3$ ) |
| celkem:                              | $g_k = 2.19 \text{ kN/m}^2$ |                       |

#### 2.2.2 Římsy

##### Levá ŽB římsa

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Objemová tíha materiálu | $\gamma_z = 25.0 \text{ kN/m}^3$ |
| Plocha řezu             | $A_b = 0.240 \text{ m}^2$        |
| Zatěžovací šířka        | $s_{NK} = 0.450 \text{ m}$       |
| Zatížení plošné         | $g_k = 13.33 \text{ kN/m}^2$     |

##### Pravá ŽB římsa

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Objemová tíha materiálu | $\gamma_z = 25.0 \text{ kN/m}^3$ |
| Plocha řezu             | $A_b = 0.240 \text{ m}^2$        |
| Zatěžovací šířka        | $s_{NK} = 0.450 \text{ m}$       |
| Zatížení plošné         | $g_k = 13.33 \text{ kN/m}^2$     |
| Zatížení liniové        | $g_k = 6.00 \text{ kN/m}$        |

#### 2.2.3 Svodidlo

*Uvažováno jako stálé, pevné zatížení, působící rovnoměrně po délce v ose svodidla*

##### Mostní zábradelní svodidlo

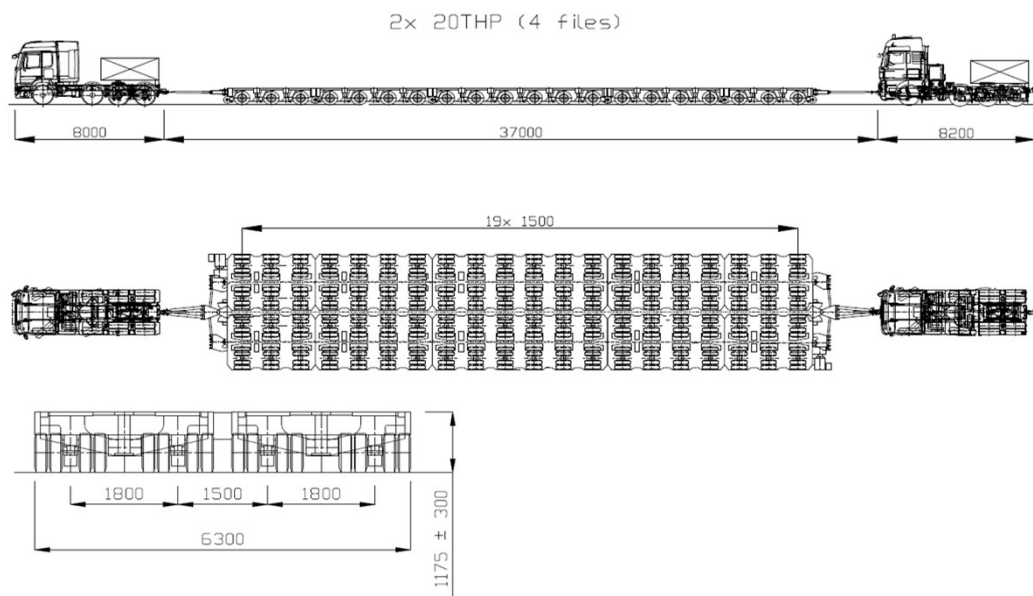
##### Levá a pravá římsa

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| Liniové zatížení     | $\gamma_z = 1.50 \text{ kN/m}$ |
| Odsazení od hrany NK | $e = 0.100 \text{ m}$          |
| Zatížení liniové     | $g_k = 1.50 \text{ kN/m}$      |

## 2.3 ZATÍŽENÍ PROMĚNNÁ

### 2.3.1 Speciální vozidlo

Souprava tahač + přívěs (včetně nákladu) + tahač



### Nadrozměrný náklad

|                      |  |
|----------------------|--|
| Umístění zatížení    | Zvláštní vozidlo s epohybuj v ideální stopě v prostoru všech zat. pruhů, přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50$ m |
| Kombinace zatížení   | Po celé délce nosné konstrukce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava  |
| Rychlost             | Nízká ( $\leq 5$ km/h)   |
| Dynamický součinitel | $\phi = 1.05$  |
| Poznámka             | Jedná se o jediné vozidlo na mostě   |

přívěs: 41 t = 410 kN

| Umístění               | Počet náprav | Přívěs / Podvalník<br>$Q_{ik}$ [kN] |
|------------------------|--------------|-------------------------------------|
| 0,5 m od ideální stopy | 1            | 70                                  |
| 0,5 m od ideální stopy | 1            | 100                                 |
| 0,5 m od ideální stopy | 2            | 120                                 |

|                                |      |   |      |          |       |
|--------------------------------|------|---|------|----------|-------|
| kontaktní plocha kola (přední) | 0.40 | x | 0.40 | =        | 0.160 |
| kontaktní plocha kola (zadní)  | 0.40 | x | 0.80 | =        | 0.320 |
| dynamický součinitel           |      |   |      | $\phi =$ | 1.05  |



Pro konstrukce - Typ 3:

|              |   |          |                                     |  |
|--------------|---|----------|-------------------------------------|--|
| $T_{\max}$   | = | 38.0 °C  |                                     | ... na základě národní mapy izoterm                                |
| $T_{\min}$   | = | -34.0 °C |                                     | ... na základě národní mapy izoterm                                |
| $T_{e,\max}$ | = | 39.5 °C  | $\dots = T_{\max} + 1,5 \text{ °C}$ | ... pro $30^{\circ}\text{C} \leq T_{\max} \leq 50^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{e,\min}$ | = | -26.0 °C | $\dots = T_{\min} + 8 \text{ °C}$   | ... pro $-50^{\circ}\text{C} \leq T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$ |

Výchozí teplota mostu

$$T_0 = 10.0 \text{ °C}$$

Pro **výpočet zkrácení** (charakteristická hodnota max. rozsahu rovnoměrné složky teploty):

$$\Delta T_{N,\text{con}} = 36.0 \text{ °C} \quad \dots = T_0 - T_{e,\min}$$

Pro **výpočet prodloužení** (charakteristická hodnota max. rozsahu rovnoměrné složky teploty):

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = 29.5 \text{ °C} \quad \dots = T_{e,\max} - T_0$$

Celkový rozsah účinků rovnoměrné teploty:

$$\Delta T_N = 65.5 \text{ °C} \quad \dots = T_{e,\max} - T_{e,\min}$$

**Rozdílové složky teploty**

$$\text{Svislá lineární složka (postup 1)} \quad \dots \Delta T_M [\text{°C}]$$

Dle 6.1.4.1 se uvažují pomocí ekvivalentních lineárních složek teploty  $\Delta T_{M,\text{heat}}$  a  $\Delta T_{M,\text{cool}}$  hodnoty se použijí mezi horní a dolním povrchem NK.

Dle tabulky 6.1 ČSN EN 1991-1-5:

|                             |   |         |                  |                                |
|-----------------------------|---|---------|------------------|--------------------------------|
| $k_{\text{sur,heat}}$       | = | 0.7     | ... dle tab. 6.2 | ... tl. mostního svršku 100 mm |
| $k_{\text{sur,cool}}$       | = | 1.0     | ... dle tab. 6.2 | ... tl. mostního svršku 100 mm |
| $\Delta T'_{M,\text{heat}}$ | = | 15.0 °C | ... dle tab. 6.1 | ... tl. mostního svršku 100 mm |
| $\Delta T'_{M,\text{cool}}$ | = | 8.0 °C  | ... dle tab. 6.1 | ... tl. mostního svršku 100 mm |

**A) Horní povrch teplejší než dolní**

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = 10.5 \text{ °C} \quad \dots = k_{\text{sur,heat}} \cdot \Delta T'_{N,\text{heat}}$$

**B) Dolní povrch teplejší než horní**

$$\Delta T_{M,\text{cool}} = 8.0 \text{ °C} \quad \dots = k_{\text{sur,cool}} \cdot \Delta T'_{N,\text{cool}}$$

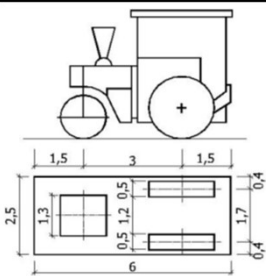
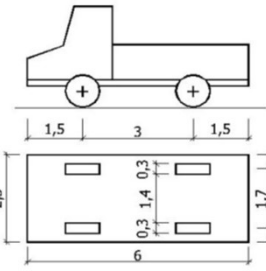
### 2.3.3 Zatížení dle ČSN 1230: 1937 - Jednotný mostní řád

... dle TP 200

*Zatížení použito pro návrh původní výtuže pro posouzení únosnosti*

Alternativy sestav zatížení:

1. Strojní válec na vozovce a rovnoměrné zatížení chodníků
2. Jeden nákladní automobil v každém jízdním pruhu šířky 2,5 m a rovnoměrné zatížení zbývajících plochy vozovky a plochy chodníků
3. Rovnoměrné zatížení vozovky a chodníků.

| Váhy připadající na kola vozidel v tunách  |                      | Třída mostu |      |      |
|--|----------------------|-------------|------|------|
|  |                      | I.          | II.  | III. |
|   | Váha strojního válce | 24          | 15   | 9    |
|  | Váha předního kola   | 9           | 5    | 3    |
|  | Váha zadního kola    | 7.5         | 5    | 3    |
|  | Celá váha automobilu | 12          | 7.5  | 4.5  |
|  | Váha předního kola   | 2           | 1.25 | 0.75 |
|  | Váha zadního kola    | 4           | 2.5  | 1.5  |

Tabulka 1.4.2 – Alternativy zatížení, váhy vozidel a váhy na kola (TP 200)

#### Dymaický součinitel

Výpočet dynamického součinitele

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + 4 \cdot \frac{G}{P}} \leq 1,40$$

kde L ... rozpětí vyšetřované části konstrukce (při vyšetřování spojitých částí konstrukce rozpětí největšího pole příslušné části konstrukce)

G ... veškeré zatížení stálé pro toto rozpětí

P ... veškeré zatížení nahodilé, které lze umístit na vyšetřovanou část.

Rozpětí L = 6.52 m

Stálé zatížení G = 1078.1 kN

Nahodilá zatížení P = 473.25 kN

**Dyn. součinitel 1.233 -**

| Rovnoměrně rozdělené zatížení v kg/m2 |           | Třída mostu |       |       |
|---------------------------------------|-----------|-------------|-------|-------|
|                                       |           | I.          | II.   | III.  |
| Pro rozpětí L hlavních nosníků        | 0 až 30   | 500         | 450   | 400   |
|                                       | 30 až 130 | 530-L       | 480-L | 430-L |
|                                       | nad 130 m | 400         | 350   | 300   |

Tabulka 1.4.1 - Rovnoměrné zatížení vozovky a chodníků na mostech (TP 200)

# Stanovení smykové výztuže

## Obsah

- 1 Data projektu
- 2 Posouzení řezů
- 2.1 Řez u Pilíře
- 3 Seznam použitých materiálů
- 

## 1 Data projektu

|                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Název projektu            | Mosty u Helenína - Most ev.č. 602-041 |
| Projekt číslo             | 23085                                 |
| Popis                     | Návrh smykové výztuže                 |
| Autor                     |                                       |
| Datum vytvoření protokolu | 19.01.2024                            |
| Verze                     | 23.1.1.1138                           |

Národní norma

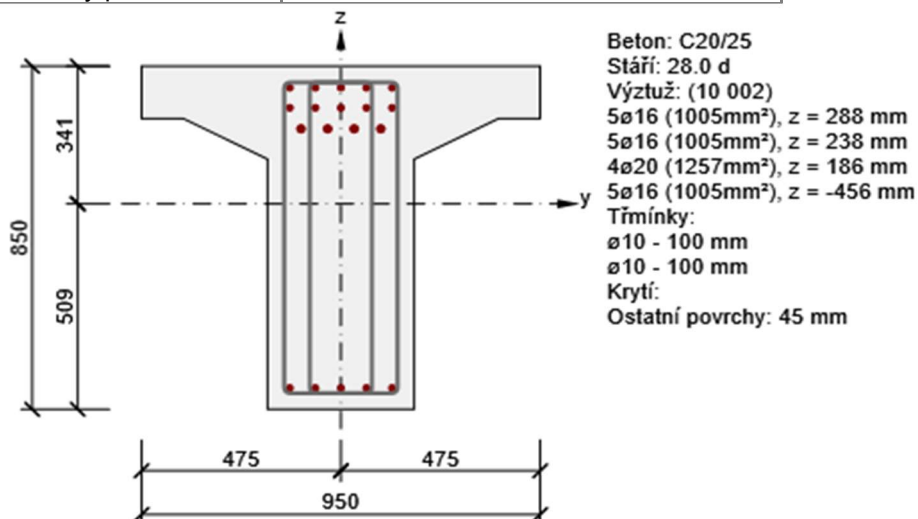
|                    |  |
|--------------------|--|
| Národní norma      | EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01<br>EN 1992-2:2008-07, CSN:2014-01/NA:2014-10 |
| Návrhová životnost | 100 let  |

## 2 Posouzení řezů

### 2.1 Řez Řez u Pilíře

#### 2.1.1 Extrém S 1 - E 1

|                  |     |
|------------------|-----|
| Dimenzační dílec | M 1 |
| Vyztužený průřez | R 1 |



### 2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V <sub>y</sub> [kN] | V <sub>z</sub> [kN] | T [kNm] | M <sub>y</sub> [kNm] | M <sub>z</sub> [kNm] |
|--------------|---------------|--------|---------------------|---------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Celkové      | Základní MSÚ  | 0,0    | 0,0                 | 231,8               | 0,0     | -221,3               | 0,0                  |

### 2.1.1.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N <sub>Ed</sub> [kN] | M <sub>Ed,y</sub> [kNm] | M <sub>Ed,z</sub> [kNm] | V <sub>Ed</sub> [kN] | T <sub>Ed</sub> [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| Interakce               | 0,0                  | -221,3                  | 0,0                     | 231,8                | 0,0                   | 88,7        | OK      |
| Typ posudku             | N <sub>Ed</sub> [kN] | M <sub>Ed,y</sub> [kNm] | M <sub>Ed,z</sub> [kNm] | V <sub>Ed</sub> [kN] | T <sub>Ed</sub> [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M          | 0,0                  | -221,3                  | 0,0                     |                      |                       | 56,9        | OK      |
| Smyk                    | 0,0                  |                         |                         | 231,8                | 0,0                   | 71,7        | OK      |
| Interakce               | 0,0                  | -221,3                  | 0,0                     | 231,8                | 0,0                   | 88,7        | OK      |

**Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %**

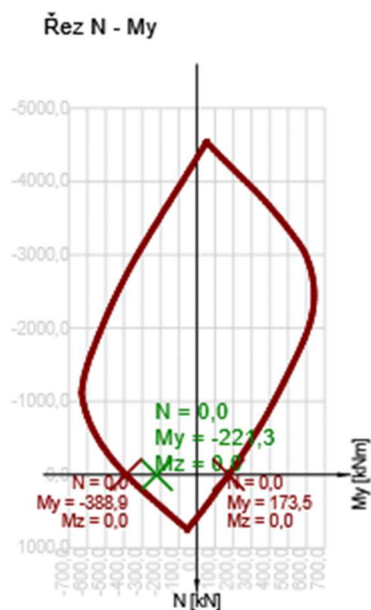
### 2.1.1.3 Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N <sub>Ed</sub> [kN] | M <sub>Ed,y</sub> [kNm] | M <sub>Ed,z</sub> [kNm] | Typ      | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------|---------|---------|
| 0,0                  | -221,3                  | 0,0                     | Nu-Mu-Mu | 56,9        | 100,0   | OK      |

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

| Typ                  | F <sub>Ed</sub> | F <sub>Rd1</sub> | F <sub>Rd2</sub> |
|----------------------|-----------------|------------------|------------------|
| N [kN]               | 0,0             | 0,0              | 0,0              |
| M <sub>y</sub> [kNm] | -221,3          | -388,9           | 173,5            |
| M <sub>z</sub> [kNm] | 0,0             | 0,0              | 0,0              |



### 2.1.1.4 Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $V_{Ed}$<br>[kN] | $N_{Ed}$<br>[kN] | $V_{Rd}$<br>[kN] | Posudek zóny | Článek   | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|------------------|------------------|------------------|--------------|----------|----------------|------------|---------|
| 231,8            | 0,0              | 323,0            | bez redukce  | 6.2.3(3) | 71,7           | 100,0      | OK      |

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

| $V_{Ed}$<br>[kN] | $V_{Rd,c}$<br>[kN] | $V_{Rd,max}$<br>[kN] | $V_{Rd,r}$<br>[kN] | $V_{Rd,s}$<br>[kN] | $V_{Rd}$<br>[kN] |
|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 231,8            | 129,2              | 647,8                | 704,8              | 323,0              | 323,0            |

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

| $n_c$             | $a_{sw}$<br>[mm <sup>2</sup> /m] | $A_{sl}$<br>[mm <sup>2</sup> ] | $b_w$<br>[mm]   | $d$<br>[mm]            | $z$<br>[mm]            | $\theta$<br>[°]    | $\alpha$<br>[°] | $\sigma_{cp}^*$<br>[MPa] | $\alpha_{cw}$<br>[-] |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 4                 | 3142                             | 3267                           | 350             | 747                    | 643                    | 45,0               | 90,0            | 0,0                      | 1,00                 |
| $C_{Rd,c}$<br>[-] | $k$<br>[-]                       | $k_1$<br>[-]                   | $\rho_l$<br>[-] | $\sigma_{cp}$<br>[MPa] | $\sigma_{wd}$<br>[MPa] | $V_{min}$<br>[MPa] | $v$<br>[-]      | $v_1$<br>[-]             |                      |
| 0,12              | 1,52                             | 0,15                           | 0,01            | 0,0                    | 114,8                  | 0,3                | 0,56            | 0,60                     |                      |

### 2.1.1.5 Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Edy}$<br>[kNm] | $M_{Edz}$<br>[kNm] | $V_{Ed}$<br>[kN] | $T_{Ed}$<br>[kNm] | Hodnota<br>V+T<br>[%] | Hodnota<br>V+T+M<br>[%] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|------------|---------|
| 0,0              | -221,3             | 0,0                | 231,8            | 0,0               | 66,0                  | 88,7                    | 88,7           | 100,0      | OK      |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

| $V_{Rd,c}$<br>[kN] | $T_{Rd,c}$<br>[kNm] | $V_{Rd,max}$<br>[kN] | $T_{Rd,max}$<br>[kNm] | rce. 6.31<br>[%] | rce. 6.29<br>[%] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------|----------------|------------|---------|
| 129,2              | 36,2                | 647,8                | 109,7                 | 179,4            | 35,8             | 35,8           | 100,0      | OK      |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

| $A_{sl}$<br>[mm <sup>2</sup> ] | $F_{sl}$<br>[kN] | $F_{sl,lim}$<br>[kN] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|--------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 4273                           | 231,8            | 743,1                | 31,2           | 100,0      | OK      |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

| $a_{sw}$<br>[mm <sup>2</sup> /m] | $F_{sw}$<br>[kN] | $F_{sw,lim}$<br>[kN] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 785                              | 90,2             | 136,6                | 66,0           | 100,0      | OK      |

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

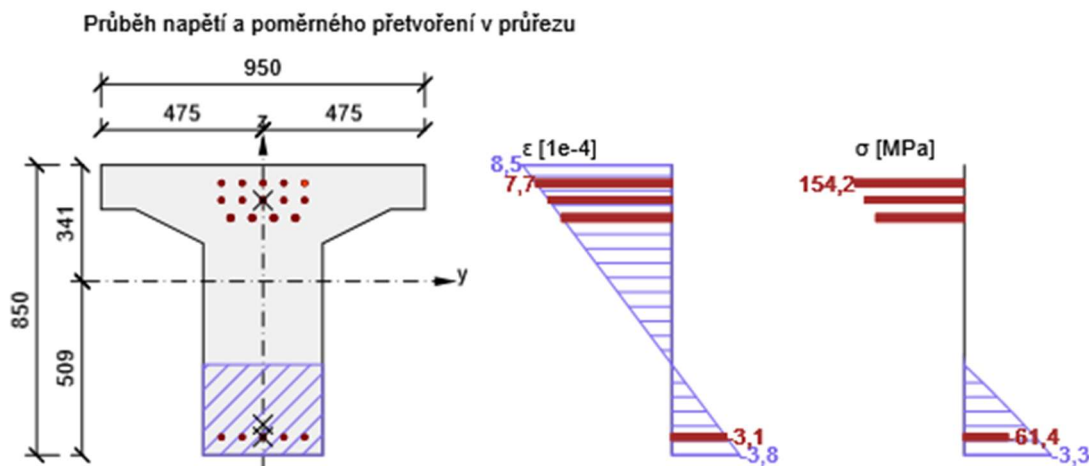
| $F_b$ | $\Delta F_{td,s}$ | $\Delta F_{td,t}$ | $\Delta \epsilon_s$ | $\Delta \epsilon_t$ | Extrém ve vložce | Hodnota | Mez | Posudek |
|-------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------|-----|---------|
|-------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------|-----|---------|



| [kN]  | [kN]  | [kN] | [1e-4] | [1e-4] |   | [%]  | [%]   |    |
|-------|-------|------|--------|--------|---|------|-------|----|
| 262,3 | 231,8 | 0,0  | 1,7    | 0,0    | 6 | 88,7 | 100,0 | OK |

#### Podrobné posouzení výztuže

| Vložka | $y_i$<br>[mm] | $z_i$<br>[mm] | $\Delta \varepsilon_{st}$<br>[1e-4] | $\varepsilon$<br>[1e-4] | $\varepsilon_{lim}$<br>[1e-4] | $\Delta \sigma_{st}$<br>[MPa] | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Posudek |
|--------|---------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|---------|
| 6      | 122           | 288           | 1,7                                 | 7,7                     | $\infty$                      | 34,0                          | 154,2             | 173,9                   | 88,7           | OK      |



## 3 Seznam použitých materiálů

#### Beton

| Název  | $f_{ck}$<br>[MPa] | $f_{cm}$<br>[MPa] | $f_{ctm}$<br>[MPa] | $E_{cm}$<br>[MPa] | $\nu$<br>[-] | Jednotková hmotnost<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------|---|
| C20/25   | 20,0              | 28,0              | 2,2                | 29962,0           | 0,20         | 2500  |
| $\varepsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\varepsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , $\varepsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$ , $\varepsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ ,<br>Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ<br>diagramu: Parabolický |                   |                   |                    |                   |              |   |

#### Betonářská ocel

| Název   | $f_{yk}$<br>[MPa] | $f_{tk}$<br>[MPa] | $E$<br>[MPa] | $\nu$<br>[-] | Jednotková hmotnost<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|---|-------------------|-------------------|--------------|--------------|---|
| 10 002  | 200,0             | 320,0             | 200000,0     | 0,20         | 7850  |
| $f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\varepsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Vložky, Povrch výztuže: Hladký, Třída: B,<br>Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární s vodorovnou horní větví |                   |                   |              |              |   |

## 4 Navržená výztuž

Dle posudku bylo v blízkosti pilíře navržena výztuž:

4- střížné třímky  $\varnothing 10$  á 100 mm z oceli 10 002

# Posouzení únosnosti trámu

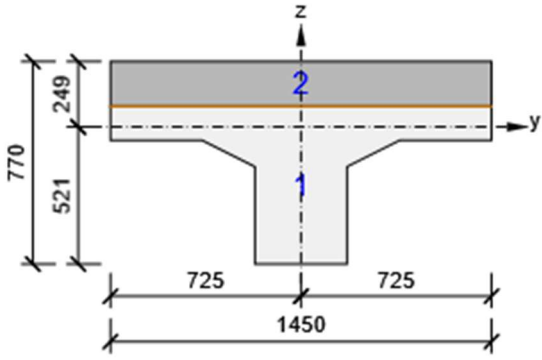
| Obsah                |
|----------------------|
| • 1 Data projektu    |
| • 2 Průřezy          |
| • 3 Materiál         |
| • 4 Geometrie        |
| • 5 Fáze výstavby    |
| • 6 Výsledky         |
| • 7.Posouzení betonu |

## 1 Data projektu

|                 |  |
|-----------------|--|
| Název projektu  | Mosty u Helenína - Most 602-041            |
| Číslo projektu  | 23085                                      |
| Autor           | Lukáš Vavříčka                             |
| Popis           | Výpočet únosnosti pro speciální vozidla    |
| Datum           | 18.01.2024                                 |
| Národní norma   | EN   |
| Národní příloha | Čeština                                    |
| Typ nosníku     | Monolitický spřažený železobetonový nosník |
| Most            | Silniční most                              |

## 2 Průřezy

### 1. Trám pole(General)

| Symbol          | Hodnota     | Jednotka           |  |
|-----------------|-------------|--------------------|--|
| Materiál 1      | C20/25      |                    |  |
| Materiál 2      | C30/37      |                    |  |
| A               | 654814      | [mm <sup>2</sup> ] |  |
| S <sub>y</sub>  | 0           | [mm <sup>3</sup> ] |  |
| S <sub>z</sub>  | 0           | [mm <sup>3</sup> ] |  |
| I <sub>y</sub>  | 25197739190 | [mm <sup>4</sup> ] |  |
| I <sub>z</sub>  | 85294745500 | [mm <sup>4</sup> ] |  |
| C <sub>gy</sub> | 0           | [mm]               |  |
| C <sub>gz</sub> | 0           | [mm]               |  |
| i <sub>y</sub>  | 196         | [mm]               |  |
| i <sub>z</sub>  | 361         | [mm]               |  |

## 2. trám podpora(General)

| Symbol          | Hodnota     | Jednotka           |  |
|-----------------|-------------|--------------------|--|
| Materiál 1      | C20/25      |                    |  |
| Materiál 2      | C30/37      |                    |  |
| A               | 580137      | [mm <sup>2</sup> ] |  |
| S <sub>y</sub>  | 0           | [mm <sup>3</sup> ] |  |
| S <sub>z</sub>  | 0           | [mm <sup>3</sup> ] |  |
| I <sub>y</sub>  | 50012823071 | [mm <sup>4</sup> ] |  |
| I <sub>z</sub>  | 26944972726 | [mm <sup>4</sup> ] |  |
| C <sub>gy</sub> | 0           | [mm]               |  |
| C <sub>gz</sub> | 0           | [mm]               |  |
| i <sub>y</sub>  | 294         | [mm]               |  |
| i <sub>z</sub>  | 216         | [mm]               |  |

## 3. Trám pole(General)

| Symbol          | Hodnota     | Jednotka           |  |
|-----------------|-------------|--------------------|--|
| Materiál 1      | C20/25      |                    |  |
| Materiál 2      | C30/37      |                    |  |
| A               | 492637      | [mm <sup>2</sup> ] |  |
| S <sub>y</sub>  | 0           | [mm <sup>3</sup> ] |  |
| S <sub>z</sub>  | 0           | [mm <sup>3</sup> ] |  |
| I <sub>y</sub>  | 21678004147 | [mm <sup>4</sup> ] |  |
| I <sub>z</sub>  | 26066235467 | [mm <sup>4</sup> ] |  |
| C <sub>gy</sub> | 0           | [mm]               |  |
| C <sub>gz</sub> | 0           | [mm]               |  |
| i <sub>y</sub>  | 210         | [mm]               |  |
| i <sub>z</sub>  | 230         | [mm]               |  |

## 3 Materiál

Vlastnosti materiálů byly brány s rezervou 10% tzn. ve výpočtu je počítáno s hodnotami 0,9 X<sub>k</sub>

### Beton

| Název  | f <sub>ck</sub><br>[MPa]  | f <sub>cm</sub><br>[MPa] | f <sub>ctm</sub><br>[MPa] | E <sub>cm</sub><br>[MPa] | ν<br>[-] | Jednotková hmotnost<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|--------|---|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------|---|
| C20/25 | 20,00   | 28,00                    | 2,21                      | 29961,95                 | 0,20     | 2500  |
|        | ε <sub>c2</sub> = 20,0 1e-4, ε <sub>cu2</sub> = 35,0 1e-4, ε <sub>c3</sub> = 17,5 1e-4, ε <sub>cu3</sub> = 35,0 1e-4,<br>Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický |                          |                           |                          |          |   |
| C30/37 | 27,00   | 35,00                    | 2,70                      | 32036,35                 | 0,20     | 2500  |
|        | ε <sub>c2</sub> = 20,0 1e-4, ε <sub>cu2</sub> = 35,0 1e-4, ε <sub>c3</sub> = 17,5 1e-4, ε <sub>cu3</sub> = 35,0 1e-4,<br>Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický |                          |                           |                          |          |   |

## Výztuž

| Název  | $f_{yk}$<br>[MPa]  | $f_{tk}$<br>[MPa] | E<br>[MPa] | $\nu$<br>[-] | Jednotková hmotnost<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|--------|--|-------------------|------------|--------------|---|
| B 500B | 450,00   | 486,00            | 200000,00  | 0,20         | 7850  |
|        | $f_{tk}/f_{yk} = 1,08, \epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví |                   |            |              |   |
| 10 002 | 180,00   | 288,00            | 200000,00  | 0,20         | 7850  |
|        | $f_{tk}/f_{yk} = 1,08, \epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ: Vložky, Povrch výztuže: Hladký, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární s vodorovnou horní větví     |                   |            |              |   |

## 4 Geometrie

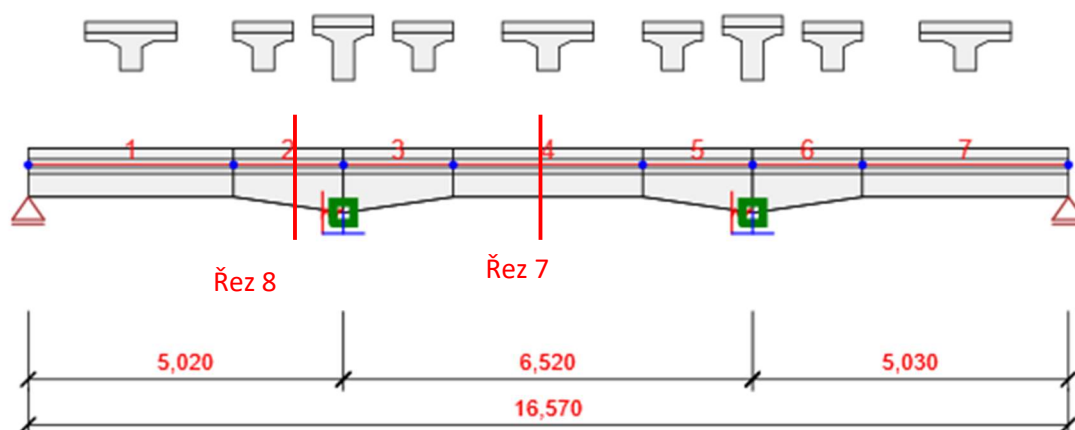


Schéma konstrukce

## Prvky

| Prvek | Délka<br>[m] | Konec prvku<br>[m] | Průřez                     |
|-------|--------------|--------------------|----------------------------|
| 1     | 3,270        | 3,270              | 1 - Trám pole (General)    |
| 2     | 1,750        | 5,020              | 2 - trám podpora (General) |
| 3     | 1,750        | 6,770              | 2 - trám podpora (General) |
| 4     | 3,020        | 9,790              | 1 - Trám pole (General)    |
| 5     | 1,750        | 11,540             | 2 - trám podpora (General) |
| 6     | 1,750        | 13,290             | 3 - Trám pole (General)    |
| 7     | 3,280        | 16,570             | 1 - Trám pole (General)    |

## Náběhy

| Prvek | Typ         | Průřez na levém konci  | Délka vlevo [m] | Průřez na pravém konci | Délka vpravo [m] |
|-------|-------------|------------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| 2     | Levý konec  | Trám pole (General)    | 1,750           |                        |                  |
| 3     | Pravý konec |                        |                 | Trám pole (General)    | 1,750            |
| 5     | Levý konec  | Trám pole (General)    | 1,750           |                        |                  |
| 6     | Levý konec  | trám podpora (General) | 1,750           |                        |                  |

## Uzly

| Uzel | X [m]  | Podpora |
|------|--------|---------|
| 1    | 0,000  | Z       |
| 2    | 3,270  |         |
| 3    | 5,020  | XZRy    |
| 4    | 6,770  |         |
| 5    | 9,790  |         |
| 6    | 11,540 | XZRy    |
| 7    | 13,290 |         |
| 8    | 16,570 | Z       |

## Tuhosti podpory

| Uzel | Kx [MN/m] | Kz [MN/m]  | Kry [MNm/rad] |
|------|-----------|------------|---------------|
| 1    |           | 10000000,0 |               |
| 3    | 93,2      | 10000000,0 | 10000000,0    |
| 6    | 93,2      | 10000000,0 | 10000000,0    |
| 8    |           | 10000000,0 |               |

## 5 Fáze výstavby

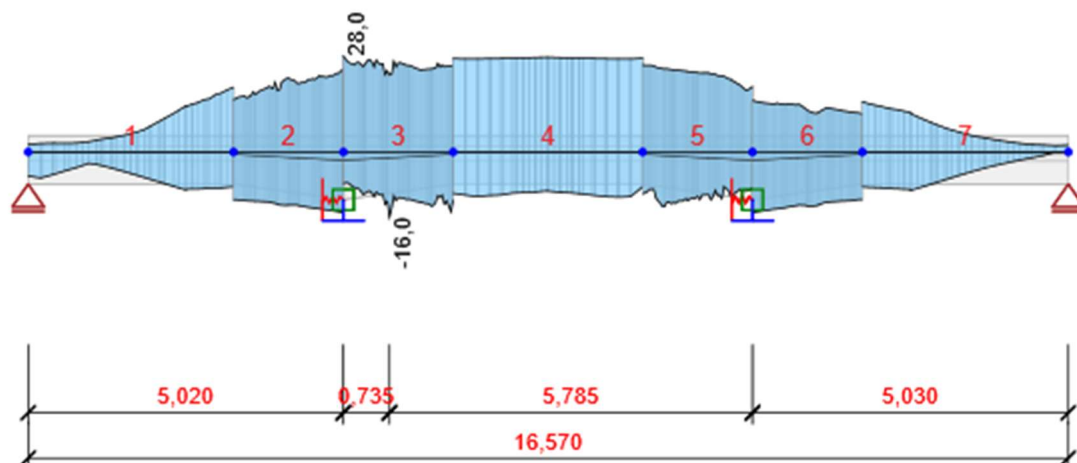
|   | Název                     | Čas [d] |
|---|---------------------------|---------|
| 1 | Betonáž                   | 0,0     |
| 2 | Betonáž spřažené desky    | 25550,0 |
| 3 | Ostatní stálé zatížení    | 25600,0 |
| 4 | Konec návrhové životnosti | 36500,0 |

## 6 Výsledky

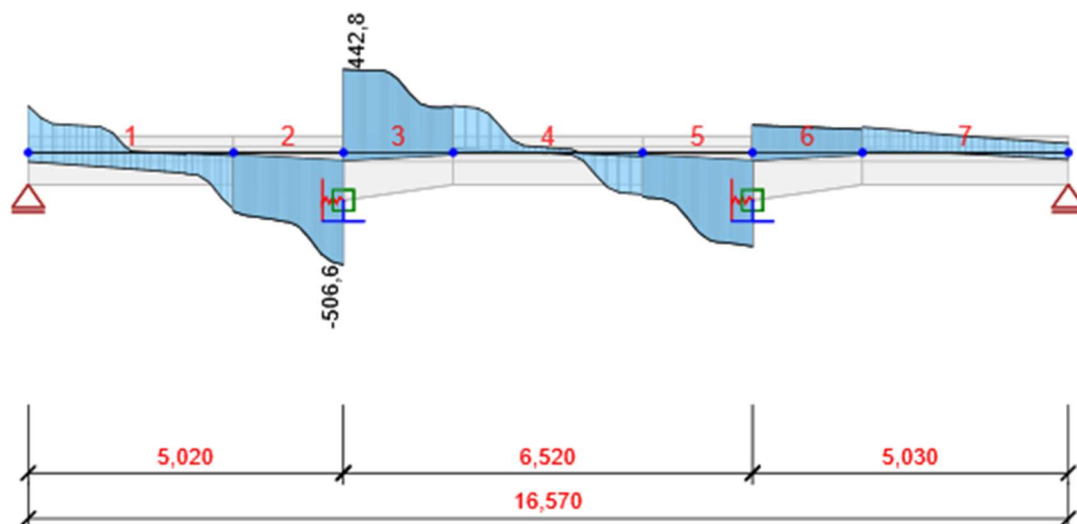
Upozornění: Pro výpočet časové analýzy se používá tečnový modul pružnosti  $E_c$  podle článku 3.1.4(2)

### Fáze výstavby Konec návrhové životnosti

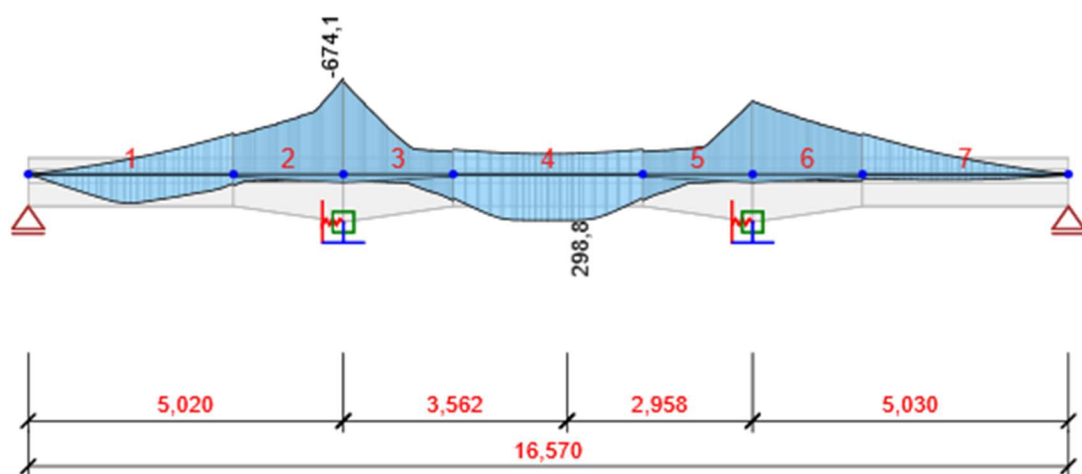
#### Obálky



Konec návrhové životnosti, Všechny kombinace, N [kN], Síly k těžišti, Těžiště celého



Konec návrhové životnosti, Všechny kombinace, Vz [kN], Síly k těžišti, Těžiště celého



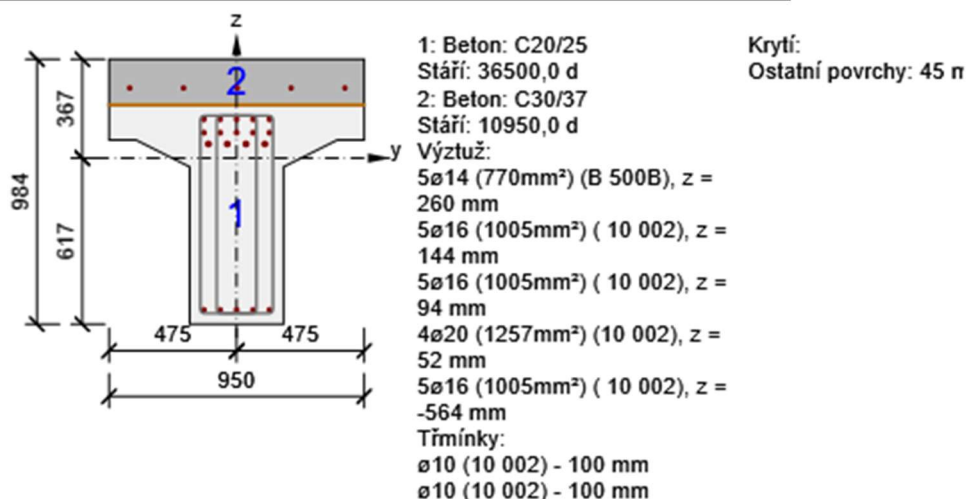
Konec návrhové životnosti, Všechny kombinace,  $M_y$  [kNm], Síly k těžišti, Těžiště celého

## 7 Posouzení řezů

### 7.1 Řez Řez 8 - 4,770m

#### 7.1.1 Kritický extrém Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(7) - MSPCh ST(4)(14) - MSPČ ST(4)(19) - MSPK ST(4)(24)

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| Dimenzační dílec          | DG1       |
| Vyztužený průřez          | B-B       |
| Posouzení ve stáří betonu | 36500,0 d |



#### 7.1.1.1 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Ed,y}$<br>[kNm] | $M_{Ed,z}$<br>[kNm] | $V_{Ed}$<br>[kN] | $T_{Ed}$<br>[kNm] | Hodnota<br>[%] | Posudek    |
|-------------------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|----------------|------------|
| Interakce               | 13,4             | -546,2              | 0,0                 | 481,6            | 0,0               | 1000,0         | Nevyhovuje |
| Typ posudku             | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Ed,y}$<br>[kNm] | $M_{Ed,z}$<br>[kNm] | $V_{Ed}$<br>[kN] | $T_{Ed}$<br>[kNm] | Hodnota<br>[%] | Posudek    |
| Únosnost N-M-M          | 13,4             | -546,2              | 0,0                 |                  |                   | 105,2          | Nevyhovuje |
| Smyk                    | 13,4             |                     |                     | 481,6            | 0,0               | 219,1          | Nevyhovuje |
| Interakce               | 13,4             | -546,2              | 0,0                 | 481,6            | 0,0               | 1000,0         | Nevyhovuje |
| Omezení napětí          | -0,1             | -250,2              | 0,0                 |                  |                   | 112,2          | Nevyhovuje |

Mezní hodnota využití průřezu: 90,0 %

#### 7.1.1.2 Únosnost N-M-M

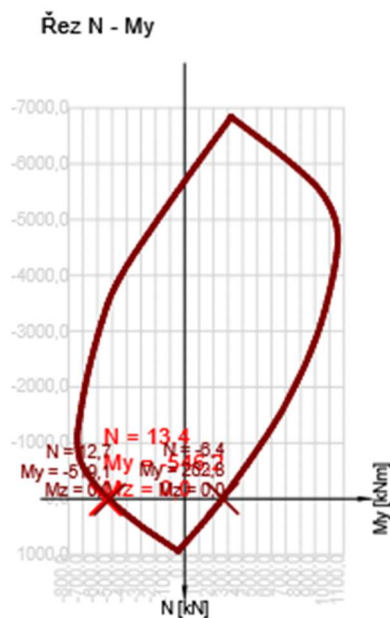
Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Ed,y}$<br>[kNm] | $M_{Ed,z}$<br>[kNm] | Typ      | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|------------------|---------------------|---------------------|----------|----------------|------------|------------|
| 13,4             | -546,2              | 0,0                 | Nu-Mu-Mu | 105,2          | 90,0       | Nevyhovuje |



### Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

| Typ                  | F <sub>Ed</sub> | F <sub>Rd1</sub> | F <sub>Rd2</sub> |
|----------------------|-----------------|------------------|------------------|
| N [kN]               | 13,4            | 12,7             | -6,4             |
| M <sub>y</sub> [kNm] | -546,2          | -519,1           | 262,8            |
| M <sub>z</sub> [kNm] | 0,0             | 0,0              | 0,0              |



### 7.1.2.3 Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N <sub>Ed</sub><br>[kN] | M <sub>Edy</sub><br>[kNm] | M <sub>Edz</sub><br>[kNm] | V <sub>Ed</sub><br>[kN] | T <sub>Ed</sub><br>[kNm] | Hodnota V+T<br>[%] | Hodnota V+T+M<br>[%] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------|------------|------------|
| 13,4                    | -546,2                    | 0,0                       | 553,1                   | 0,0                      | 882,8              | 1000,0               | 1000,0         | 90,0       | Nevyhovuje |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

| V <sub>Rd,c</sub><br>[kN] | T <sub>Rd,c</sub><br>[kNm] | V <sub>Rd,max</sub><br>[kN] | T <sub>Rd,max</sub><br>[kNm] | rce. 6.31<br>[%] | rce. 6.29<br>[%] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|------------|------------|
| 62,7                      | 71,3                       | 563,9                       | 210,3                        | 882,8            | 98,1             | 98,1           | 90,0       | Nevyhovuje |

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

| F <sub>b</sub><br>[kN] | ΔF <sub>td,s</sub><br>[kN] | ΔF <sub>td,t</sub><br>[kN] | Δε <sub>s</sub><br>[1e-4] | Δε <sub>t</sub><br>[1e-4] | Extrém ve vložce | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|----------------|------------|------------|
| 0,0                    | 481,6                      | 0,0                        | -                         | -                         | 24               | 1000,0         | 90,0       | Nevyhovuje |

### Podrobné posouzení výztuže

| Vložka | $y_i$<br>[mm] | $z_i$<br>[mm] | $\Delta \epsilon_{st}$<br>[1e-4] | $\epsilon$<br>[1e-4] | $\epsilon_{lim}$<br>[1e-4] | $\Delta \sigma_{st}$<br>[MPa] | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Posudek    |
|--------|---------------|---------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|
| 24     | 105           | 46            | -                                | -                    | -5000,0                    | -                             | -                 | -156,52                 | 1000,0         | Nevyhovuje |

### 7.1.1.4 Omezení napětí

#### Omezení napětí

| Typ posudku  | Část průřezu  | Index/Část | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|--------------|---------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|
| 7.2(3)-Quasi | Vlákno betonu | 10/1       | -7,27             | -6,48                   | 112,2          | 90,0       | Nevyhovuje |

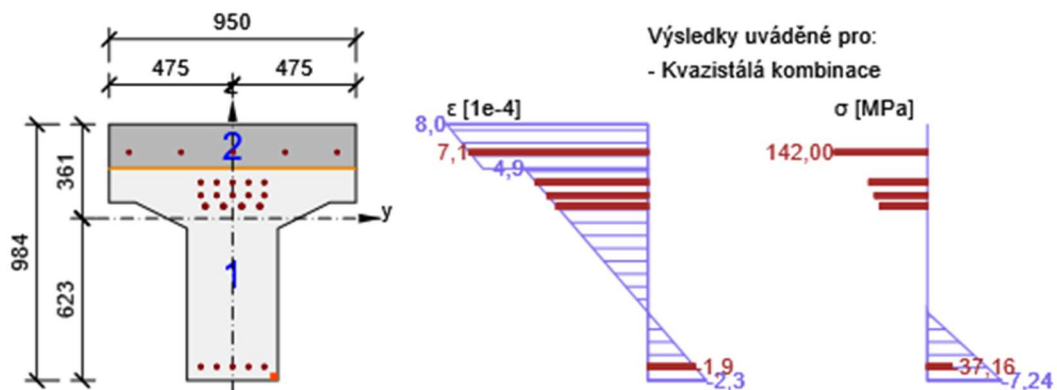
### Podrobné posouzení betonu

| Typ posudku      | Vlákno | $y_i$<br>[mm] | $z_i$<br>[mm] | $N$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $M_z$<br>[kNm] | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Posudek    |
|------------------|--------|---------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|
| 7.2(3)-Quasi     | 10     | 175           | -623          | -0,1        | -250,2         | 0,0            | -7,27             | -6,48                   | 112,2          | Nevyhovuje |
| 7.2(3)-Quasi,sup | 10     | 175           | -623          | -0,1        | -250,2         | 0,0            | -7,27             | -6,48                   | 112,2          | Nevyhovuje |
| 7.2(3)-Quasi,inf | 10     | 175           | -623          | -0,1        | -250,2         | 0,0            | -7,27             | -6,48                   | 112,2          | Nevyhovuje |

### Podrobné posouzení výztuže

| Typ posudku     | Vložka | $y_i$<br>[mm] | $z_i$<br>[mm] | $N$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $M_z$<br>[kNm] | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Posudek |
|-----------------|--------|---------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|----------------|---------|
| 7.2(5)-Char     | 21     | -398          | 254           | -6,2        | -246,6         | 0,0            | 138,94            | 360,00                  | 38,6           | OK      |
| 7.2(5)-Char,sup | 21     | -398          | 254           | -6,2        | -246,6         | 0,0            | 138,94            | 360,00                  | 38,6           | OK      |
| 7.2(5)-Char,inf | 21     | -398          | 254           | -6,2        | -246,6         | 0,0            | 138,94            | 360,00                  | 38,6           | OK      |

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



### 7.1.1.5 Odezva N-M-M

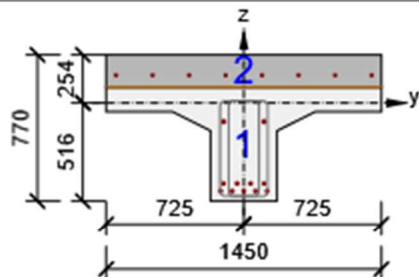
#### Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $N_{Ed,tot}$<br>[kN] | $M_{Ed,y,tot}$<br>[kNm] | $M_{Ed,z,tot}$<br>[kNm] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|
| 13,4                 | -546,2                  | 0,0                     | 1000,0         | 90,0       | Nevyhovuje |

## 7.2 Řez Řez 7 - 8,410m

### 7.2.1 Kritický extrém Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(29) - MSPCh ST(4)(16) - MSPČ ST(4)(21) - nenaplněno

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| Dimenzační dílec          | DG1       |
| Vyztužený průřez          | C-C       |
| Posouzení ve stáří betonu | 36500,0 d |



1: Beton: C20/25  
Stáří: 36500,0 d  
2: Beton: C30/37  
Stáří: 10950,0 d  
Výztuž:  
8ø14 (1232mm<sup>2</sup>) (B 500B), z = 147 mm  
2ø20 (628mm<sup>2</sup>) (10 002), z = -98 mm  
4ø16 (804mm<sup>2</sup>) (10 002), z = -423 mm  
5ø16 (1005mm<sup>2</sup>) (10 002), z = -463 mm  
Třmínky:  
ø10 (10 002) - 120 mm  
ø10 (10 002) - 120 mm

Krytí:  
Ostatní povrchy: 45

#### 7.2.1.1 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N <sub>Ed</sub><br>[kN] | M <sub>Ed,y</sub><br>[kNm] | M <sub>Ed,z</sub><br>[kNm] | V <sub>Ed</sub><br>[kN] | T <sub>Ed</sub><br>[kNm] | Hodnota<br>[%] | Posudek    |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|------------|
| Interakce               | 0,8                     | 298,7                      | 0,0                        | 0,5                     | 0,0                      | 1000,0         | Nevyhovuje |
| Typ posudku             | N <sub>Ed</sub><br>[kN] | M <sub>Ed,y</sub><br>[kNm] | M <sub>Ed,z</sub><br>[kNm] | V <sub>Ed</sub><br>[kN] | T <sub>Ed</sub><br>[kNm] | Hodnota<br>[%] | Posudek    |
| Únosnost N-M-M          | 0,8                     | 298,7                      | 0,0                        |                         |                          | 117,7          | Nevyhovuje |
| Smyk                    | 0,8                     |                            |                            | 0,5                     | 0,0                      | 0,3            | OK         |
| Interakce               | 0,8                     | 298,7                      | 0,0                        | 0,5                     | 0,0                      | 1000,0         | Nevyhovuje |
| Omezení napětí          | 7,8                     | -56,2                      | 0,0                        |                         |                          | 21,2           | OK         |

Mezní hodnota využití průřezu: 90,0 %

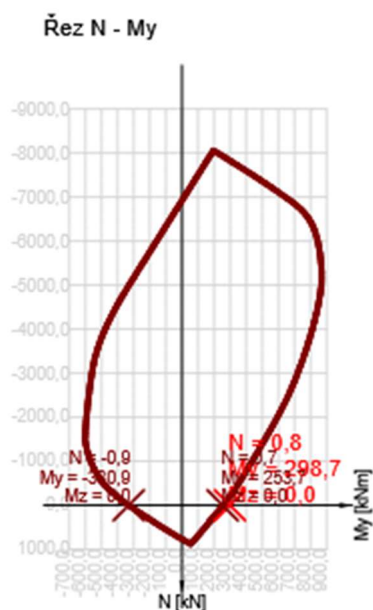
#### 7.2.1.2 Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N <sub>Ed</sub><br>[kN] | M <sub>Ed,y</sub><br>[kNm] | M <sub>Ed,z</sub><br>[kNm] | Typ      | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|----------------|------------|------------|
| 0,8                     | 298,7                      | 0,0                        | Nu-Mu-Mu | 117,7          | 90,0       | Nevyhovuje |

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

| Typ                  | F <sub>Ed</sub> | F <sub>Rd1</sub> | F <sub>Rd2</sub> |
|----------------------|-----------------|------------------|------------------|
| N [kN]               | 0,8             | 0,7              | -0,9             |
| M <sub>y</sub> [kNm] | 298,7           | 253,7            | -330,9           |
| M <sub>z</sub> [kNm] | 0,0             | 0,0              | 0,0              |



### 7.2.1.3 Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Edy}$<br>[kNm] | $M_{Edz}$<br>[kNm] | $V_{Ed}$<br>[kN] | $T_{Ed}$<br>[kNm] | Hodnota V+T<br>[%] | Hodnota V+T+M<br>[%] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------|------------|------------|
| 0,8              | 298,7              | 0,0                | 0,5              | 0,0               | 0,3                | 1000,0               | 1000,0         | 90,0       | Nevyhovuje |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

| $V_{Rd,c}$<br>[kN] | $T_{Rd,c}$<br>[kNm] | $V_{Rd,max}$<br>[kN] | $T_{Rd,max}$<br>[kNm] | rce. 6.31<br>[%] | rce. 6.29<br>[%] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------|----------------|------------|---------|
| 51,2               | 65,2                | 440,9                | 192,2                 | 1,0              | 0,1              | 0,1            | 90,0       | OK      |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

| $A_{sl}$<br>[mm <sup>2</sup> ] | $F_{sl}$<br>[kN] | $F_{sl,lim}$<br>[kN] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|--------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 3669                           | 0,5              | 909,2                | 0,1            | 90,0       | OK      |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

| $a_{sw}$<br>[mm <sup>2</sup> /m] | $F_{sw}$<br>[kN] | $F_{sw,lim}$<br>[kN] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 654                              | 0,3              | 89,4                 | 0,3            | 90,0       | OK      |

### Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

| $F_b$<br>[kN] | $\Delta F_{td,s}$<br>[kN] | $\Delta F_{td,t}$<br>[kN] | $\Delta \epsilon_s$<br>[1e-4] | $\Delta \epsilon_t$<br>[1e-4] | Extrém ve vložce | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|---------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|------------|------------|
| 0,0           | 0,5                       | 0,0                       | -                             | -                             | 1                | 1000,0         | 90,0       | Nevyhovuje |

### Podrobné posouzení výztuže

| Vložka | $y_i$<br>[mm] | $z_i$<br>[mm] | $\Delta \epsilon_{st}$<br>[1e-4] | $\epsilon$<br>[1e-4] | $\epsilon_{lim}$<br>[1e-4] | $\Delta \sigma_{st}$<br>[MPa] | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Posudek    |
|--------|---------------|---------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|
| 1      | -122          | -468          | -                                | -                    | -5000,0                    | -                             | -                 | -136,52                 | 1000,0         | Nevyhovuje |

### 7.2.1.4 Omezení napětí

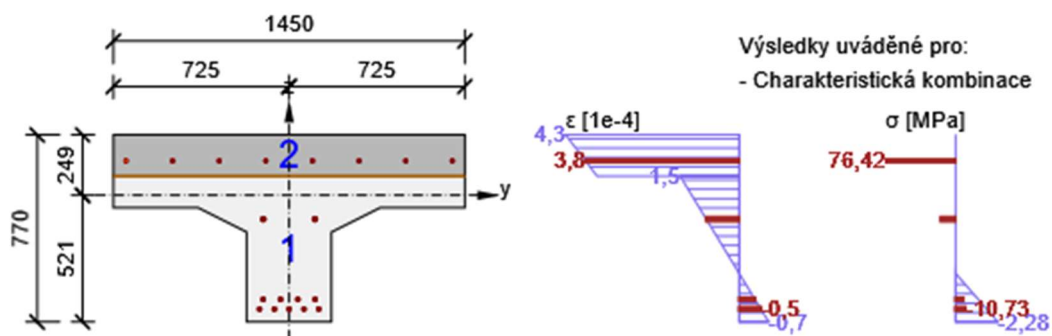
#### Omezení napětí

| Typ posudku | Část průřezu    | Index/Část | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek |
|-------------|-----------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|---------|
| 7.2(5)-Char | Výztužná vložka | 24/1       | 76,42             | 360,00                  | 21,2           | 90,0       | OK      |

### Podrobné posouzení výztuže

| Typ posudku     | Vložka | $y_i$<br>[mm] | $z_i$<br>[mm] | $N$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $M_z$<br>[kNm] | $\sigma$<br>[MPa] | $\sigma_{lim}$<br>[MPa] | Hodnota<br>[%] | Posudek |
|-----------------|--------|---------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|----------------|---------|
| 7.2(5)-Char     | 24     | -673          | 142           | 7,8         | -56,2          | 0,0            | 76,42             | 360,00                  | 21,2           | OK      |
| 7.2(5)-Char,sup | 24     | -673          | 142           | 7,8         | -56,2          | 0,0            | 76,42             | 360,00                  | 21,2           | OK      |
| 7.2(5)-Char,inf | 24     | -673          | 142           | 7,8         | -56,2          | 0,0            | 76,42             | 360,00                  | 21,2           | OK      |

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



### 7.2.1.5 Odezva N-M-M

#### Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $N_{Ed,tot}$<br>[kN] | $M_{Ed,y,tot}$<br>[kNm] | $M_{Ed,z,tot}$<br>[kNm] | Hodnota<br>[%] | Mez<br>[%] | Posudek    |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|
| 0,8                  | 298,7                   | 0,0                     | 1000,0         | 90,0       | Nevyhovuje |

## 4 ZÁVĚR

Na základě podkladů byl proveden posudek stávajícího mostu pro zatížení speciálním vozidlem. Jednotlivé materiály a jejich vlastnosti byli převzaty výhradně z projektu rekonstrukce mostu z roku 2008. Pro návrh smykové výztuže byl proveden postup dle TP 200 pro zjištění únosnosti stávajících mostů. Dle posudku statického výpočtu konstrukce nevyhoví pro dané zatížení na mezi únosnosti a použitelnosti.

V Brně, 1/2024

Ing. Lukáš Vavříčka