

PŘEPOČET ÚNOSNOSTI

Mosty u Helenína

Most ev.č. 602-042

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 výztuže | str. | 15 |
| Posouzení z programu IDEA Statica RCS | str. | 23 |
| Závěr | str. | 37 |

PŘEDPISY A LITERATURA:

| | |
|-----------------|---|
| ČSN EN 1990 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí |
| ČSN EN 1991-1-1 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| ČSN EN 1991-1-4 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem |
| ČSN EN 1991-1-5 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou |
| ČSN EN 1991-1-6 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: 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: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby |
| ČSN EN 1992-2 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady |
| ČSN 73 6222 | Zatížitelnost mostů pozemních komunikací |
| TP 200 | Stanovení zatížitelnosti mostů PK navržených podle norem a 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, leden 2024

FOTOGRAFIE MOSTU

(Fotografie převzaty z mostní prohlídky r. 2024)

Pohled na levou stranu mostu:



Pohled na opěru 1:



Podhled na nosnou konstrukci:



POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Předmětem přepočtu je třípolový železobetonový most zesílený pomocí volných dodatečně předepnutých kabelů. Most je tvořen rámovou roštovou konstrukcí z šesti hlavních trámů. Most je šikmý s levou šikmostí 60,0°.

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 příčnickem.

Nosná konstrukce je tvořena 6-ti betonovými trámy s náběhy výšky ~0,50 m u vnitřních podpor. Trámy jsou propojeny podporovými příčnicemi, které jsou šikmé. Příčnice v poli jsou kolmé k ose trámů. Osová vzdálenost trámů je cca 1,55 m. Rozpětí jednotlivých polí je cca 11,0 -14,0-11,0 m.

Nosná konstrukce je na opěře 1 uložena pomocí vrubového kloubu. Na opěře 4 jsou původní ocelová ložiska 6 ks pod trámy. Šířka trámů je 0,35 m. Délka konstrukce je 36,6 m. Na mostě byla provedena nová ŽB spřažená deska. Spřažení původní konstrukce bylo realizováno za pomoci trnů OMO M16 a M12/150-200.

Zesílení konstrukce je provedení pomocí volných předepjatých kabelů monostrand prům. 15,7 mm. Trasa kabelu je polygonální. Kabely jsou kotveny do spřažené desky cca v ose uložení. Deviatory jsou provedeny jako ocelové „U“ profily, na které jsou navařeny ocelové trubky k protažení kabelů. Nosníky jsou zesíleny vždy dvojicí kabelů, u krajních trámů je v poli 2 provedeno zesílení pomocí 4 kabelů.

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 polí vždy 1 ks šířky 50 mm tl. 1,2 mm a v hlavním poli 2 ks šířky 80 mm tl. 1,2 mm

Most je v konstantním podélném stoupajícím sklonu cca 5,7 %. Na mostě je střeovitý sklon vozovky cca 2,5 %. 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 zálivkou. Na obou římsách je osazeno mostní ocelové svodidlo úrovně zadržetí H2. Vozovka je na mostě asfaltová. Chodníky na mostě nejsou. Římsy jsou ŽB s lícními prefabrikáty.

Materiál konstrukce mostu:

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

- **Beton**
 - Nosníky C25/30
 - Spřažená deska C30/37
 - Úložný práh B135 – (C8/10)
 - Pilíře C25/30
- **Betonářská výztuž**
 - Stávající kruhová ocel 10 002
 - Nová spřažená deska 10 505 (R)
- **Předpínací výztuž**
 - Lana Ø 15,7 ocel 0,6“ Y 1770 S7

Materiálové charakteristiky:

Beton **C30/37**
 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$
 $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| | C25/30 |
| | $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ |
| | $f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa}$ |
| | $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$ |
| Ocel | 10 002 |
| | $f_{yk} = 200 \text{ MPa}$ |
| | $f_{tk} = 320 \text{ MPa}$ |
| | $E_s = 200 \text{ GPa}$ |
| | B 500B |
| | $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ |
| | $f_{tk} = 540 \text{ MPa}$ |
| | $E_s = 200 \text{ GPa}$ |
| | Y 1770 S7 L_p 15,7 |
| | $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$ |
| | $f_{p0,1k} = 1570 \text{ MPa}$ |
| | $E_p = 190 \text{ GPa}$ |

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 liniová podpora na opěře 1 a bodové podpory na opěře 2, podepření pilířů je realizováno pomocí uzlových podpor, tak aby bylo vystihnuto reálné uložení konstrukce.

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

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

Předpětí konstrukce bylo modelováno pomocí ekvivalentního zatížení. Geometrie kabelů vychází z projektové dokumentace mostu.

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.

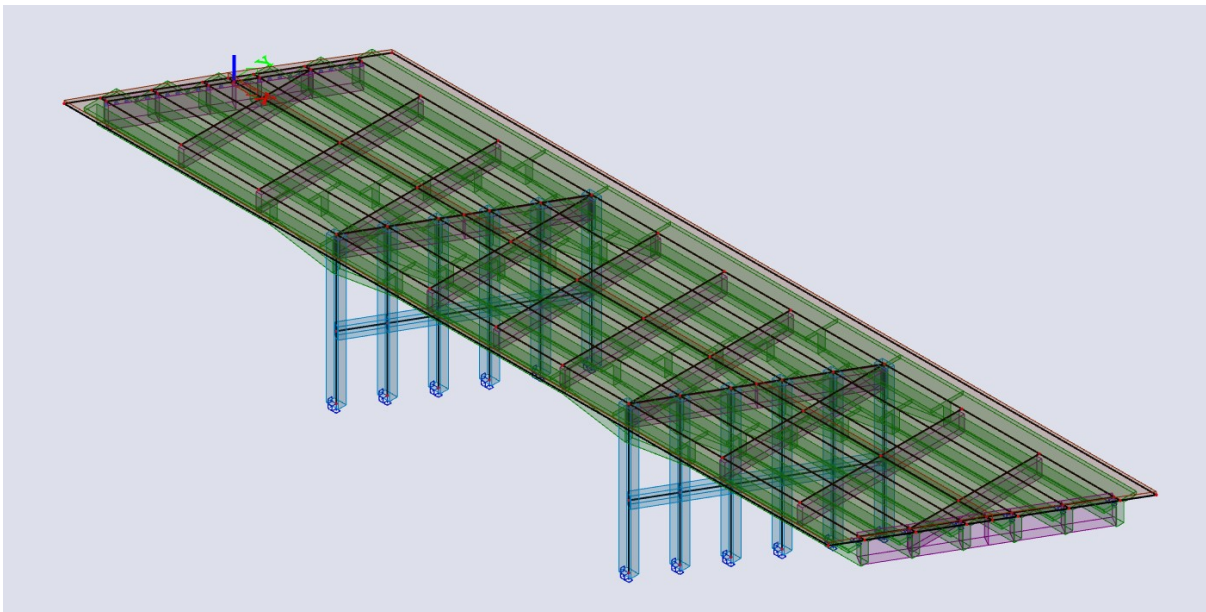
Podélná výztuže pro posouzení v poli byla převzata z dokumentace pro rekonstrukci mostu z roku 2008. Smyková výztuž a podélná výztuž nad podporou byla zpětně navržena dle TP 200 ve smyslu kombinovaného statického výpočtu.

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

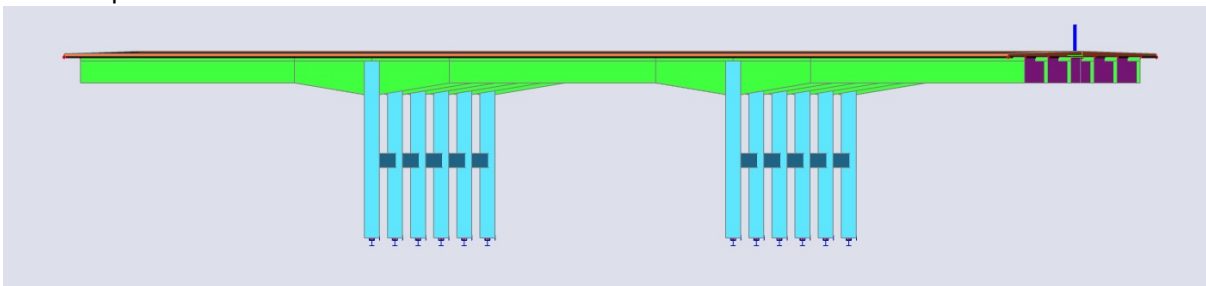
Detailní soubory vstupních a výstupních dat jsou uloženy u projektanta.

OBRÁZKY

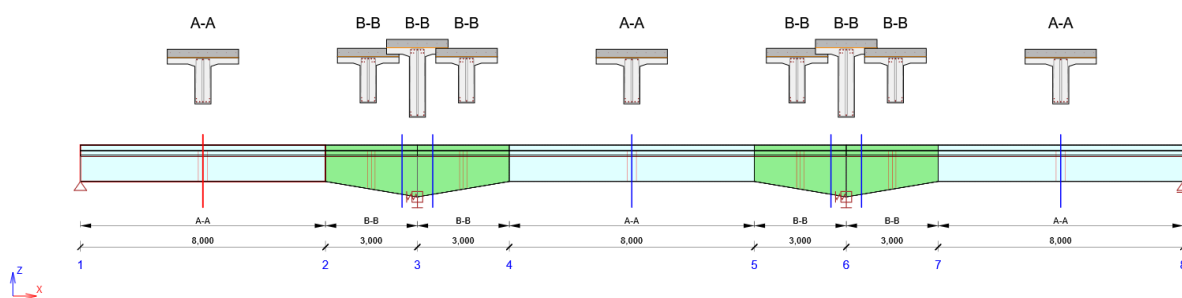
Model – axonometrie



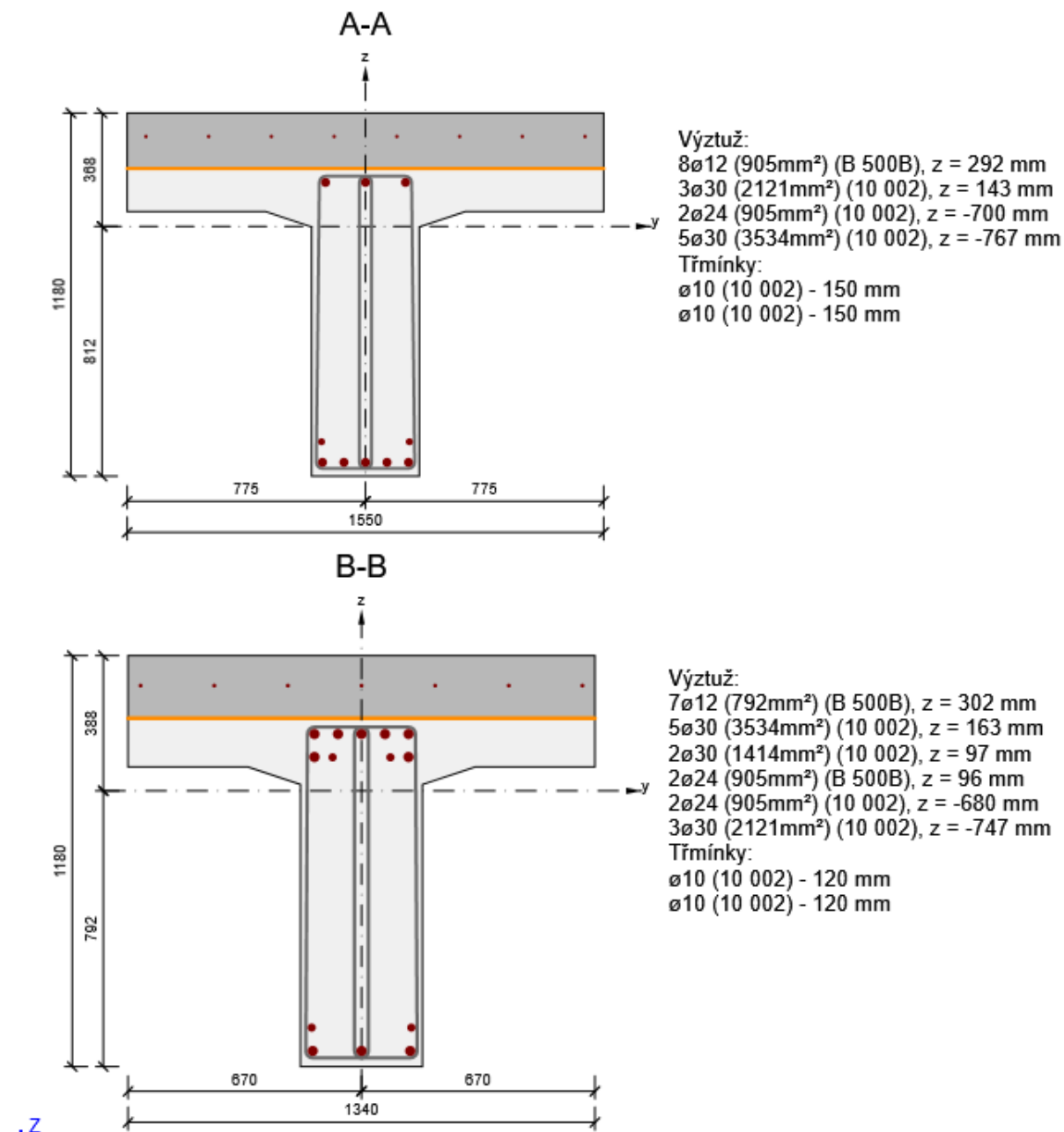
Model – pohled



Model IDEA statica RCS – podélný a příčný řez modelem



Model IDEA statica RCS – vyztužení průřezu



ZATÍŽENÍ

1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

1.1 Vlastní tíha konstrukce

Generována výpočtním programem SCIA Engineer

Dána tvarovými charakteristikami nosné konstrukce mostu a objemovou hmotností materiálů:

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

2 OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

2.1 Vozovkové souvrství

| | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------|
| obrusná asfaltová vrstva (tl. 45 mm) | 0.99 kN/m^2 | (22 kN/m^3) |
| ložná asfaltová vrstva (tl. 40 mm) | 0.88 kN/m^2 | (22 kN/m^3) |
| ochrana izolace (tl. 30 mm) | 0.66 kN/m^3 | (22 kN/m^3) |
| izolace (tl. 5 mm) | 0.10 kN/m^2 | (20 kN/m^3) |
| celkem: | $g_k =$ 2.63 kN/m^2 | |

2.2 Římsy

Levá ŽB římsa

| | |
|-------------------------|---|
| Objemová tíha materiálu | $\gamma_z =$ 25.0 kN/m^3 |
| Plocha řezu | $A_b =$ 0.240 m^2 |
| Zatěžovací šířka | $s_{NK} =$ 0.500 m |
| Zatížení plošné | $g_k =$ 12.00 kN/m^2 |

Pravá ŽB římsa

| | |
|-------------------------|---|
| Objemová tíha materiálu | $\gamma_z =$ 25.0 kN/m^3 |
| Plocha řezu | $A_b =$ 0.240 m^2 |
| Zatěžovací šířka | $s_{NK} =$ 0.500 m |
| Zatížení plošné | $g_k =$ 12.00 kN/m^2 |
| Zatížení liniové | $g_k =$ 6.00 kN/m |

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 kN/m |
| Odsazení od hrany NK | $e =$ 0.100 m |
| Zatížení liniové | $g_k =$ 1.50 kN/m |

2.4 Předpětí

Volné dodatečné předpětí. Vždy 2 kabely na nosník

Charakteristiky kabelu

Předpínací systém Dywidag Ls Ø15.7 -1800

| | | |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|
| $f_{pk} =$ | 1 770 MPa | ... charakteristická mez pevnosti |
| $f_{p0.1k} =$ | 1 560 MPa | ... charakteristická mez kluzu |
| $A_{p1} =$ | 140 mm ² | ... průřezová plocha lana |
| $n =$ | 1 ks | ... počet lan v kabelu |
| $\sigma_{pa,max} =$ | 1 350 MPa | ... napětí po zakotvení |

Síly od jednoho kabelu

| | | |
|-------|----------|----------------------------------|
| $P =$ | 189.0 kN | ... předpínací síla v čase t_0 |
|-------|----------|----------------------------------|

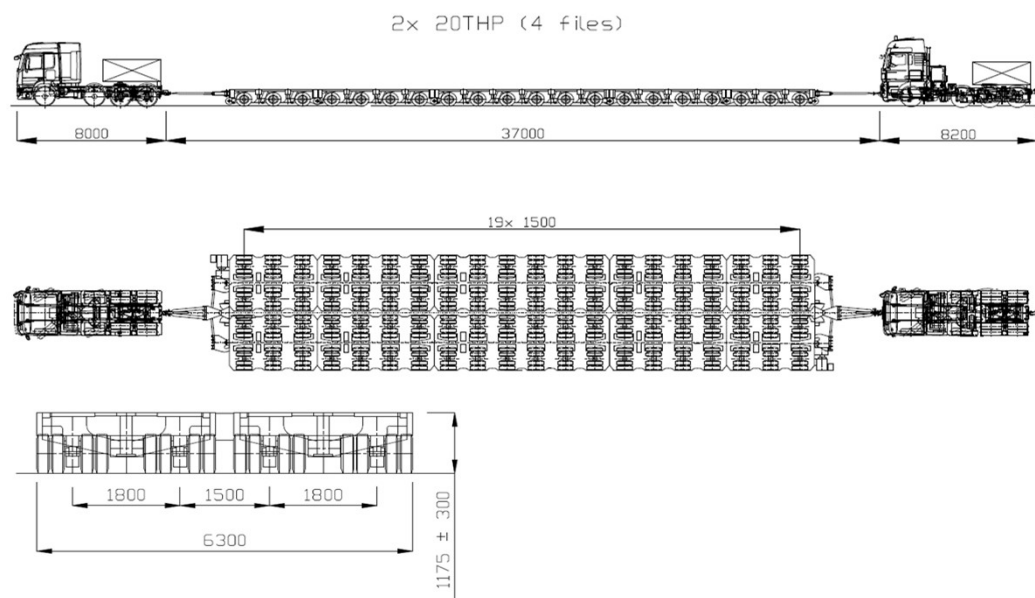
Ztráty Odhad 20%

| | | |
|------------|----------|---------------------|
| $P_{00} =$ | 151.2 kN | ... předpínací síla |
|------------|----------|---------------------|

.3 ZATÍŽENÍ PROMĚNNÁ

.3.1 Speciální vozidlo

Souprava tahač + přívěs (včetně nákladu) + tahač



Nadrozměrný náklad

| | |
|----------------------|---|
| Umístění zatížení | Zvláštní vozidlo se pohybuje 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 (≤ 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 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 |

| Umístění | Počet náprav | Trojnáprava / Dvojnáprava Q_{ik} [kN/m ²] |
|------------------------|--------------|--|
| | | |
| 0,5 m od ideální stopy | 1 | 229.7 |
| 0,5 m od ideální stopy | 1 | 328.1 |
| 0,5 m od ideální stopy | 2 | 196.9 |

přívěs + komponenta: 145+750 t = 8950 kN

| Umístění | Počet náprav | Přívěs / Podvalník Q_{ik} [kN] |
|------------------------|--------------|-------------------------------------|
| 0,5 m od ideální stopy | 20 | 448 |

| | | | | | |
|-----------------------|------|---|------|----------|-------|
| kontaktní plocha kola | 0.40 | x | 6.50 | = | 2.600 |
| dynamický součinitel | | | | $\phi =$ | 1.05 |

| Umístění | Počet náprav | Trojnáprava / Dvojnáprava Q_{ik} [kN/m ²] |
|------------------------|--------------|--|
| | | |
| 0,5 m od ideální stopy | 20 | 180.7 |

3.2 Teplota

... dle ČSN EN 1991-1-5

Dle ČSN EN 1991-1-5 se jedná o **typ konstrukce 3.b: betonový nosník**

Dle 6.1.2 se reprezentativní hodnoty zatížení teplotou stanovují pomocí rovnoměrné složky teploty a rozdílových složek teploty.

Dle NA.2.3. se pro určení rozdílové složky teploty má použít nelineární průběh teploty po průřezu (Postup 2).

Dle ČSN EN 1991-1-5 ... Příloha C: Součinitel teplotní délkové roztažnosti $\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Rovnoměrná složka teploty

... $\Delta T_N [^\circ\text{C}]$

Dle 6.1.3.1 závisí na minimální a maximální teplotě mostu, které může most v předepsaném časové období dosáhnout. Výsledkem je řada rovnoměrných teplotních změn, které mohou způsobit délkové změny prvků, jejich přetvoření nejsou v konstrukci omezena.

Dále budou uváženy následující účinky:

- omezení společného prodloužení nebo zkrácení ovlivněné typem konstrukce
- tření v ložiskách

Dle NA.2.4 se maximální a minimální rovnoměrné teploty mostu $T_{e,min}$, $T_{e,max}$ se stanovuje z izoterm minimálních a maximálních teplot vzduchu ve stínu dle obrázku 6.1 ČSN EN 1991-1-5. *(hodnoty jsou založeny na denním teplotním rozsahu, které byly ověřeny jako vhodné pro ČR)*

Pro konstrukce - Typ 3:

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

Výchozí teplota mostu

$$T_0 = 10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

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

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

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

Celkový rozsah účinků rovnoměrné teploty:

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

Rozdílové složky teploty

Svislá lineární složka (postup 1)

... ΔT_M [°C]

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

Dle tabulky 6.1 ČSN EN 1991-1-5:

| | | | | |
|----------------------|---|---------|------------------|--------------------------------|
| $k_{sur,heat}$ | = | 0.6 | ... dle tab. 6.2 | ... tl. mostního svršku 100 mm |
| $k_{sur,cool}$ | = | 1.0 | ... dle tab. 6.2 | ... tl. mostního svršku 100 mm |
| $\Delta T'_{M,heat}$ | = | 15.0 °C | ... dle tab. 6.1 | ... tl. mostního svršku 100 mm |
| $\Delta T'_{M,cool}$ | = | 8.0 °C | ... dle tab. 6.1 | ... tl. mostního svršku 100 mm |

A) Horní povrch teplejší než dolní

$$\Delta T_{M,heat} = 9.3 \text{ °C} \quad \dots = k_{sur,heat} \cdot \Delta T'_{N,heat}$$

B) Dolní povrch teplejší než horní

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

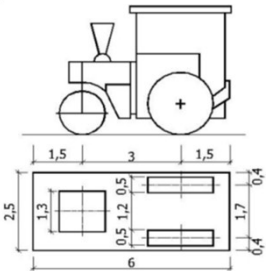
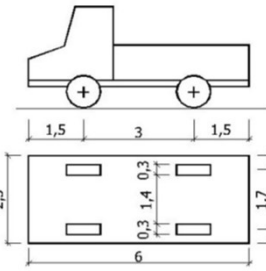
3.3 Zatížení dle ČSN 1230: 1937 - Jednotný mostní řád

... dle TP 200

Zatížení použito pro návrh původní výztuže 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)

Dynamický 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 = 14 m

Stálé zatížení G = 2383.6 kN

Nahodilá zatížení P = 580 kN

Dyn. součinitel 1.14 -

| Rovnoměrně rozdělené zatížení v kg/m ² | | 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)

Stanovená výztuž

Obsah

| | |
|---|---|
| • | 1 Data projektu |
| • | 2 Stručné shrnutí výsledků posouzení řezů |
| • | 3 Posouzení řezů |
| • | 3.1 Řez Pole |
| • | 3.2 Řez Podpora |
| • | 4 Seznam použitých materiálů |
| • | 5 Stanovená výztuž |

1 Data projektu

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| Název projektu | Most ev. č. 602-042 |
| Projekt číslo | 23085 |
| Popis | Návrh původní výztuže |
| Autor | Lukáš Vavříčka |
| Datum vytvoření protokolu | 29.01.2024 |
| Verze | 23.1.1.1138 |

Národní norma

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

2 Stručné shrnutí výsledků posouzení řezů

| Dimenzační dílec | Počet řezů | Název extrémního řezu | Hodnota [%] | Status posudku |
|------------------|------------|-----------------------|-------------|----------------|
| M 1 (Nosník) | 1 | Pole | 72,1 | ✓ |
| M 2 (Nosník) | 1 | Podpora | 80,9 | ✓ |

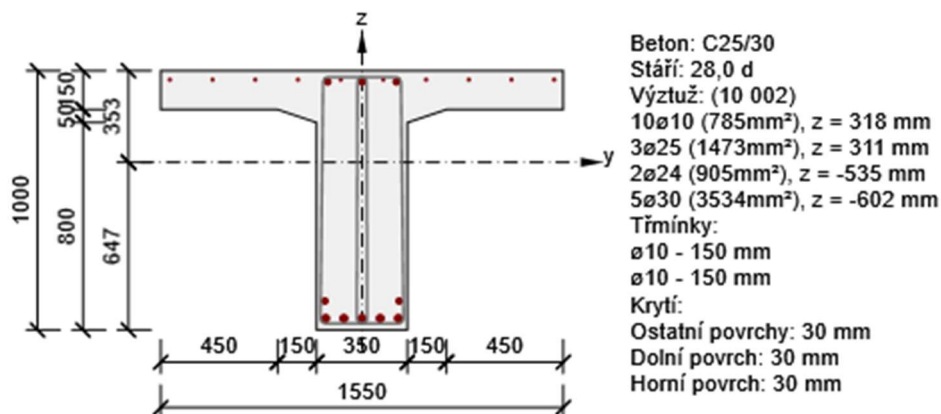
| Název řezu | Dimenzační dílec | Vyztužený průřez | Hodnota [%] | Status posudku |
|------------|------------------|------------------|-------------|----------------|
| Pole | M 1 (Nosník) | R 1 | 72,1 | ✓ |
| Podpora | M 2 (Nosník) | R 2 | 80,9 | ✓ |

3 Posouzení řezů

3.1 Řez Pole

3.1.1 Kritický extrém S 1 - E 3

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



3.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | T [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] |
|--------------|------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|
| Celkové | Základní MSÚ | 0,0 | 0,0 | -25,5 | 0,0 | 468,7 | 0,0 |
| Celkové | Charakteristická | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Celkové | Kvazistálá | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

3.1.1.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|---------|
| Interakce | 0,0 | 468,7 | 0,0 | 25,5 | 0,0 | 72,1 | OK |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | 0,0 | 468,7 | 0,0 | | | 65,6 | OK |
| Smyk | 0,0 | | | 25,5 | 0,0 | 8,7 | OK |
| Interakce | 0,0 | 468,7 | 0,0 | 25,5 | 0,0 | 72,1 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

3.1.1.3 Únosnost N-M-M

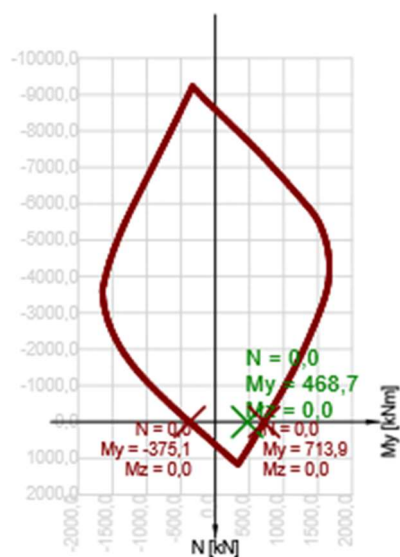
Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N_{Ed} [kN] | $M_{Ed,y}$ [kNm] | $M_{Ed,z}$ [kNm] | Typ | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|---------------------|---------------------|----------|----------------|------------|---------|
| 0,0 | 468,7 | 0,0 | Nu-Mu-Mu | 65,6 | 100,0 | OK |

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

| Typ | F_{Ed} | F_{Rd1} | F_{Rd2} |
|-------------|----------|-----------|-----------|
| N [kN] | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| M_y [kNm] | 468,7 | 713,9 | -375,1 |
| M_z [kNm] | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Řez N - M_y



3.1.1.4 Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| V_{Ed} [kN] | N_{Ed} [kN] | V_{Rd} [kN] | Posudek zóny | Článek | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|------------------|------------------|--------------|----------|----------------|------------|---------|
| 25,5 | 0,0 | 294,3 | bez redukce | 6.2.3(3) | 8,7 | 100,0 | OK |

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

| V_{Ed} [kN] | $V_{Rd,c}$ [kN] | $V_{Rd,max}$ [kN] | $V_{Rd,r}$ [kN] | $V_{Rd,s}$ [kN] | V_{Rd} [kN] |
|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 25,5 | 186,6 | 1383,1 | 1335,8 | 294,3 | 294,3 |

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

| n_c | a_{sw} [mm ² /m] | A_{sl} [mm ²] | b_w [mm] | d [mm] | z [mm] | θ [°] | α [°] | σ_{cp}^* [MPa] | α_{cw} [-] |
|-------|----------------------------------|--------------------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 4 | 2094 | 4439 | 350 | 942 | 878 | 45,0 | 90,0 | 0,0 | 1,00 |

| $C_{Rd,c}$ [-] | k [-] | k_1 [-] | ρ_l [-] | σ_{cp} [MPa] | σ_{wd} [MPa] | v_{min} [MPa] | v [-] | v_1 [-] |
|-------------------|------------|--------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------|------------|--------------|
| 0,12 | 1,46 | 0,15 | 0,01 | 0,0 | 13,9 | 0,3 | 0,54 | 0,60 |

3.1.1.5 Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N_{Ed} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{Edz} [kNm] | V_{Ed} [kN] | T_{Ed} [kNm] | Hodnota V+T [%] | Hodnota V+T+M [%] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 0,0 | 468,7 | 0,0 | 25,5 | 0,0 | 8,0 | 72,1 | 72,1 | 100,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

| $V_{Rd,c}$ [kN] | $T_{Rd,c}$ [kNm] | $V_{Rd,max}$ [kN] | $T_{Rd,max}$ [kNm] | rce. 6.31 [%] | rce. 6.29 [%] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------|----------------|------------|---------|
| 186,6 | 71,9 | 1383,1 | 243,2 | 13,7 | 1,8 | 1,8 | 100,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

| A_{sl} [mm ²] | F_{sl} [kN] | $F_{sl,lim}$ [kN] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|--------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 6697 | 25,5 | 1164,7 | 2,2 | 100,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

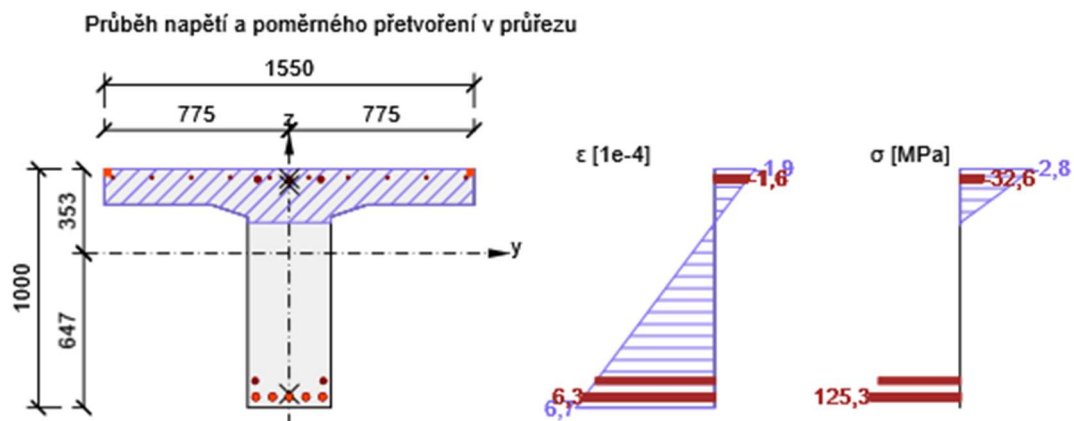
| a_{sw} [mm ² /m] | F_{sw} [kN] | $F_{sw,lim}$ [kN] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 524 | 7,3 | 91,1 | 8,0 | 100,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

| F_b [kN] | $\Delta F_{td,s}$ [kN] | $\Delta F_{td,t}$ [kN] | $\Delta \epsilon_s$ [1e-4] | $\Delta \epsilon_t$ [1e-4] | Extrém ve vložce | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|---------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|------------|---------|
| 460,9 | 25,5 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 3 | 72,1 | 100,0 | OK |

Podrobné posouzení výztuže

| Vložka | y_i [mm] | z_i [mm] | $\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4] | ϵ [1e-4] | ϵ_{lim} [1e-4] | $\Delta \sigma_{st}$ [MPa] | σ [MPa] | σ_{lim} [MPa] | Hodnota [%] | Posudek |
|--------|---------------|---------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|---------|
| 3 | 0 | -602 | 0,1 | 6,3 | ∞ | 2,8 | 125,3 | 173,9 | 72,1 | OK |



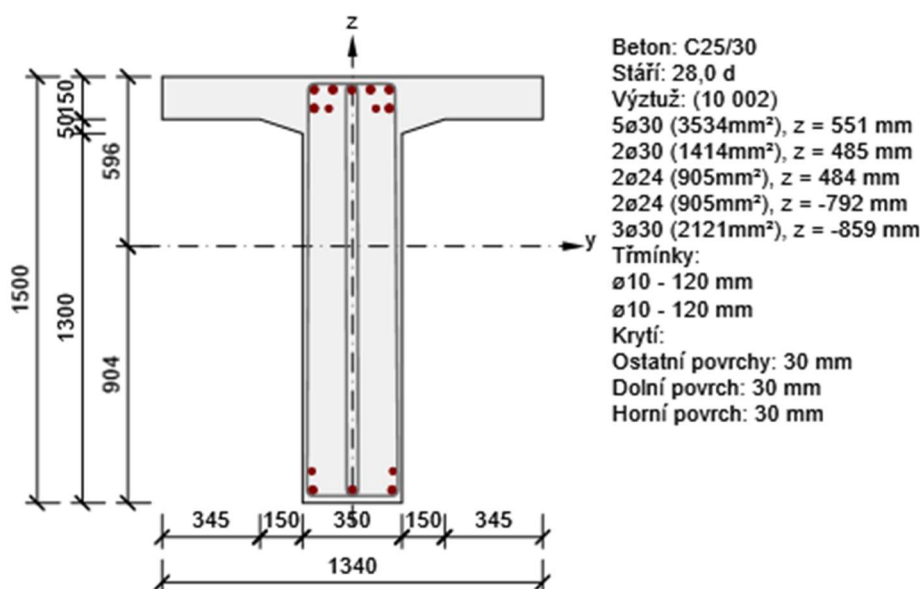
3.2 Řez Podpora

3.2.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Hodnota [%] | Status posudku |
|---------------|---------|-------------|----------------|
| S 2 - E 1 | 28,0 | 71,6 | ✓ |
| Podpora - E 2 | 28,0 | 80,9 | ✓ |

3.2.2 Kritický extrém Podpora - E 2

| | |
|------------------|-----|
| Dimenzační dílec | M 2 |
| Vyztužený průřez | R 2 |



3.2.2.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

| Typ zatížení | Typ kombinace | N [kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | T [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] |
|--------------|------------------|--------|---------------------|---------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Celkové | Základní MSÚ | 0,0 | 0,0 | -433,6 | 0,0 | -910,6 | 0,0 |
| Celkové | Charakteristická | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Celkové | Kvazistálá | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

3.2.2.2 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| Smyk | 0,0 | | | 433,6 | 0,0 | 80,9 | OK |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | 0,0 | -910,6 | 0,0 | | | 65,2 | OK |
| Smyk | 0,0 | | | 433,6 | 0,0 | 80,9 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

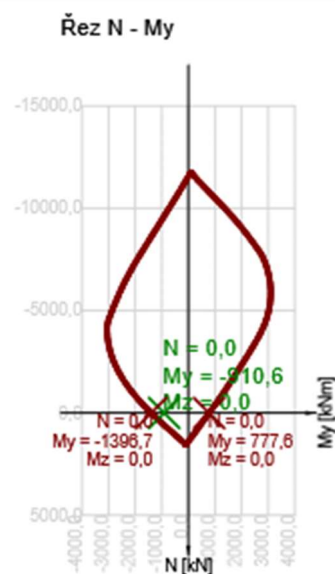
3.2.2.3 Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | Typ | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------|---------|---------|
| 0,0 | -910,6 | 0,0 | Nu-Mu-Mu | 65,2 | 100,0 | OK |

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

| Typ | F _{Ed} | F _{Rd1} | F _{Rd2} |
|----------------------|-----------------|------------------|------------------|
| N [kN] | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| M _y [kNm] | -910,6 | -1396,7 | 777,6 |
| M _z [kNm] | 0,0 | 0,0 | 0,0 |



3.2.2.4 Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| V_{Ed} [kN] | N_{Ed} [kN] | V_{Rd} [kN] | Posudek zóny | Článek | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|------------------|------------------|--------------|----------|----------------|------------|---------|
| 433,6 | 0,0 | 535,7 | bez redukce | 6.2.3(3) | 80,9 | 100,0 | OK |

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

| V_{Ed} [kN] | $V_{Rd,c}$ [kN] | $V_{Rd,max}$ [kN] | $V_{Rd,r}$ [kN] | $V_{Rd,s}$ [kN] | V_{Rd} [kN] |
|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 433,6 | 254,2 | 2014,4 | 2026,9 | 535,7 | 535,7 |

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

| n_c | a_{sw} [mm ² /m] | A_{sl} [mm ²] | b_w [mm] | d [mm] | z [mm] | θ [°] | α [°] | σ_{cp}^* [MPa] | α_{cw} [-] |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 4 | 2618 | 5853 | 350 | 1430 | 1279 | 45,0 | 90,0 | 0,0 | 1,00 |
| $C_{Rd,c}$ [-] | k [-] | k_1 [-] | ρ_l [-] | σ_{cp} [MPa] | σ_{wd} [MPa] | v_{min} [MPa] | v [-] | v_1 [-] | |
| 0,12 | 1,37 | 0,15 | 0,01 | 0,0 | 129,5 | 0,3 | 0,54 | 0,60 | |

4 Seznam použitých materiálů

Beton

| Název | f_{ck} [MPa] | f_{cm} [MPa] | f_{ctm} [MPa] | E_{cm} [MPa] | ν [-] | Jednotková hmotnost [kg/m ³] |
|--------|---|-------------------|--------------------|-------------------|--------------|---|
| C25/30 | 25,0 | 33,0 | 2,6 | 31475,8 | 0,20 | 2500 |
| | $\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$, Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický | | | | | |

Betonářská ocel

| Název | f_{yk} [MPa] | f_{tk} [MPa] | E [MPa] | ν [-] | Jednotková hmotnost [kg/m ³] |
|--------|--|-------------------|--------------|--------------|---|
| 10 002 | 200,0 | 320,0 | 200000,0 | 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 | | | | |

5 Stanovená výztuž

5.1. Řez Pole

Dle posudku bylo pro pole ověřena výztuž z původního projektu:
při dolním povrchu 5ks Ø 30 mm a 2 ks Ø 24 mm z oceli 10 002.

5.2. Řez Podpora

Dle posudku bylo v blízkosti pilíře navržena výztuž:
při horním povrchu 7ks Ø 30 mm a 2 ks Ø 24 mm z oceli 10 002
smyková výztuž 4-střížné třmínky Ø 10 mm á 120 mm z oceli 10 002

Posouzení únosnosti trámu

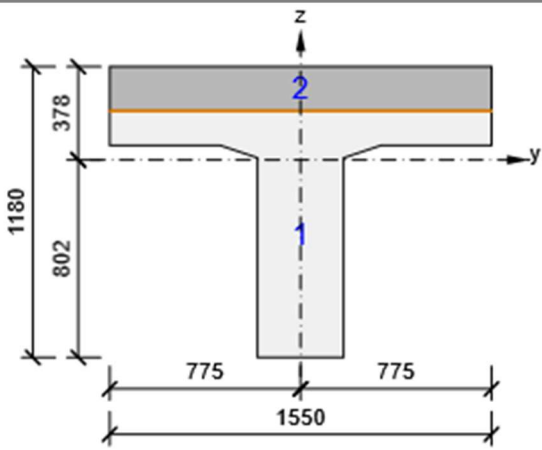
| Obsah |
|----------------------|
| • 1 Data projektu |
| • 2 Průřezy |
| • 3 Materiál |
| • 4 Geometrie |
| • 5 Fáze výstavby |
| • 6 Výsledky |
| • 7 Posouzení betonu |

1 Data projektu

| | |
|-----------------|--|
| Název projektu | Most ev. č. 602-042 |
| Číslo projektu | 23085 |
| Autor | Lukáš Vavříčka |
| Popis | Speciální vozidlo |
| Datum | 29.01.2024 |
| 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 | C25/30 | |  |
| Materiál 2 | C30/37 | | |
| A | 816260 | [mm ²] | |
| S _y | 0 | [mm ³] | |
| S _z | 0 | [mm ³] | |
| I _y | 89030656854 | [mm ⁴] | |
| I _z | 105119554782 | [mm ⁴] | |
| C _{gy} | 0 | [mm] | |
| C _{gz} | 0 | [mm] | |
| i _y | 330 | [mm] | |
| i _z | 359 | [mm] | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

2. Trám náběh(General)

| Symbol | Hodnota | Jednotka | |
|-----------------|-------------|--------------------|--|
| Materiál 1 | C25/30 | | |
| Materiál 2 | C30/37 | | |
| A | 747467 | [mm ²] | |
| S _y | 0 | [mm ³] | |
| S _z | 0 | [mm ³] | |
| I _y | 84815812511 | [mm ⁴] | |
| I _z | 69145823222 | [mm ⁴] | |
| C _{gy} | 0 | [mm] | |
| C _{gz} | 0 | [mm] | |
| i _y | 337 | [mm] | |
| i _z | 304 | [mm] | |

3. Trám podpora(General)

| Symbol | Hodnota | Jednotka | |
|-----------------|--------------|--------------------|--|
| Materiál 1 | C25/30 | | |
| Materiál 2 | C30/37 | | |
| A | 947953 | [mm ²] | |
| S _y | 0 | [mm ³] | |
| S _z | 0 | [mm ³] | |
| I _y | 245676117636 | [mm ⁴] | |
| I _z | 74749555396 | [mm ⁴] | |
| C _{gy} | 0 | [mm] | |
| C _{gz} | 0 | [mm] | |
| i _y | 509 | [mm] | |
| i _z | 281 | [mm] | |

3 Materiál

Vlastnosti materiálů byly brány s rezervou 10% tzn. ve výpočtu je počítáno s hodnotami 0,9 X_k

Beton

| Název | f _{ck} [MPa] | f _{cm} [MPa] | f _{ctm} [MPa] | E _{cm} [MPa] | ν [-] | Jednotková hmotnost [kg/m ³] |
|--------|---|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------|---|
| C25/30 | 22,50 | 30,50 | 2,39 | 30740,62 | 0,20 | 2500 |
| | ε _{c2} = 20,0 1e-4, ε _{cu2} = 35,0 1e-4, ε _{c3} = 17,5 1e-4, ε _{cu3} = 35,0 1e-4, 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 _{c2} = 20,0 1e-4, ε _{cu2} = 35,0 1e-4, ε _{c3} = 17,5 1e-4, ε _{cu3} = 35,0 1e-4, Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický | | | | | |

Výztuž

| Název | f_{yk} [MPa] | f_{tk} [MPa] | E [MPa] | ν [-] | Jednotková hmotnost [kg/m ³] |
|--------|--|-------------------|------------|--------------|---|
| B 500B | 450,00 | 540,00 | 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

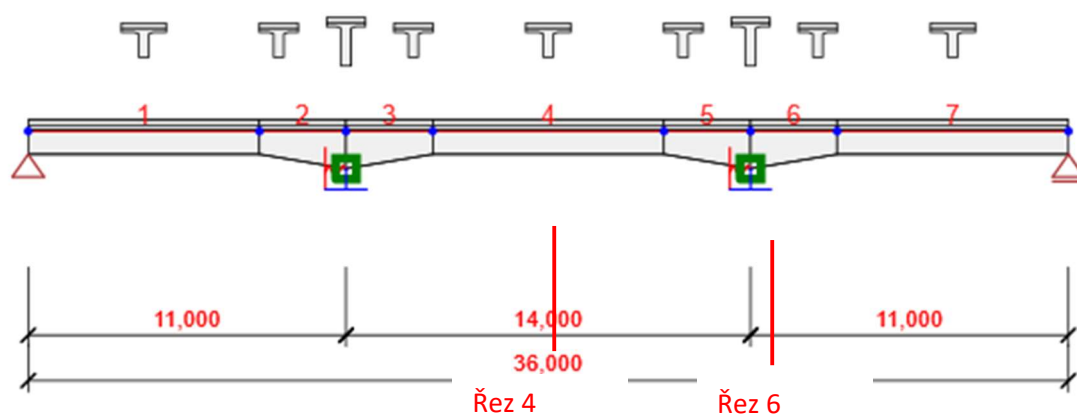


Schéma konstrukce

Prvky

| Prvek | Délka [m] | Konec prvku [m] | Průřez |
|-------|--------------|--------------------|----------------------------|
| 1 | 8,000 | 8,000 | 1 - Trám pole (General) |
| 2 | 3,000 | 11,000 | 2 - Trám náběh (General) |
| 3 | 3,000 | 14,000 | 3 - Trám podpora (General) |
| 4 | 8,000 | 22,000 | 1 - Trám pole (General) |
| 5 | 3,000 | 25,000 | 2 - Trám náběh (General) |
| 6 | 3,000 | 28,000 | 3 - Trám podpora (General) |
| 7 | 8,000 | 36,000 | 1 - Trám pole (General) |

Náběhy

| Prvek | Typ | Průřez na levém konci | Délka vlevo [m] | Průřez na pravém konci | Délka vpravo [m] |
|-------|-------------|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| 2 | Pravý konec | | | Trám podpora (General) | 3,000 |
| 3 | Pravý konec | | | Trám náběh (General) | 3,000 |
| 5 | Pravý konec | | | Trám podpora (General) | 3,000 |
| 6 | Pravý konec | | | Trám náběh (General) | 3,000 |

Uzly

| Uzel | X [m] | Podpora |
|------|--------|---------|
| 1 | 0,000 | XZ |
| 2 | 8,000 | |
| 3 | 11,000 | XZRy |
| 4 | 14,000 | |
| 5 | 22,000 | |
| 6 | 25,000 | XZRy |
| 7 | 28,000 | |
| 8 | 36,000 | Z |

Tuhosti podpory

| Uzel | Kx [MN/m] | Kz [MN/m] | Kry [MNm/rad] |
|------|------------|------------|---------------|
| 1 | 10000000,0 | 10000000,0 | |
| 3 | 4444,0 | 10000000,0 | 10000000,0 |
| 6 | 4444,0 | 10000000,0 | 10000000,0 |
| 8 | | 10000000,0 | |

5 Fáze výstavby

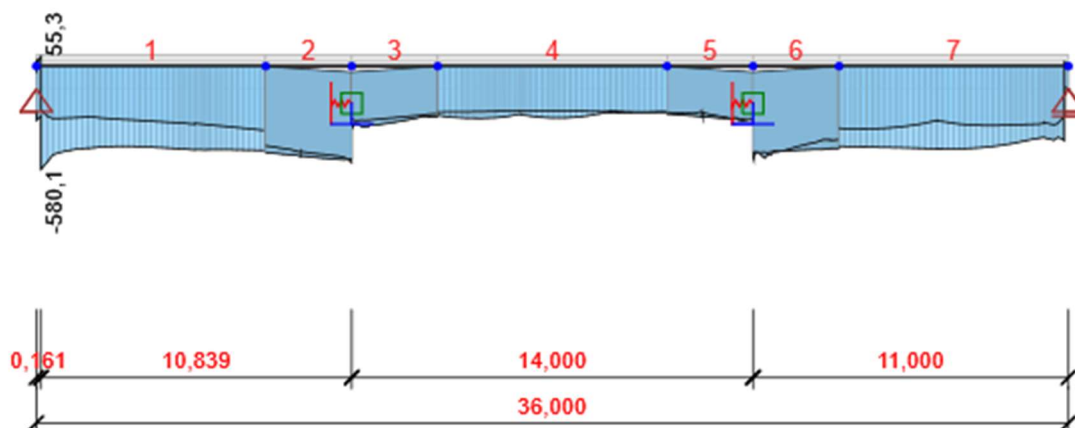
| | Název | Čas [d] |
|---|---------------------------|---------|
| 1 | Betonáž | 0,0 |
| 2 | Betonáž spřažené desky | 25550,0 |
| 3 | Ostatní stálé zatížení | 25600,0 |
| 4 | Konec návrhové životnosti | 36500,0 |

6 Výsledky

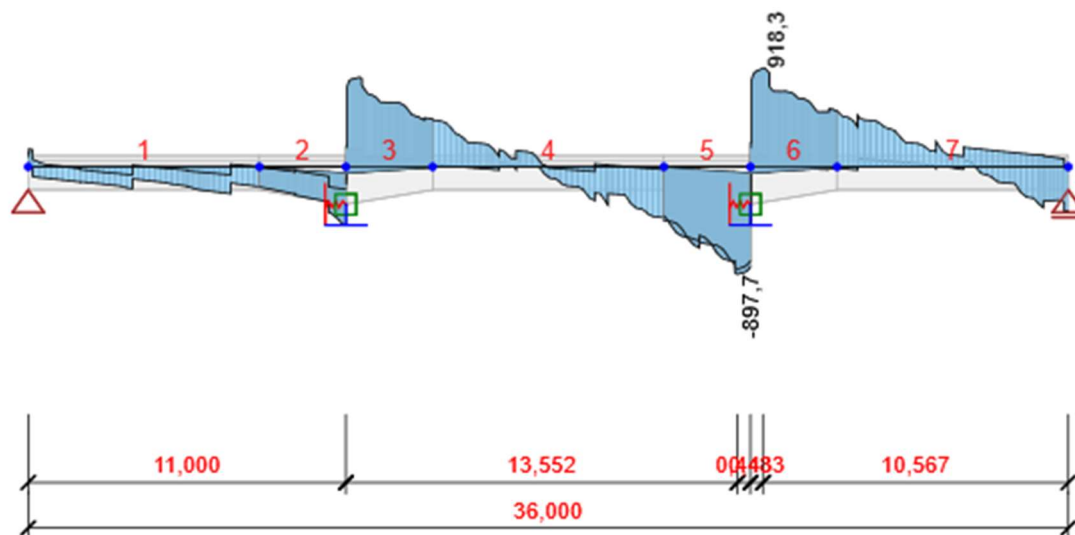
Upozornění: Pro výpočet časové analýzy se používá tečnový modul pružnosti E_c podle článku 3.1.4(2)

Fáze výstavby Konec návrhové životnosti

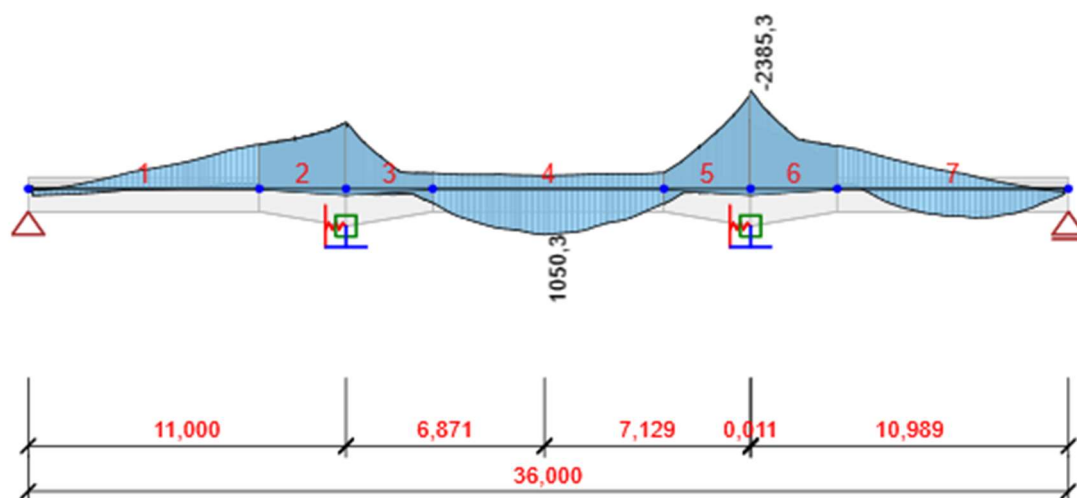
Obálky



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



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



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

7 Posouzení řezů

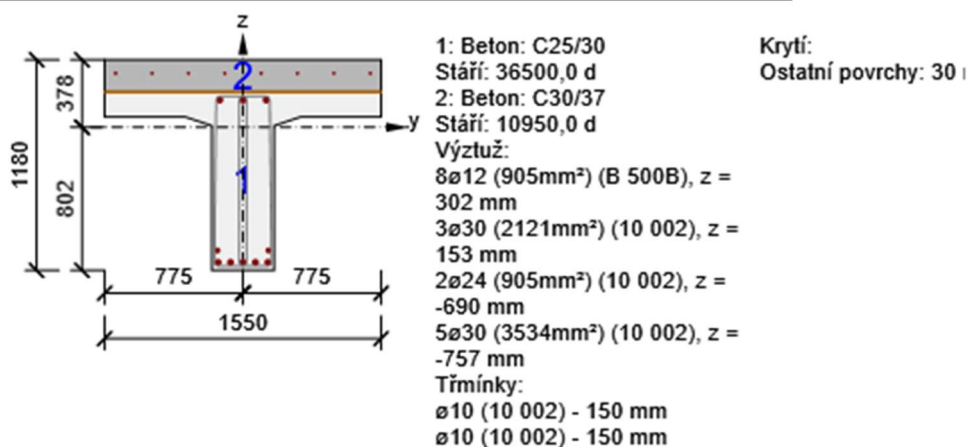
7.1 Řez Řez 4 - 18,500m

7.1.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Hodnota [%] | Status posudku |
|--|---------|-------------|----------------|
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(2) - MSPCh ST(4)(167) - MSPČ ST(4)(173) - MSPK ST(4)(178) | 36500,0 | 36,9 | ✓ |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(8) - MSPCh ST(4)(168) - MSPČ ST(4)(174) - nenaplněno | 36500,0 | 111,5 | X |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(42) - MSPCh ST(4)(169) - MSPČ ST(4)(175) - nenaplněno | 36500,0 | 37,9 | ✓ |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(76) - MSPCh ST(4)(170) - nenaplněno - nenaplněno | 36500,0 | 1000,0 | X |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(95) - nenaplněno - nenaplněno - nenaplněno | 36500,0 | 127,3 | X |

7.1.2 Kritický extrém Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(76) - MSPCh ST(4)(170) - nenaplněno - nenaplněno

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



7.1.2.1 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|------------|
| Interakce | -212,1 | 1017,7 | 0,0 | 60,5 | 0,0 | 1000,0 | Nevyhovuje |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | -212,1 | 1017,7 | 0,0 | | | 113,5 | Nevyhovuje |
| Smyk | -212,1 | | | 60,5 | 0,0 | 25,4 | OK |
| Interakce | -212,1 | 1017,7 | 0,0 | 60,5 | 0,0 | 1000,0 | Nevyhovuje |
| Omezení napětí | -272,9 | 587,5 | 0,0 | | | 89,8 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 90,0 %

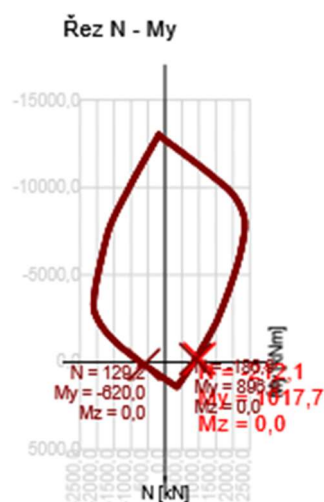
7.1.2.2 Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | Typ | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|----------------|------------|------------|
| -212,1 | 1017,7 | 0,0 | Nu-Mu-Mu | 113,5 | 90,0 | Nevyhovuje |

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

| Typ | F _{Ed} | F _{Rd1} | F _{Rd2} |
|----------------------|-----------------|------------------|------------------|
| N [kN] | -212,1 | -186,9 | 129,2 |
| M _y [kNm] | 1017,7 | 896,9 | -620,0 |
| M _z [kNm] | 0,0 | 0,0 | 0,0 |



7.1.2.3 Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| V _{Ed} [kN] | N _{Ed} [kN] | V _{Rd} [kN] | Posudek zóny | Článek | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|----------|----------------|------------|---------|
| 60,5 | -212,1 | 238,6 | bez redukce | 6.2.3(3) | 25,4 | 90,0 | OK |

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

| V _{Ed} [kN] | V _{Rd,c} [kN] | V _{Rd,max} [kN] | V _{Rd,r} [kN] | V _{Rd,s} [kN] | V _{Rd} [kN] |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 60,5 | 200,7 | 1146,0 | 1221,8 | 238,6 | 238,6 |

Posudek smykového napětí ve spárách (6.2.5)

| Spára | V_{Edi} [MPa] | β [-] | c [-] | μ [-] | V_{Rdci} [MPa] | V_{Rdsi} [MPa] | V_{Rdi} [MPa] | Mez [%] | Posudek |
|-------|--------------------|----------------|------------|--------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|---------|
| J1 | 0,04 | 1,00 | 0,40 | 0,70 | 0,45 | 0,00 | 0,45 | 9,9 | OK |

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

| n_c | a_{sw} [mm ² /m] | A_{sl} [mm ²] | b_w [mm] | d [mm] | z [mm] | θ [°] | α [°] | σ_{cp}^* [MPa] | α_{cw} [-] |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 4 | 2094 | 4439 | 350 | 947 | 791 | 45,0 | 90,0 | 0,29 | 1,02 |
| $C_{Rd,c}$ [-] | k [-] | k_1 [-] | ρ_l [-] | σ_{cp} [MPa] | σ_{wd} [MPa] | V_{min} [MPa] | v [-] | v_1 [-] | |
| 0,12 | 1,46 | 0,15 | 0,01 | 0,40 | 36,51 | 0,29 | 0,55 | 0,60 | |

7.1.2.4 Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N_{Ed} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{Edz} [kNm] | V_{Ed} [kN] | T_{Ed} [kNm] | Hodnota V+T [%] | Hodnota V+T+M [%] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------|------------|------------|
| -212,1 | 1017,7 | 0,0 | 60,5 | 0,0 | 23,3 | 1000,0 | 1000,0 | 90,0 | Nevyhovuje |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

| $V_{Rd,c}$ [kN] | $T_{Rd,c}$ [kNm] | $V_{Rd,max}$ [kN] | $T_{Rd,max}$ [kNm] | rce. 6.31 [%] | rce. 6.29 [%] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------|----------------|------------|---------|
| 200,7 | 141,8 | 1146,0 | 476,9 | 30,1 | 5,3 | 5,3 | 90,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

| A_{sl} [mm ²] | F_{sl} [kN] | $F_{sl,lim}$ [kN] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|--------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 7464 | 60,5 | 1344,5 | 4,5 | 90,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

| a_{sw} [mm ² /m] | F_{sw} [kN] | $F_{sw,lim}$ [kN] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 524 | 19,1 | 82,0 | 23,3 | 90,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

| F_b [kN] | $\Delta F_{td,s}$ [kN] | $\Delta F_{td,t}$ [kN] | $\Delta \epsilon_s$ [1e-4] | $\Delta \epsilon_t$ [1e-4] | Extrém ve vložce | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|---------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|------------|------------|
| 0,0 | 60,5 | 0,0 | - | - | 1 | 1000,0 | 90,0 | Nevyhovuje |

Podrobné posouzení výztuže

| Vložka | y_i [mm] | z_i [mm] | $\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4] | ϵ [1e-4] | ϵ_{lim} [1e-4] | $\Delta \sigma_{st}$ [MPa] | σ [MPa] | σ_{lim} [MPa] | Hodnota [%] | Posudek |
|--------|---------------|---------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|
| 1 | -140 | -757 | - | - | ∞ | - | - | 156,52 | 1000,0 | Nevyhovuje |

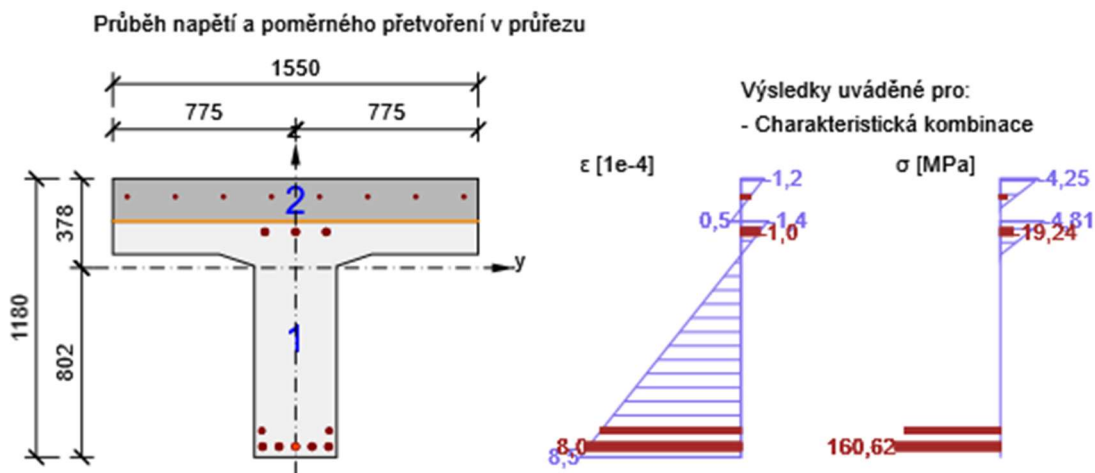
7.1.1.5 Omezení napětí

Omezení napětí

| Typ posudku | Část průřezu | Index/Část | σ [MPa] | σ_{lim} [MPa] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|-------------|-----------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|
| 7.2(5)-Char | Výztužná vložka | 3/1 | 160,62 | 144,00 | 111,5 | 90,0 | Nevyhovuje |

Podrobné posouzení výztuže

| Typ posudku | Vložka | y_i [mm] | z_i [mm] | N [kN] | M_y [kNm] | M_z [kNm] | σ [MPa] | σ_{lim} [MPa] | Hodnota [%] | Posudek |
|-----------------|--------|---------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|
| 7.2(5)-Char | 3 | 0 | -757 | -289,7 | 748,6 | 0,0 | 160,62 | 144,00 | 111,5 | Nevyhovuje |
| 7.2(5)-Char,sup | 3 | 0 | -757 | -289,7 | 748,6 | 0,0 | 160,62 | 144,00 | 111,5 | Nevyhovuje |
| 7.2(5)-Char,inf | 3 | 0 | -757 | -289,7 | 748,6 | 0,0 | 160,62 | 144,00 | 111,5 | Nevyhovuje |



7.1.2.6 Odezva N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $N_{Ed,tot}$ [kN] | $M_{Ed,y,tot}$ [kNm] | $M_{Ed,z,tot}$ [kNm] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|
| -212,1 | 1017,7 | 0,0 | 1000,0 | 90,0 | Nevyhovuje |

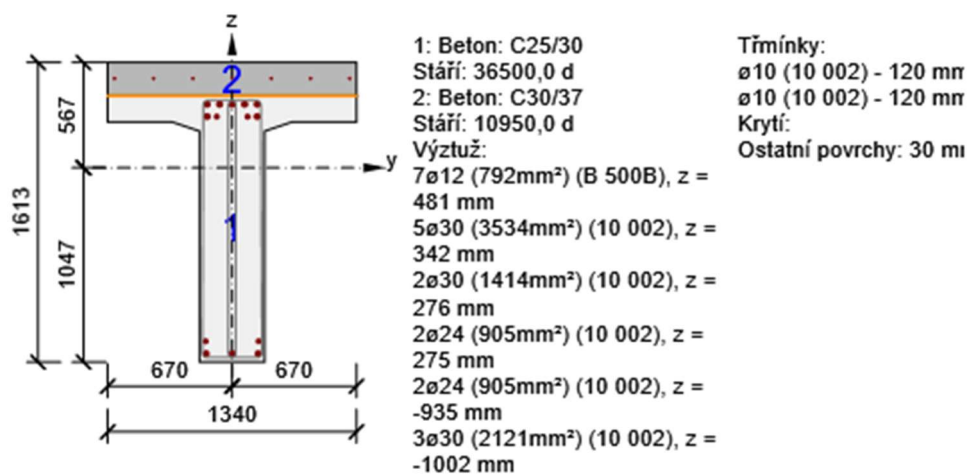
7.2 Řez Řez 6 - 25,400m

7.2.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

| Název extrému | Čas [d] | Hodnota [%] | Status posudku |
|--|---------|-------------|----------------|
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(2) - MSPCh ST(4)(169) - MSPČ ST(4)(173) - MSPK ST(4)(178) | 36500,0 | 60,1 | ✓ |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(17) - MSPCh ST(4)(180) - MSPČ ST(4)(174) - nenaplněno | 36500,0 | 54,7 | ✓ |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(42) - MSPCh ST(4)(181) - MSPČ ST(4)(175) - nenaplněno | 36500,0 | 51,2 | ✓ |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(69) - MSPCh ST(4)(182) - nenaplněno - nenaplněno | 36500,0 | 1000,0 | X |
| Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(122) - nenaplněno - nenaplněno - nenaplněno | 36500,0 | 1000,0 | X |

7.2.2 Kritický extrém Konec návrhové životnosti (36500,0d): MSÚZ ST(4)(69) - MSPCh ST(4)(182) - nenaplněno - nenaplněno

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



7.2.2.1 Souhrn

| Rozhodující typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|------------|
| Interakce | -321,1 | -2101,8 | 0,0 | 845,7 | 0,0 | 1000,0 | Nevyhovuje |
| Typ posudku | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Hodnota [%] | Posudek |
| Únosnost N-M-M | -321,1 | -2101,8 | 0,0 | | | 111,6 | Nevyhovuje |
| Smyk | -321,1 | | | 845,7 | 0,0 | 148,8 | Nevyhovuje |
| Interakce | -321,1 | -2101,8 | 0,0 | 845,7 | 0,0 | 1000,0 | Nevyhovuje |
| Omezení napětí | -312,1 | -1421,9 | 0,0 | | | 51,8 | OK |

Mezní hodnota využití průřezu: 90,0 %

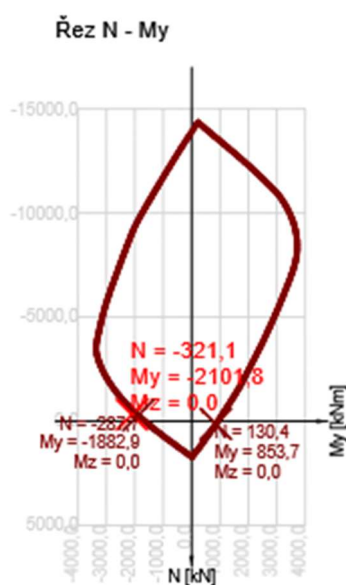
7.2.2.2 Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N_{Ed} [kN] | $M_{Ed,y}$ [kNm] | $M_{Ed,z}$ [kNm] | Typ | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|---------------------|---------------------|----------|----------------|------------|------------|
| -321,1 | -2101,8 | 0,0 | Nu-Mu-Mu | 111,6 | 90,0 | Nevyhovuje |

Návrhová únosnost při působení ohybového momentu a normálové síly

| Typ | F_{Ed} | F_{Rd1} | F_{Rd2} |
|-------------|----------|-----------|-----------|
| N [kN] | -321,1 | -287,7 | 130,4 |
| M_y [kNm] | -2101,8 | -1882,9 | 853,7 |
| M_z [kNm] | 0,0 | 0,0 | 0,0 |



7.2.2.3 Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| V_{Ed} [kN] | N_{Ed} [kN] | V_{Rd} [kN] | Posudek zóny | Článek | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|------------------|------------------|--------------|----------|----------------|------------|------------|
| 708,0 | -321,1 | 475,7 | bez redukce | 6.2.3(3) | 148,8 | 90,0 | Nevyhovuje |

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

| V_{Ed} [kN] | $V_{Rd,c}$ [kN] | $V_{Rd,max}$ [kN] | $V_{Rd,r}$ [kN] | $V_{Rd,s}$ [kN] | V_{Rd} [kN] |
|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 708,0 | 156,9 | 1536,7 | 1664,0 | 475,7 | 475,7 |

Návrhová a mezní smyková síla v náběhu

| V_{ccd} [kN] | V_{td} [kN] | F_c [kN] | F_t [kN] | $V_{Rd,s}$ [°] | V_{Rd} [°] |
|-------------------|------------------|---------------|---------------|-------------------|-----------------|
| -137,7 | 0,0 | -2114,8 | 0,0 | 3,7 | 3,7 |

Posudek smykového napětí ve spárách (6.2.5)

| Spára | v_{Edi} [MPa] | β [-] | c [-] | μ [-] | v_{Rdci} [MPa] | v_{Rdsi} [MPa] | v_{Rdi} [MPa] | Mez [%] | Posudek |
|-------|--------------------|----------------|------------|--------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|------------|
| J1 | 0,49 | 1,00 | 0,40 | 0,70 | 0,45 | 0,00 | 0,45 | 108,8 | Nevyhovuje |

Vstupní hodnoty a mezivýsledky posouzení smyku

| n_c | a_{sw} [mm ² /m] | A_{sl} [mm ²] | b_w [mm] | d [mm] | z [mm] | θ [°] | α [°] | σ_{cp}^* [MPa] | α_{cw} [-] |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 4 | 2618 | 0 | 350 | 1290 | 1161 | 45,0 | 90,0 | 0,35 | 1,03 |
| $C_{Rd,c}$ [-] | k [-] | k_1 [-] | ρ_l [-] | σ_{cp} [MPa] | σ_{wd} [MPa] | v_{min} [MPa] | v [-] | v_1 [-] | |
| 0,12 | 1,39 | 0,15 | 0,00 | 0,50 | 156,52 | 0,27 | 0,55 | 0,55 | |

7.2.2.4 Interakce

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| N_{Ed} [kN] | M_{Edy} [kNm] | M_{Edz} [kNm] | V_{Ed} [kN] | T_{Ed} [kNm] | Hodnota V+T [%] | Hodnota V+T+M [%] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|
| - 321,1 | - 2101,8 | 0,0 | 708,0 | 0,0 | 451,2 | 1000,0 | 1000,0 | 90,0 | Nevyhovuje |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (beton)

| $V_{Rd,c}$ [kN] | $T_{Rd,c}$ [kNm] | $V_{Rd,max}$ [kN] | $T_{Rd,max}$ [kNm] | rce. 6.31 [%] | rce. 6.29 [%] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------|----------------|------------|---------|
| 156,9 | 159,4 | 1536,7 | 539,4 | 451,2 | 46,1 | 46,1 | 90,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (podélná výztuž)

| A_{sl} [mm ²] | F_{sl} [kN] | $F_{sl,lim}$ [kN] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|--------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|---------|
| 9670 | 845,7 | 1982,1 | 42,7 | 90,0 | OK |

Posouzení interakce posouvající síly a kroucení (smyková výztuž)

| a_{sw} [mm ² /m] | F_{sw} [kN] | $F_{sw,lim}$ [kN] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------|------------|------------|
| 654 | - | 102,4 | 1000,0 | 90,0 | Nevyhovuje |

Posouzení interakce posouvající síly, kroucení, ohybu a normálové síly

| F_b [kN] | $\Delta F_{td,s}$ [kN] | $\Delta F_{td,t}$ [kN] | $\Delta \varepsilon_s$ [1e-4] | $\Delta \varepsilon_t$ [1e-4] | Extrém ve vložce | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|---------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------|------------|------------|
| 0,0 | 845,7 | 0,0 | - | - | 23 | 1000,0 | 90,0 | Nevyhovuje |

Podrobné posouzení výztuže

| Vložka | y_i [mm] | z_i [mm] | $\Delta \varepsilon_{st}$ [1e-4] | ε [1e-4] | ε_{lim} [1e-4] | $\Delta \sigma_{st}$ [MPa] | σ [MPa] | σ_{lim} [MPa] | Hodnota [%] | Posudek |
|--------|---------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|
| 23 | 634 | 481 | - | - | 450,0 | - | - | 419,35 | 1000,0 | Nevyhovuje |

3.2.2.5 Omezení napětí

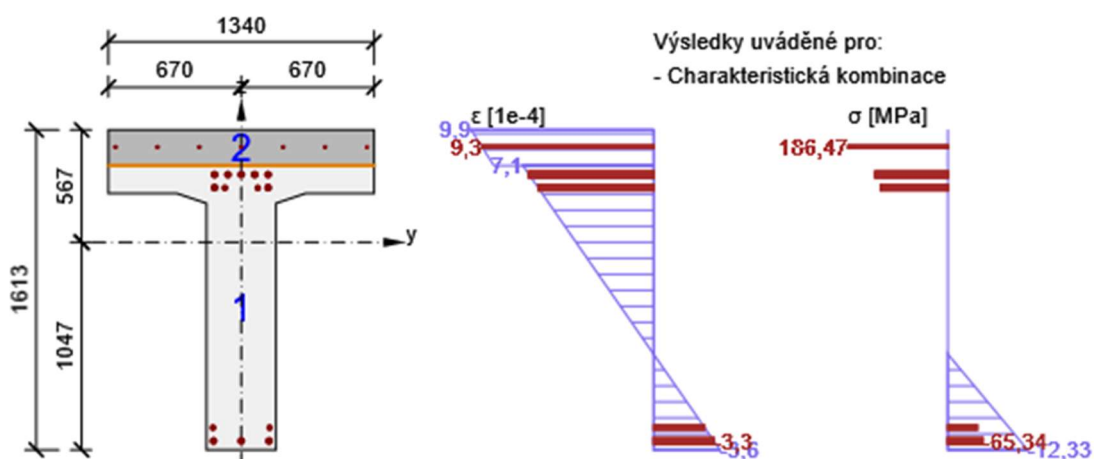
Omezení napětí

| Typ posudku | Část průřezu | Index/Část | σ [MPa] | σ_{lim} [MPa] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|-------------|-----------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------|------------|---------|
| 7.2(5)-Char | Výztužná vložka | 23/1 | 186,47 | 360,00 | 51,8 | 90,0 | OK |

Podrobné posouzení výztuže

| Typ posudku | Vložka | y_i [mm] | z_i [mm] | N [kN] | M_y [kNm] | M_z [kNm] | σ [MPa] | σ_{lim} [MPa] | Hodnota [%] | Posudek |
|-----------------|--------|---------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|----------------|---------|
| 7.2(5)-Char | 23 | 634 | 481 | - 312,1 | - 1421,9 | 0,0 | 186,47 | 360,00 | 51,8 | OK |
| 7.2(5)-Char,sup | 23 | 634 | 481 | - 312,1 | - 1421,9 | 0,0 | 186,47 | 360,00 | 51,8 | OK |
| 7.2(5)-Char,inf | 23 | 634 | 481 | - 312,1 | - 1421,9 | 0,0 | 186,47 | 360,00 | 51,8 | OK |

Průběh napětí a poměrného přetvoření v průřezu



3.2.2.6 Odezva N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

| $N_{Ed,tot}$ [kN] | $M_{Ed,y,tot}$ [kNm] | $M_{Ed,z,tot}$ [kNm] | Hodnota [%] | Mez [%] | Posudek |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------|------------|
| -321,1 | -2101,8 | 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 a diagnostického průzkumu roku 2024 . Pro návrh smykové a podélné 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