

1. Obsah

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. Obsah | 1 |
| 2. PODKLADY, NORMY, SOFTWARE | 1 |
| 3. GEOMETRIE KONSTRUKCE | 1 |
| 3.1. popis | 1 |
| 3.2. schéma modelu konstrukce | 1 |
| 3.3. Uzly | 1 |
| 3.4. Plochy | 2 |
| 3.5. Materiály | 2 |
| 4. ZATÍŽENÍ | 2 |
| 4.1. Zatěžovací stavy | 2 |
| 4.2. 1. ZS vlastní tíha | 2 |
| 4.3. 2. ZS pojezd | 2 |
| 4.3.1. schéma 2.ZS | 2 |
| 4.4. 3.+4. ZS užitné | 3 |
| 4.4.1. schéma 3.ZS | 3 |
| 4.4.2. schéma 4.ZS | 3 |
| 4.5. Kombinace | 3 |
| 4.6. Skupiny zatížení | 3 |
| 4.7. Skupiny výsledků | 3 |
| 5. NÁVRH VÝZTUŽE PRVKŮ | 4 |
| 5.1. DESKA | 4 |
| 5.1.1. Šířka trhlín (MSP) | 4 |
| 5.1.2. Šířka trhlín (MSP); UC | 13 |
| 6. ZÁVĚR | 13 |

2. PODKLADY, NORMY, SOFTWARE

Posudek byl zpracován na základě projektové dokumentace pro stavební povolení od firmy Cosequence forma s.r.o a IG průzkumu z 07/2019 od firmy symbiotechnika s.r.o.

Použité normy:

ČSN EN 1991 - Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992 - 1 - 1 - Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1997 - 1 - 1 - Navrhování geotechnických konstrukcí

Použitý software:

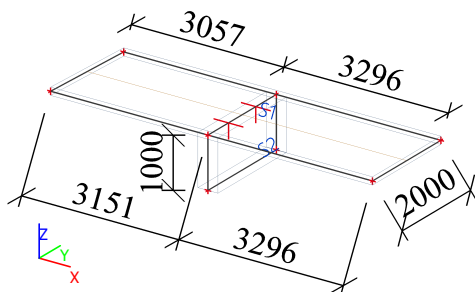
SCIA Engineer 18.1

3. GEOMETRIE KONSTRUKCE

3.1. popis

Staticky výpočet řeší návrh a posouzení železobetonové konstrukce mostku přes prolivy. Deska bude staticky spojitá o 2 polích o tl. 150mm.

3.2. schéma modelu konstrukce



3.3. Uzly

| Jméno | Souř. X [mm] | Souř. Y [mm] | Souř. Z [mm] |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| N1 | -3006,137 | -1780,229 | 0,000 |
| N2 | 3441,122 | -1780,248 | 0,000 |

| Jméno | Souř. X [mm] | Souř. Y [mm] | Souř. Z [mm] |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| N3 | 3441,122 | 219,770 | 0,000 |
| N4 | -2911,882 | 219,769 | 0,000 |

Projekt Park na Moravském náměstí

| Jméno | Souř. X [mm] | Souř. Y [mm] | Souř. Z [mm] |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| N5 | 144,972 | -1780,248 | 0,000 |
| N6 | 144,972 | 219,770 | 0,000 |
| N7 | 144,972 | -1780,238 | 0,000 |

| Jméno | Souř. X [mm] | Souř. Y [mm] | Souř. Z [mm] |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| N8 | 144,972 | 219,770 | 0,000 |
| N9 | 144,972 | 219,770 | -1000,000 |
| N10 | 144,972 | -1780,238 | -1000,000 |

3.4. Plochy

| Jméno | Vrstva | Typ | Typ prvku | Materiál | Typ tloušťky | Tl. [mm] |
|-------|--------|------------|-----------|----------|--------------|----------|
| S1 | strop | deska (90) | Standard | C30/37 | konstantní | 150 |
| S2 | základ | stěna (80) | Standard | C30/37 | konstantní | 400 |

3.5. Materiály

| Jméno | Typ | ρ [kg/m ³] | Hustota v čerstvém stavu [kg/m ³] | E_{mod} [MPa] | μ | α [m/mK] | $f_{c,k.28}$ [MPa] | Barva |
|--------|-------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|--------------------|-------|
| C30/37 | Beton | 2500,0 | 2600,0 | 3,2800e+04 | 0.2 | 0,00 | 30,00 | ■ |

Vysvětlivky symbolů

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hustota v čerstvém stavu | Hodnota hustoty v čerstvém stavu se použije pouze v případě, že je zadána sprážená deska a její vlastní tíha se zohledňuje. |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Výztuž EC2

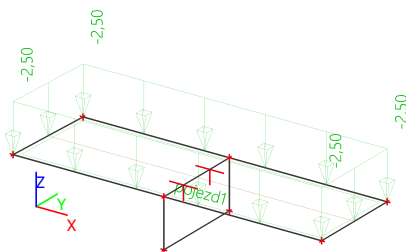
| Jméno | Typ | ρ [kg/m ³] | E_{mod} [MPa] | G_{mod} [MPa] | α [m/mK] | $f_{y,k}$ [MPa] |
|--------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| B 500B | Výztužná ocel | 7850,0 | 2,0000e+05 | 8,3333e+04 | 0,00 | 500,0 |

4. ZATÍŽENÍ**4.1. Zatěžovací stavy**

| Jméno | Popis | Typ působení | Skupina zatížení | Směr | Působení | Řídící zat. stav |
|-------|--------------------|-----------------------|------------------|------|-------------|------------------|
| | Spec | Typ zatížení | | | | |
| ZS1 | Vlastní tíha | Stálé Vlastní tíha | SZ1 | -Z | | |
| ZS2 | pojezd Standard | Proměnné Statické | SZ2 | | Střednědobé | Žádný |
| ZS3 | užitné Standard | Proměnné Statické | SZ3 | | Střednědobé | Žádný |
| ZS4 | užitné Standard | Proměnné Statické | SZ3 | | Střednědobé | Žádný |

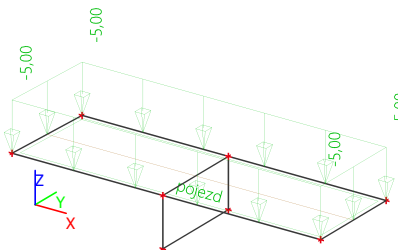
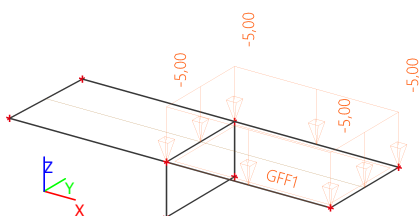
4.2. 1. ZS vlastní tíha

- vlastní tíha je generována automaticky programem

4.3. 2. ZS pojezd- aktivní zemní tlak vyvolaný pojezdem údržby po okolní ploše vozidlem do 3t - 2,5 kN/m²**4.3.1. schéma 2.ZS**

Projekt Park na Moravském náměstí**4.4. 3.+4. ZS užité**

- užité zatížení definované dle EC v kategorii C5 je 500kg/m²

4.4.1. schéma 3.ZS**4.4.2. schéma 4.ZS****4.5. Kombinace**

| Jméno | Popis | Typ | Zatěžovací stavy | Souč. [-] |
|-------------------|-------|---------------------------|--------------------|-----------|
| MSÚ-Sada B (auto) | | EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B | ZS1 - Vlastní tíha | 1,00 |
| | | | ZS2 - pojezd | 1,00 |
| | | | ZS3 - užité | 1,00 |
| | | | ZS4 - užité | 1,00 |
| MSP-Char (auto) | | EN-MSP charakteristická | ZS1 - Vlastní tíha | 1,00 |
| | | | ZS2 - pojezd | 1,00 |
| | | | ZS3 - užité | 1,00 |
| | | | ZS4 - užité | 1,00 |
| MSP-Kvazi (auto) | | EN-MSP kvazistálá | ZS1 - Vlastní tíha | 1,00 |
| | | | ZS2 - pojezd | 1,00 |
| | | | ZS3 - užité | 1,00 |
| | | | ZS4 - užité | 1,00 |

4.6. Skupiny zatížení

| Jméno | Zatížení | Vztah | Typ |
|-------|----------|----------|-----------------------|
| SZ1 | Stálé | | |
| SZ2 | Proměnné | Standard | Kat F : vozidlo <30kN |
| SZ3 | Proměnné | Výběrová | Kat C : shromáždění |

4.7. Skupiny výsledků

| Jméno | Výpis |
|-------------|-----------------------------------------------|
| GEO | MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B |
| Všechny MSU | MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B |
| Všechny MSP | MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická |
| | MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá |
| Vše MSÚ+MSP | MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B |
| | MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická |
| | MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá |
| GEO | |

5. NÁVRH VÝZTUŽE PRVKŮ

5.1. DESKA

5.1.1. Šířka trhlin (MSP)

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSP

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy

| Deska S1 | OBDÉL (1000.0; 150,0) |
|-----------------------------|-----------------------------------------|
| ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07 | Uzel 44/1052 [X=0.145m, Y=-1.38m, Z=0m] |

Nastavení výpočtu:

| | |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Norma | ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07 |
| Součinitel pro efektní výšku | Coeff _d = 0.9 |
| Procenta dlouhodobého zatížení | Coeff _{long} = 0.7 |
| Efektivní součinitel dotvarování | φ _{ef} = 2.51 |
| Pevnost pro výpočet f _{ct,eff} | f _{ctm} |
| Pevnost pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin | f _{cteff} |
| Modul pružnosti betonu | E _c |
| Limitní hodnota šířky trhlin | w _{max-} = 0.3 mm w _{max+} = 0.3 mm |

Materiál

Beton:

Beton: **C30/37**

Střední pevnost v tahu:

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

Efektivní pevnost betonu:

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu:

$$E_c = 32.8 \text{ GPa}$$

Pevnost betonu, objevila se trhlina:

$$\sigma_{\sigma} = 2.9 \text{ MPa}$$

Výztuž

Výztuž **B 500B**

Charakteristická mez kluzu:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti výztuže:

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

Charakteristické přetvoření výztuže:

$$\epsilon_{yk} = 2.5 \text{ ‰}$$

Vnitřní síly

Základní síly (těžiště), kritické

Tabulka vnitřních sil

| Stav | m _x [kNm/m] | m _y [kNm/m] | m _{xy} [kNm/m] | n _x [kN/m] | n _y [kN/m] | n _{xy} [kN/m] | v _x [kN/m] | v _y [kN/m] |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| MSP-Char (auto)/1 | -5,1 | -1,0 | 0,0 | -0,2 | -0,2 | 0,7 | 8,8 | -0,8 |
| MSP-Char (auto)/1 | -14,6 | -2,9 | 0,1 | -0,5 | -0,7 | 1,8 | 25,1 | -2,1 |
| MSP-Char (auto)/1 | -14,4 | -2,9 | 0,1 | -4,0 | -1,2 | 1,2 | 24,8 | -1,6 |

Projekt Park na Moravském náměstí

Tabulka kombinací

| Stav | Klíč kombinace |
|-------------------|------------------|
| MSP-Char (auto)/1 | ZS1 |
| MSP-Char (auto)/1 | ZS1+0.70*ZS2+ZS3 |
| MSP-Char (auto)/1 | ZS1+0.70*ZS2+ZS4 |

Tabulka 2D výztuže

| ID | Průměr d[mm] | Vzdálenost průřel s[mm] | úhel α[°] | Svislá poloha z[mm] | Materiál | f _{yk} [MPa] | E _s [GPa] |
|----|-----------------|----------------------------|--------------|------------------------|----------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | 8,0 | 100,0 | 0,0 | 36,0 | B 500B | 500,0 | 200,0 |
| 2 | 8,0 | 100,0 | 90,0 | 28,0 | B 500B | 500,0 | 200,0 |

Posudek šířky trhlin**Spodní povrch**

Směr hlavního napětí (směr pro přepočtené síly): $\alpha_\sigma = -90.6^\circ$

Obsah kombinace: ZS1

Charakteristické hodnoty: $n_{char} = -0.187$ kN/m $m_{char} = -1.02$ kNm/m

Kvazistálé hodnoty: $n_{qp} = -0.187$ kN/m $m_y = -1.02$ kNm/m

| Typ | Průřez bez trhlin |
|----------------------------------|---------------------|
| t _i [m] | $600 \cdot 10^{-6}$ |
| A _i [m ²] | 0.153 |
| S _i [m ³] | 0 |
| I _i [m ⁴] | $284 \cdot 10^{-6}$ |

Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{ct} = -0.3 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin

$$N_\sigma = \frac{f_{ct,eff}}{\frac{1}{A_i} + \frac{M_{char} \cdot 0.5 \cdot h + t_i}{N_{char} \cdot I_i}} = \frac{2.9 \cdot 10^6}{\frac{1}{0.153} + \frac{-1020 \cdot 0.5 \cdot 0.15 + 561 \cdot 10^{-6}}{-187 \cdot 284 \cdot 10^{-6}}} = 2.0 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = \frac{N_\sigma \cdot M_{char}}{N_{char}} = \frac{2006.8 \cdot -1020}{-187} = 10.9 \text{ kN}$$

Poznámka: Nedošlo ke vzniku trhlin, protože se vyskytuje pouze tlak.

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{max} = 0.3 \text{ mm}$$

(§7.3.1(5))

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{max}} = \frac{0 \text{ mm}}{0.3 \text{ mm}} = 0$$

Projekt Park na Moravském náměstí

Posouzení šířky trhlin

$$w = 0 \text{ mm} = < w_{\max} = 0.3 \text{ mm}$$

Poznámka: Posudek šířky trhlin vyhovuje, protože šířka trhlin je menší než limitní šířka.

Horní povrchSměr hlavního napětí (směr pro přepočtené síly): $\alpha_\sigma = -0.129^\circ$

Obsah kombinace: ZS1+0.70*ZS2+ZS3

Charakteristické hodnoty: $n_{\text{char}} = -0.555 \text{ kN/m}$ $m_{\text{char}} = -14.6 \text{ kNm/m}$ Kvazistálé hodnoty: $n_{\text{qp}} = -0.555 \text{ kN/m}$ $m_y = -14.6 \text{ kNm/m}$

| Typ | Průřez bez trhlin | Průřez s trhlami |
|--------------------|---------------------|----------------------|
| $t_i [\text{m}]$ | $700 \cdot 10^{-6}$ | -0.0518 |
| $A_i [\text{m}^2]$ | 0.153 | 0.0263 |
| $S_i [\text{m}^3]$ | 0 | 0 |
| $I_i [\text{m}^4]$ | $285 \cdot 10^{-6}$ | $27.8 \cdot 10^{-6}$ |

Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{\text{ct}} = 3.8 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin

$$N_\sigma = \frac{f_{\text{ct,eff}}}{\frac{1}{A_i} - \frac{M_{\text{char}} \cdot 0.5 \cdot h - t_i}{N_{\text{char}} \cdot I_i}} = \frac{2.9 \cdot 10^6}{\frac{1}{0.153} - \frac{-14568 \cdot 0.5 \cdot 0.15 - 721 \cdot 10^{-6}}{-555 \cdot 285 \cdot 10^{-6}}} = -0.4 \text{ kN}$$

$$M_\sigma = \frac{-N_\sigma \cdot M_{\text{char}}}{N_{\text{char}}} = \frac{-(-0.4) \cdot -14568}{-555} = 11.0 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{ct}} = 3.8 \text{ MPa} > \sigma_\sigma = 2.9 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Objevují se trhliny}$$

Výpočet šířky trhlin (porušený průřez)

Výška průřezu ve směru ohybové výslednice

$$h = 150 \text{ mm}$$

Výpočet efektivní výšky průřezu

$$d = 111.0 \text{ mm}$$

Výpočet výšky tlačené oblasti

$$x_r = 23.2 \text{ mm}$$

Projekt Park na Moravském náměstí

Hloubka efektivní plochy betonu v tahu

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \frac{2.5 \cdot (h - d)}{2} \right\} = \min \left\{ \frac{2.5 \cdot (0.15 - 0.1)}{2} \right\} = 75.0 \text{ mm}$$

Poznámka: Výška efektivní plochy betonu v tahu se spočte pouze jako $\min[(2.5 \cdot (h-d); h/2)]$, protože výška tlačené zóny je menší než $0,25 \cdot h$.

Efektivní plocha betonu v tahu

$$A_{c,eff} = 0.075 \text{ m}^2$$

Minimální a maximální hodnota protažení betonu

$$\varepsilon_{\max} = 2.02 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{\min} = -0.371 \text{ ‰}$$

Větší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\varepsilon_1 = \max(\varepsilon_{\min}; \varepsilon_{\max}) = \max(-0.371; 2.02) = 2.02 \text{ ‰}$$

Menší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\varepsilon_2 = 0 \text{ ‰}$$

Koeficient, který bere v úvahu rozložení napětí

$$k_2 = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2 \cdot \varepsilon_1} = \frac{(2.02 + 0)}{2 \cdot 2.02} = 0.5 \quad (7.13)$$

Součinitel trvání zatížení

$$k_t = k_{t, \text{long}} + (k_{t, \text{short}} - k_{t, \text{long}}) \cdot (1 - \text{Coeff}_{\text{long}}) = 0.4 + (0.6 - 0.4) \cdot (1 - 0.7) = 0.46 \quad (§7.3.4(2))$$

Ekvivalentní průměr podélné výztuže uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$\phi_{eq} = 8.0 \text{ mm}$$

Maximální hodnota tahového napětí ve výztuži uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$\sigma_s = 280.0 \text{ MPa}$$

Plocha výztuže uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$A_s = 503 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Poměr modulů betonu a výztuže

$$\alpha_E = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200}{33} = 6.1 \quad (§7.3.4(2))$$

Poměr výztuže uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{503 \cdot 10^{-6}}{0.075} = 6.7 \cdot 10^{-3} \quad (7.10)$$

Krytí výztuže nejblíže okraji průřezu, ve směru výslednice ohybového momentu

$$c = 35 \text{ mm}$$

Výpočet maximální osové vzdálenosti mezi pruty uvnitř oblasti $A_{c,eff}$

$$s_{\max} = 100 \text{ mm}$$

Součinitel, který zohledňuje soudržnost výztuže s betonem

$$k_1 = 0.8$$

Součinitel pro výpočet maximální vzdálenosti mezi trhlinami

$$k_3 = \min \left(3.4 \cdot \left(\frac{0.025}{c} \right)^{\frac{2}{3}} ; 3.4 \right) = \min \left(3.4 \cdot \left(\frac{0.025}{0.035} \right)^{\frac{2}{3}} ; 3.4 \right) = 2.72 \quad k_4 = 0.425 \quad (\text{ČSN } §7.3.4(3))$$

Projekt Park na Moravském náměstí

Maximální vzdálenost mezi trhlinami

$$s_{\max} = 100 \text{ mm} \leq 5 \cdot (c + 0.5 \cdot \phi_{\text{eq}}) = 195 \text{ mm} \text{ or } \rho_{\text{p,eff}} = 0, \text{ proto:}$$

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi_{\text{eq}}}{\rho_{\text{p,eff}}} = 2.72 \cdot 35 + \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 8.0}{6.7 \cdot 10^{-3}} = 298 \text{ mm} \quad (7.11)$$

Střední přetvoření ve výztuži

$$\epsilon_{\text{sm,cm}} = \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \left(\frac{f_{\text{ct,eff}}}{\rho_{\text{p,eff}}} \right) \cdot (1 + \alpha_E \cdot \rho_{\text{p,eff}})}{E_s}, \frac{0.6 \cdot \sigma_s}{E_s} \right) \quad (7.9)$$

$$= \max \left(\frac{280.0 - 0.46 \cdot \left(\frac{2.9}{6.7 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot (1 + 6.1 \cdot 6.7 \cdot 10^{-3})}{200}, \frac{0.6 \cdot 280.0}{200} \right) = 0.84 \text{ ‰}$$

Vypočtená šířka trhliny

$$w = \epsilon_{\text{sm,cm}} \cdot s_{r,\max} = 0.84 \text{ ‰} \cdot 298 \text{ mm} = 0.25 \text{ mm} \quad (7.8)$$

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{\max} = 0.3 \text{ mm} \quad (\$7.3.1(5))$$

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{\max}} = \frac{0.25 \text{ mm}}{0.3 \text{ mm}} = \mathbf{0.834}$$

Posouzení šířky trhlin

$$w = 0.25 \text{ mm} = < w_{\max} = 0.3 \text{ mm}$$

Poznámka: Posudek šířky trhlin vyhovuje, protože šířka trhlin je menší než limitní šířka.

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Deska S1 | OBDÉL (1000.0; 150.0) |
| ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07 | Uzel 47/1047 [X=0.145m, Y=-0.78m, Z=0m] |

Nastavení výpočtu:

| | |
|------------------------------------------------|-----------------------------|
| Norma | ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07 |
| Součinitel pro efektní výšku | Coeff _d = 0.9 |
| Procenta dlouhodobého zatížení | Coeff _{long} = 0.7 |
| Efektivní součinitel dotvarování | φ _{ef} = 2.51 |
| Pevnost pro výpočet f _{ct,eff} | f _{ctm} |
| Pevnost pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin | f _{ct,eff} |
| Modul pružnosti betonu | E _c |
| Limitní hodnota šířky trhlin | w _{max-} = 0.3 mm |
| | w _{max+} = 0.3 mm |

Materiál

Beton:

Beton: **C30/37**

Střední pevnost v tahu:

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

Efektivní pevnost betonu:

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu:

$$E_c = 32.8 \text{ GPa}$$

Pevnost betonu, objevila se trhliny:

$$\sigma_{cr} = 2.9 \text{ MPa}$$

Výztuž

Výztuž **B 500B**

Charakteristická mez kluzu:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti výztuže:

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

Charakteristické přetvoření výztuže:

$$\epsilon_{yk} = 2.5 \text{ ‰}$$

Vnitřní síly

Základní síly (těžiště), kritické

Tabulka vnitřních sil

| Stav | m_x [kNm/m] | m_y [kNm/m] | m_{xy} [kNm/m] | n_x [kN/m] | n_y [kN/m] | n_{xy} [kN/m] | v_x [kN/m] | v_y [kN/m] |
|-------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| MSP-Char (auto)/1 | -5,0 | -1,0 | 0,0 | -0,4 | 0,7 | 0,0 | 7,5 | 0,0 |
| MSP-Char (auto)/1 | -14,2 | -2,8 | 0,0 | -1,2 | 1,7 | 0,0 | 21,1 | 0,1 |
| MSP-Char (auto)/1 | -11,7 | -2,3 | 0,0 | -3,9 | 0,4 | 0,0 | 17,5 | 0,0 |
| MSP-Char (auto)/1 | -14,0 | -2,8 | 0,0 | -4,1 | 0,6 | 0,0 | 21,1 | 0,0 |

Tabulka kombinací

| Stav | Klíč kombinace |
|-------------------|------------------|
| MSP-Char (auto)/1 | ZS1 |
| MSP-Char (auto)/1 | ZS1+0.70*ZS2+ZS3 |
| MSP-Char (auto)/1 | ZS1+ZS4 |
| MSP-Char (auto)/1 | ZS1+0.70*ZS2+ZS4 |

Tabulka 2D výztuže

| ID | Průměr d[mm] | Vzdálenost prutů s[mm] | Úhel α [°] | Svislá poloha z[mm] | Materiál | f_{yk} [MPa] | E_s [GPa] |
|----|-----------------|---------------------------|----------------------|------------------------|----------|-------------------|----------------|
| 1 | 8,0 | 100,0 | 0,0 | 36,0 | B 500B | 500,0 | 200,0 |
| 2 | 8,0 | 100,0 | 90,0 | 28,0 | B 500B | 500,0 | 200,0 |

Posudek šířky trhlin

Spodní povrch

Směr hlavního napětí (směr pro přepočtené síly): $\alpha_\sigma = -90^\circ$

Obsah kombinace: ZS1

Charakteristické hodnoty: $n_{char} = 0.692 \text{ kN/m}$ $m_{char} = -1 \text{ kNm/m}$

Kvazistálé hodnoty: $n_{qp} = 0.692 \text{ kN/m}$ $m_y = -1 \text{ kNm/m}$

Projekt Park na Moravském náměstí

| Typ | Průřez bez trhlin |
|-------------------------|---------------------|
| t_i [m] | $600 \cdot 10^{-6}$ |
| A_i [m ²] | 0.153 |
| S_i [m ³] | 0 |
| I_i [m ⁴] | $284 \cdot 10^{-6}$ |

Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{ct} = -0.3 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin

$$N_{cr} = \frac{f_{ct,eff}}{\frac{1}{A_i} + \frac{M_{char} \cdot 0.5 \cdot h + t_i}{N_{char} \cdot I_i}} = \frac{2.9 \cdot 10^6}{\frac{1}{0.153} + \frac{-1004 \cdot 0.5 \cdot 0.15 + 561 \cdot 10^{-6}}{692 \cdot 284 \cdot 10^{-6}}} = -7.7 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = \frac{N_{cr} \cdot M_{char}}{N_{char}} = \frac{-7687.9 \cdot -1004}{692} = 11.2 \text{ kN}$$

Poznámka: Nedošlo ke vzniku trhlin, protože se vyskytuje pouze tlak.

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{max} = 0.3 \text{ mm}$$

(\$7.3.1(5))

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{max}} = \frac{0 \text{ mm}}{0.3 \text{ mm}} = 0$$

Posouzení šířky trhlin

$$w = 0 \text{ mm} = < w_{max} = 0.3 \text{ mm}$$

Poznámka: Posudek šířky trhlin vyhovuje, protože šířka trhlin je menší než limitní šířka.

Horní povrchSměr hlavního napětí (směr pro přepočtené síly): $\alpha_\sigma = 0.0379^\circ$

Obsah kombinace: ZS1+0.70*ZS2+ZS3

Charakteristické hodnoty: $n_{char} = -1.17 \text{ kN/m}$ $m_{char} = -14.2 \text{ kNm/m}$ Kvazistálé hodnoty: $n_{qp} = -1.17 \text{ kN/m}$ $m_y = -14.2 \text{ kNm/m}$

| Typ | Průřez bez trhlin | Průřez s trhlami |
|-------------------------|---------------------|----------------------|
| t_i [m] | $700 \cdot 10^{-6}$ | -0.0518 |
| A_i [m ²] | 0.153 | 0.0264 |
| S_i [m ³] | 0 | 0 |
| I_i [m ⁴] | $285 \cdot 10^{-6}$ | $27.8 \cdot 10^{-6}$ |

Projekt Park na Moravském náměstí**Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)**

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{ct} = 3.7 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin

$$N_{\sigma} = \frac{f_{ct,eff}}{\frac{1}{A_i} - \frac{M_{char} \cdot 0.5 \cdot h - t_i}{N_{char} \cdot l_i}} = \frac{2.9 \cdot 10^6}{\frac{1}{0.153} - \frac{-14163 \cdot 0.5 \cdot 0.15 - 721 \cdot 10^{-6}}{-1170 \cdot 285 \cdot 10^{-6}}} = -0.9 \text{ kN}$$

$$M_{\sigma} = \frac{-N_{\sigma} \cdot M_{char}}{N_{char}} = \frac{-(-0.9) \cdot (-14163)}{-1170} = 11.0 \text{ kN}$$

$$\sigma_{ct} = 3.7 \text{ MPa} > \sigma_{\sigma} = 2.9 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Objevují se trhliny}$$

Výpočet šířky trhlin (porušený průřez)

Výška průřezu ve směru ohybové výslednice

$$h = 150 \text{ mm}$$

Výpočet efektivní výšky průřezu

$$d = 111.0 \text{ mm}$$

Výpočet výšky tlačené oblasti

$$x_r = 23.3 \text{ mm}$$

Hloubka efektivní plochy betonu v tahu

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \frac{2.5 \cdot (h - d)}{2} \right\} = \min \left\{ \frac{2.5 \cdot (0.15 - 0.11)}{2} \right\} = 75.0 \text{ mm}$$

Poznámka: Výška efektivní plochy betonu v tahu se spočte pouze jako $\min[2.5 \cdot (h-d); h/2]$, protože výška tlačené zóny je menší než $0.25 \cdot h$.

Efektivní plocha betonu v tahu

$$A_{c,eff} = 0.075 \text{ m}^2$$

Minimální a maximální hodnota protažení betonu

$$\varepsilon_{max} = 1.96 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{min} = -0.36 \text{ ‰}$$

Větší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\varepsilon_1 = \max(\varepsilon_{min}; \varepsilon_{max}) = \max(-0.36; 1.96) = 1.96 \text{ ‰}$$

Menší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\varepsilon_2 = 0 \text{ ‰}$$

Koeficient, který bere v úvahu rozložení napětí

$$k_2 = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2 \cdot \varepsilon_1} = \frac{(1.96 + 0)}{2 \cdot 1.96} = 0.5 \quad (7.13)$$

Součinitel trvání zatížení

$$k_t = k_{t,long} + (k_{t,short} - k_{t,long}) \cdot (1 - \text{Coeff}_{long}) = 0.4 + (0.6 - 0.4) \cdot (1 - 0.7) = 0.46 \quad (§7.3.4(2))$$

Ekvivalentní průměr podélné výztuže uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$\phi_{eq} = 8.0 \text{ mm}$$

Maximální hodnota tahového napětí ve výztuži uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$\sigma_s = 271.4 \text{ MPa}$$

Plocha výztuže uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$A_s = 503 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Projekt Park na Moravském náměstí

Poměr modulů betonu a výztuže

$$\alpha_E = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200}{33} = 6.1 \quad (\S 7.3.4(2))$$

Poměr výztuže uvnitř plochy $A_{c,eff}$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{503 \cdot 10^{-6}}{0.075} = 6.7 \cdot 10^{-3} \quad (7.10)$$

Krytí výztuže nejbliž okraji průřezu, ve směru výslednice ohybového momentu

$$c = 35 \text{ mm}$$

Výpočet maximální osové vzdálenosti mezi pruty uvnitř oblasti $A_{c,eff}$

$$s_{max} = 100 \text{ mm}$$

Součinitel, který zohledňuje soudržnost výztuže s betonem

$$k_1 = 0.8$$

Součinitel pro výpočet maximální vzdálenosti mezi trhlinami

$$k_3 = \min \left(3.4 \cdot \left(\frac{0.025}{c} \right)^{\frac{2}{3}} ; 3.4 \right) = \min \left(3.4 \cdot \left(\frac{0.025}{0.035} \right)^{\frac{2}{3}} ; 3.4 \right) = 2.72 \quad k_4 = 0.425 \quad (\text{ČSN } \S 7.3.4(3))$$

Maximální vzdálenost mezi trhlinami

$$s_{max} = 100 \text{ mm} \leq 5 \cdot (c + 0.5 \cdot \phi_{eq}) = 195 \text{ mm} \text{ or } \rho_{p,eff} = 0, \text{ proto:}$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi_{eq}}{\rho_{p,eff}} = 2.72 \cdot 35 + \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 8.0}{6.7 \cdot 10^{-3}} = 298 \text{ mm} \quad (7.11)$$

Střední přetvoření ve výztuži

$$\epsilon_{sm,cm} = \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \left(\frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \right) \cdot (1 + \alpha_E \cdot \rho_{p,eff})}{E_s}, \frac{0.6 \cdot \sigma_s}{E_s} \right) \quad (7.9)$$

$$= \max \left(\frac{271.4 - 0.46 \cdot \left(\frac{2.9}{6.7 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot (1 + 6.1 \cdot 6.7 \cdot 10^{-3})}{200}, \frac{0.6 \cdot 271.4}{200} \right) = 0.814 \text{ ‰}$$

Vypočtená šířka trhliny

$$w = \epsilon_{sm,cm} \cdot s_{r,max} = 0.814 \text{ ‰} \cdot 298 \text{ mm} = 0.243 \text{ mm} \quad (7.8)$$

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{max} = 0.3 \text{ mm} \quad (\S 7.3.1(5))$$

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{max}} = \frac{0.243 \text{ mm}}{0.3 \text{ mm}} = \mathbf{0.809}$$

Posouzení šířky trhlin

$$\mathbf{w = 0.243 \text{ mm} = < w_{max} = 0.3 \text{ mm}}$$

Poznámka: Posudek šířky trhlin vyhovuje, protože šířka trhlin je menší než limitní šířka.

5.1.2. Šířka trhlin (MSP); UC

Hodnoty: UC

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSP

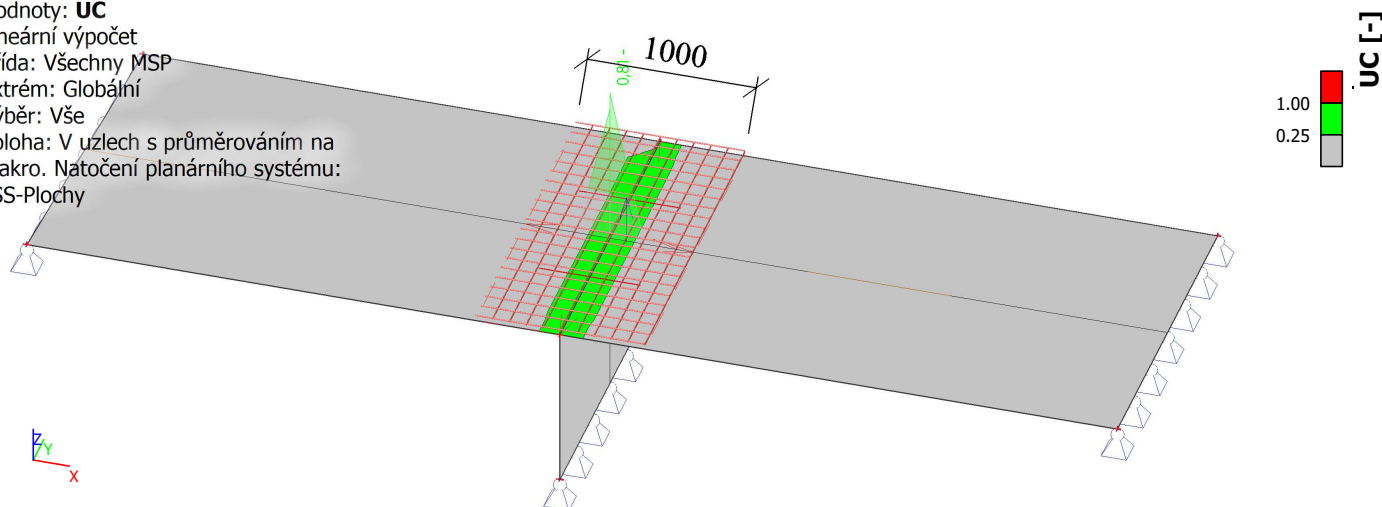
Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Natočení planárního systému:

LSS-Plochy



6. ZÁVĚR

Deska bude vyztužena u horního povrchu svařovanou sítí s oky R8x100/100 v pásu 1m nad střenou podporou. Ostatní oblasti horního povrchu budou vyztuženy sítí R5x150/150.

Základ pod deskou bude tl. 400mm do nezámrazné hloubky cca 1m z prostého betonu třídy min. C20/25, deska bude z betonu třídy C30/37 XC4/XF4.

Konstrukce je naržena v souladu s veškerými normami, předpisy a požadavky zadavatele na funkčnost. Konstrukce je stabilní a dostatečně únosná na veškerá zatížení, která budou na ni vyvozována.

Statický výpočet je zpracován pro stupeň určený na stavební povolení, podrobná dokumentace s výkresy tvaru a výkresy výztuže bude zpracovávána v dalším stupni projektové dokumentace.

V Brně dne 11.09.2020