

Příloha 2



Statická analýza konstrukce ve SCIA ENGINEER UKÁZKA VÝSTUPŮ

V rámci bakalářské práce byl vytvořen 3D prostorový model celé konstrukce a 3D model desky 1.NP, z nichž byly získány vnitřní síly pro následné dimenzování a posouzení konstrukce. Součástí této přílohy jsou ukázky výstupů jednotlivých výpočtů. Byl proveden výpočet pro šířku trhliny s krátkodobými a dlouhodobými průřezovými charakteristikami a také výpočet normově závislého průhybu desky.

Název bakalářské práce:	Administrativní budova, Praha – Ruzyně
Vedoucí bakalářské práce:	Ing. Hana Hanzlová CSc.
Vypracovala:	Adéla Milotová

Šířka trhlin (MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-kvazi (auto)

Extrém: Globální

Výběr: S24

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť

Deska S24

h=250 mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 882/2991 [X= 19,355, Y=5,575, Z=3,000 m]

Nastavení výpočtu:

Norma	ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07
Součinitel pro efektní výšku	Coeff _d = 0.9
Procenta dlouhodobého zatížení	Coeff _{long} = 1
Efektivní součinitel dotvarování	φ _{ef} = 1.9
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-} = 0.4 mm w _{max+} = 0.4 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:

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

Pevnost betonu, objevila se trhlina:

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

Výztuž

Výztuž **B 500B**

Charakteristická mez kluzu:

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

Modul pružnosti výztuže:

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

Charakteristické přetvoření výztuže:

$$\varepsilon_{yk} = 2.5 \text{ ‰}$$

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-kvazi (auto)/1	-25,20	-5,02	0,00	0,00	0,00	0,00	26,02	-0,54
MSP-kvazi (auto)/2	-29,52	-5,88	0,00	0,00	0,00	0,00	30,47	-0,63

Tabulka kombinací

Stav	Klíč kombinace
MSP-kvazi (auto)/1	ZS1+ZS2
MSP-kvazi (auto)/2	ZS1+ZS2+0.30*ZS4

Studentská verze

Tabulka 2D výztuže

Typ výztuže: User

ID	Průměr d[mm]	Vzdálenost průřelů s[mm]	Úhel průřelů α [°]	Svislá poloha z[mm]	Materiál	f_{yk} [MPa]	E_s [GPa]
1	10,0	130,0	0,0	95,0	B 500B	500,0	200,0
2	10,0	130,0	90,0	95,0	B 500B	500,0	200,0
3	10,0	130,0	90,0	-89,0	B 500B	500,0	200,0
4	6,0	130,0	0,0	-97,0	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+ZS2

Charakteristické hodnoty: $n_{char} = 50 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_{char} = -5.02$ kNm/m

Kvazistálé hodnoty: $n_{qp} = 50 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_y = -5.02$ kNm/m

Typ	Průřez bez trhlin
t_i [m]	$100 \cdot 10^{-6}$
A_i [m ²]	0.258
S_i [m ³]	0
I_i [m ⁴]	$1.37 \cdot 10^{-3}$

Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{ct} = -0.5 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin:

$$N_{cr} = 0.0 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ct,eff} \cdot I_i}{0.5 \cdot h + t_i} = \frac{2.9 \cdot 10^6 \cdot 1.37 \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 0.25 + 0} = 31.7 \text{ kNm}$$

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

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{max} = 0.4 \text{ mm}$$

(§7.3.1(5))

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{max}} = \frac{0}{0.4} = 0$$

Posouzení šířky trhlin

$$w = 0 \text{ mm} = < w_{max} = 0.4 \text{ mm}$$

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

Horní povrch

Směr hlavního napětí (směr pro přepočtené síly): $\alpha_\sigma = 4.83 \cdot 10^{-3}^\circ$

Obsah kombinace: ZS1+ZS2+0.30*ZS4

Charakteristické hodnoty: $n_{char} = -10 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_{char} = -39.6$ kNm/m

Kvazistálé hodnoty: $n_{qp} = -10 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_y = -29.5$ kNm/m

Studentská verze

Typ	Průřez bez trhlin	Průřez s trhlinami
t_i [m]	$900 \cdot 10^{-6}$	-0.0881
A_i [m ²]	0.255	0.042
S_i [m ³]	0	0
I_i [m ⁴]	$1.35 \cdot 10^{-3}$	$143 \cdot 10^{-6}$

Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{ct} = 3.6 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin

$$N_{cr} = 0.0 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ct,eff} \cdot I_i}{0.5 \cdot h - t_i} = \frac{2.9 \cdot 10^6 \cdot 1.35 \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 0.25 - 889 \cdot 10^{-6}} = 31.5 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{ct} = 3.6 \text{ MPa} > \sigma_{cr} = 2.9 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Objevují se trhliny}$$

Výpočet šířky trhlin (porušený průřez)

Výška průřezu ve směru ohybové výslednice

$$h = 250 \text{ mm}$$

Výpočet efektivní výšky průřezu

$$d = 220 \text{ mm}$$

Výpočet výšky tlačené oblasti

$$x_r = 37 \text{ mm}$$

Hloubka efektivní plochy betonu v tahu

$$h_{c,ef} = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} 2.5 \cdot (h - d) \\ \frac{h}{2} \end{array} \right\} = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} 2.5 \cdot (250 - 220) \\ \frac{250}{2} \end{array} \right\} = 75 \text{ mm}$$

Poznámka: Výška efektivní plochy betonu v tahu se spočte pouze jako $\text{MIN}[(2.5 \cdot (h-d); h/2)]$ protože výška tlačené zóny je menší než $0,25 \cdot h$ nebo $(h-x_r)/3$ je příliš malá.

Efektivní plocha betonu v tahu

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

Minimální a maximální hodnota protažení betonu

$$\epsilon_{max} = 1.37 \text{ ‰} \quad \epsilon_{min} = -0.237 \text{ ‰}$$

Větší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\epsilon_1 = \max(\epsilon_{min}; \epsilon_{max}) = \max(-0.237; 1.37) = 1.37 \text{ ‰}$$

Menší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\epsilon_2 = 0 \text{ ‰}$$

Koeficient, který bere v úvahu rozložení napětí

$$k_2 = \frac{(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{2 \cdot \epsilon_1} = \frac{(1.37 + 0)}{2 \cdot 1.37} = 0.5 \tag{7.13}$$

Součinitel trvání zatížení

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

Studentská verze

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

$$\phi_{eq} = 10.0 \text{ mm} \quad (7.12)$$

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

$$\sigma_s = 235.5 \text{ MPa}$$

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

$$A_s = 604 \text{ mm}^2$$

Poměr modulů betonu a výztuže

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{32000} = 6.25 \quad (§7.3.4(2))$$

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

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{604}{75000} = 0.0081 \quad (7.10)$$

Krytí výztuže nejbliž okraji průřezu, ve směru výslednice ohybového momentu

$$c = 25 \text{ mm}$$

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

$$s_{max} = 130 \text{ mm}$$

Součinitel, který zohledňuje soudržnost výztuže s betonem

$$k_1 = 0.8$$

Součinitel pro výpočet maximální vzdálenosti mezi trhlinami

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

Maximální vzdálenost mezi trhlinami

$$s_{max} = 130 \text{ mm} \leq 5 \cdot (c + 0.5 \cdot \phi_{eq}) = 150 \text{ mm} \text{ or } \rho_{p,eff} = 0, \text{ proto:}$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi_{eq}}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 0.03 + \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 0.01}{0.0081} = 296 \text{ mm} \quad (7.11)$$

Střední přetvoření ve výztuži

$$\begin{aligned} \epsilon_{sm_ \epsilon_{cm}} &= \max\left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \left(\frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}\right) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s}; \frac{0.6 \cdot \sigma_s}{E_s}\right) \\ &= \max\left(\frac{235.5 - 0.4 \cdot \left(\frac{2.9}{0.0081}\right) \cdot (1 + 6.25 \cdot 0.0081)}{200000}; \frac{0.6 \cdot 235.5}{200000}\right) = 0.707 \text{ ‰} \end{aligned} \quad (7.9)$$

Vypočtená šířka trhliny

$$w_k = s_{r,max} \cdot \epsilon_{sm_ \epsilon_{cm}} = 296 \text{ mm} \cdot 0.707 \text{ ‰} = 0.209 \text{ mm} \quad (7.8)$$

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{max} = 0.4 \text{ mm} \quad (§7.3.1(5))$$

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{max}} = \frac{0.209}{0.4} = \mathbf{0.523}$$

Posouzení šířky trhlin

$$w = \mathbf{0.209 \text{ mm}} = < w_{max} = \mathbf{0.4 \text{ mm}}$$

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

Šířka trhlin (MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-kvazi (auto)

Extrém: Globální

Výběr: S24

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Deska S24

h=250 mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 882/2991 [X= 19,355, Y=5,575, Z=3,000 m]

Nastavení výpočtu:

Norma	ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07
Součinitel pro efektní výšku	Coeff _d = 0.9
Procenta dlouhodobého zatížení	Coeff _{long} = 1
Efektivní součinitel dotvarování	φ _{ef} = 1.9
Pevnost pro výpočet f _{ct,eff}	f _{ctm}
Pevnost pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin	f _{cteff}
Modul pružnosti betonu	E _{ceff}
Limitní hodnota šířky trhlin	w _{max-} = 0.4 mm w _{max+} = 0.4 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:

$$E_c = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi_{ef}} = \frac{32 \cdot 10^9}{1 + 1.9} = 11 \text{ GPa}$$

(3.23, 5.27)

Pevnost betonu, objevila se trhlina:

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

Výztuž

Výztuž **B 500B**

Charakteristická mez kluzu:

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

Modul pružnosti výztuže:

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

Charakteristické pretvoření výztuže:

$$\varepsilon_{yk} = 2.5 \text{ ‰}$$

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-kvazi (auto)/1	-25,20	-5,02	0,00	0,00	0,00	0,00	26,02	-0,54
MSP-kvazi (auto)/2	-29,52	-5,88	0,00	0,00	0,00	0,00	30,47	-0,63

Tabulka kombinací

Stav	Klíč kombinace
MSP-kvazi (auto)/1	ZS1+ZS2
MSP-kvazi (auto)/2	ZS1+ZS2+0.30*ZS4

Studentská verze

Tabulka 2D výztuže

Typ výztuže: User

ID	Průměr d[mm]	Vzdálenost průřezů s[mm]	Úhel průřezu α[°]	Svislá poloha z[mm]	Materiál	f _{yk} [MPa]	E _s [GPa]
1	10,0	130,0	0,0	95,0	B 500B	500,0	200,0
2	10,0	130,0	90,0	95,0	B 500B	500,0	200,0
3	10,0	130,0	90,0	-85,0	B 500B	500,0	200,0
4	10,0	130,0	0,0	-95,0	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+ZS2

Charakteristické hodnoty: $n_{char} = 50 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_{char} = -5.02$ kNm/m

Kvazistálé hodnoty: $n_{qp} = 50 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_y = -5.02$ kNm/m

Typ	Průřez bez trhlin
t _i [m]	400·10 ⁻⁶
A _i [m ²]	0.272
S _i [m ³]	0
I _i [m ⁴]	1.48·10 ⁻³

Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{ct} = -0.4 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin:

$$N_{cr} = 0.0 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ct,eff} \cdot I_i}{0.5 \cdot h + t_i} = \frac{2.9 \cdot 10^6 \cdot 1.48 \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 0.25 + 403 \cdot 10^{-6}} = 34.2 \text{ kNm}$$

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

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{max} = 0.4 \text{ mm}$$

(§7.3.1(5))

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{max}} = \frac{0}{0.4} = 0$$

Posouzení šířky trhlin

$$w = 0 \text{ mm} = < w_{max} = 0.4 \text{ mm}$$

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

Horní povrch

Směr hlavního napětí (směr pro přepočtené síly): $\alpha_\sigma = 4.83 \cdot 10^{-3}^\circ$

Obsah kombinace: ZS1+ZS2+0.30*ZS4

Charakteristické hodnoty: $n_{char} = -10 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_{char} = -39.6$ kNm/m

Kvazistálé hodnoty: $n_{qp} = -10 \cdot 10^{-9}$ kN/m $m_y = -29.5$ kNm/m

Typ	Průřez bez trhlin	Průřez s trhlinami
t_i [m]	0	-0,0697
A_i [m ²]	0,272	0,0772
S_i [m ³]	0	0
I_i [m ⁴]	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$360 \cdot 10^{-6}$

Výpočet síly na mezi vzniku trhlin (neporušený průřez)

Maximální napětí v betonu

$$\sigma_{ct} = 3.3 \text{ MPa}$$

Síly pro vznik trhlin

$$N_{cr} = 0.0 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ct,eff} \cdot I_i}{0.5 \cdot h - t_i} = \frac{2.9 \cdot 10^6 \cdot 1.5 \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 0.25 - 0} = 34.8 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{ct} = 3.3 \text{ MPa} > \sigma_{cr} = 2.9 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Objevují se trhliny}$$

Výpočet šířky trhlin (porušený průřez)

Výška průřezu ve směru ohybové výslednice

$$h = 250 \text{ mm}$$

Výpočet efektivní výšky průřezu

$$d = 220 \text{ mm}$$

Výpočet výšky tlačené oblasti

$$x_r = 55 \text{ mm}$$

Hloubka efektivní plochy betonu v tahu

$$h_{c,ef} = \text{Min} \left\{ \frac{2.5 \cdot (h - d)}{2} \right\} = \text{Min} \left\{ \frac{2.5 \cdot (250 - 220)}{2} \right\} = 75 \text{ mm}$$

Poznámka: Výška efektivní plochy betonu v tahu se spočte pouze jako $\text{MIN}[(2.5 \cdot (h-d)); h/2]$ protože výška tlačené zóny je menší než $0,25 \cdot h$ nebo $(h-x_r)/3$ je příliš malá.

Efektivní plocha betonu v tahu

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

Minimální a maximální hodnota protažení betonu

$$\varepsilon_{max} = 1.45 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{min} = -0.41 \text{ ‰}$$

Větší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\varepsilon_1 = \max(\varepsilon_{min}; \varepsilon_{max}) = \max(-0.41; 1.45) = 1.45 \text{ ‰}$$

Menší hodnota tahového přetvoření betonu

$$\varepsilon_2 = 0 \text{ ‰}$$

Koeficient, který bere v úvahu rozložení napětí

$$k_2 = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2 \cdot \varepsilon_1} = \frac{(1.45 + 0)}{2 \cdot 1.45} = 0.5 \tag{7.13}$$

Součinitel trvání zatížení

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

Studentská verze

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

$$\phi_{eq} = 10.0 \text{ mm} \quad (7.12)$$

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

$$\sigma_s = 244.5 \text{ MPa}$$

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

$$A_s = 604 \text{ mm}^2$$

Poměr modulů betonu a výztuže

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{11034} = 18.1 \quad (\$7.3.4(2))$$

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

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{604}{75000} = 0.0081 \quad (7.10)$$

Krytí výztuže nejbliž okraji průřezu, ve směru výslednice ohybového momentu

$$c = 25 \text{ mm}$$

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

$$s_{max} = 130 \text{ mm}$$

Součinitel, který zohledňuje soudržnost výztuže s betonem

$$k_1 = 0.8$$

Součinitel pro výpočet maximální vzdálenosti mezi trhlinami

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

Maximální vzdálenost mezi trhlinami

$$s_{max} = 130 \text{ mm} \leq 5 \cdot (c + 0.5 \cdot \phi_{eq}) = 150 \text{ mm} \text{ or } \rho_{p,eff} = 0, \text{ proto:}$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi_{eq}}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 0.03 + \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 0.01}{0.0081} = 296 \text{ mm} \quad (7.11)$$

Střední přetvoření ve výztuži

$$\begin{aligned} \epsilon_{sm_} \epsilon_{cm} &= \max\left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \left(\frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}\right) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s}; \frac{0.6 \cdot \sigma_s}{E_s}\right) \\ &= \max\left(\frac{244.5 - 0.4 \cdot \left(\frac{2.9}{0.0081}\right) \cdot (1 + 18.1 \cdot 0.0081)}{200000}; \frac{0.6 \cdot 244.5}{200000}\right) = 0.734 \text{ ‰} \end{aligned} \quad (7.9)$$

Vypočtená šířka trhliny

$$w_k = s_{r,max} \cdot \epsilon_{sm_} \epsilon_{cm} = 296 \text{ mm} \cdot 0.734 \text{ ‰} = 0.217 \text{ mm} \quad (7.8)$$

Limitní hodnota šířky trhlin

$$w_{max} = 0.4 \text{ mm} \quad (\$7.3.1(5))$$

Výpočet jednotkového posouzení

$$UC = \frac{w}{w_{max}} = \frac{0.217}{0.4} = \mathbf{0.543}$$

Posouzení šířky trhlin

$$\mathbf{w = 0.217 \text{ mm} = < w_{max} = 0.4 \text{ mm}}$$

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

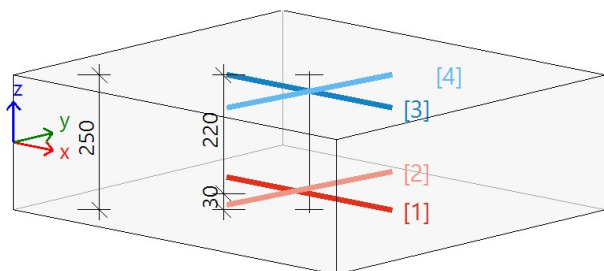
Normově závislý průhyb

Deska S24

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

h=250 mm

Uzel 3053/2512 [X= 25,813, Y=5,663, Z=3,000 m]



Návrhová šířka: $b = 1,0 \text{ m}$

Beton: C30/37

Třída prostředí: XC1

Součinitel dotvarování: $\varphi = 2,27$

Přetvoření od smršťování: $\epsilon_{cs} = 0,43 \text{ ‰}$

Krytí: 25 mm (horní); 25 mm (spodní)

Výztuž

Type: Uživatelem definované

[1] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=0^\circ$, $z=-95 \text{ mm}$

[2] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=90^\circ$, $z=-85 \text{ mm}$

[3] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=0^\circ$, $z=95 \text{ mm}$

[4] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=90^\circ$, $z=95 \text{ mm}$

Vstupní parametry

Součinitel dotvarování: $\varphi = 2.27$ (Automaticky), $t_0 = 28 \text{ dnů}$, $t = 18250 \text{ dnů}$, $RH = 50 \text{ ‰}$

Přetvoření od smršťování: $\epsilon_{cs(t,t_s)} = 4.32 \cdot 10^{-4}$ (Automaticky), $t_s = 7 \text{ dnů}$, $t = 18250 \text{ dnů}$, $RH = 50 \text{ ‰}$

Součinitel pro zvětšení množství výztuže: $\text{Coeff}_{\text{reinf}} = 1$

Typ součinitele proměnného zatížení pro výpočet průhybu od dotvarování: ψ_2

Typ pevnosti pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin: $f_{ct,eff} = f_{ctm}$

Hodnota pevnosti pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin: $f_{ct,eff}$

Kombinace

Typ kombinace: Automaticky

Typ kombinace	Jméno	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]
Okamžitá	MSP-kvazi (auto)/1	-4,08	-14,42	0,24	10,75	24,92	0,00
Okamžitý(char)	MSP-kvazi (auto)/1	-5,58	-19,33	0,33	14,43	33,42	0,00
Dotvarování	MSP-kvazi (auto)/1	-4,08	-14,42	0,24	10,75	24,92	0,00
Dotvarování(char)	MSP-kvazi (auto)/1	-5,58	-19,33	0,33	14,43	33,42	0,00
Celkový/ Krátkodobý	MSP-kvazi (auto)/1	-4,08	-14,42	0,24	10,75	24,92	0,00
Celkový/krátkodobý(char)	MSP-kvazi (auto)/1	-5,58	-19,33	0,33	14,43	33,42	0,00

*char - kombinace, která se použije pro určení, jestli je průřez porušen trhlinami nebo ne.

Klíč kombinace

MSP-kvazi (auto)/1 _imm	ZS1 + ZS2 + 0.30*ZS4
MSP-kvazi (auto)/1 _imm	ZS1 + ZS2 + ZS4
MSP-kvazi (auto)/1 _creep	ZS1 + ZS2 + 0.30*ZS4
MSP-kvazi (auto)/1 _creep	ZS1 + ZS2 + ZS4
MSP-kvazi (auto)/1 _tot	ZS1 + ZS2 + 0.30*ZS4
MSP-kvazi (auto)/1 _tot	ZS1 + ZS2 + ZS4

Studentská verze

Tuhost

Okamžitý průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = -90^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_imm	-14,42	24,92
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_imm	-19,33	33,42

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	551·10 ⁻⁶	95	200
2	10	604	95	200
3	10	604	-85	200
4	10	551·10 ⁻⁶	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.36·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	0,0	89,3	45035	130·10 ⁶	3.12·10 ⁹	37,5	1208

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-18,74	32,39	2,99	2,90	ANO	269,5	278,1	1,0	0,061	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA_I = 8241.66 MN EA_{II} = 1441.11 MN

$$EA = \frac{1}{\frac{\zeta}{EA_{II}} + \frac{1-\zeta}{EA_I}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{1441.11} + \frac{1-0.0608}{8241.66}} = 6404.45 \text{ MN} \quad (7.18)$$

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_{y,I}} = 43.63 MN·m² E_{I_{y,II}} = 4.16 MN·m²

$$E_{I_y} = \frac{1}{\frac{\zeta}{E_{I_{y,II}}} + \frac{1-\zeta}{E_{I_{y,I}}}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{4.16} + \frac{1-0.0608}{43.63}} = 27.67 \text{ MN} \cdot \text{m}^2 \quad (7.18)$$

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_{z,I}} = 666.67 MN·m² E_{I_{z,II}} = 99.95 MN·m²

$$E_{I_z} = \frac{1}{\frac{\zeta}{E_{I_{z,II}}} + \frac{1-\zeta}{E_{I_{z,I}}}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{99.95} + \frac{1-0.0608}{666.67}} = 495.79 \text{ MN} \cdot \text{m}^2 \quad (7.18)$$

Studentská verze

Okamžitý průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 0^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_imm	-4,08	10,75
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_imm	-5,58	14,43

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	604	95	200
2	10	551·10 ⁻⁶	95	200
3	10	551·10 ⁻⁶	-85	200
4	10	604	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,0	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-12,50	32,32	1,29	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost El_y: El_y = 43.85 MN·m²

Ohybová tuhost El_z: El_z = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Průhyb od dotvarování (krátkodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = -90^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-14,42	24,92
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-19,33	33,42

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	551·10 ⁻⁶	95	200
2	10	604	95	200
3	10	604	-85	200
4	10	551·10 ⁻⁶	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.36·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	0,0	89,3	45035	130·10 ⁶	3.12·10 ⁹	37,5	1208

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-18,74	32,39	2,99	2,90	ANO	269,5	278,1	1,0	0,061	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA_I = 8241.66 MN EA_{II} = 1441.11 MN

$$EA = \frac{1}{\frac{\zeta}{EA_{II}} + \frac{1-\zeta}{EA_I}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{1441.11} + \frac{1-0.0608}{8241.66}} = 6404.45 \text{ MN} \quad (7.18)$$

Ohybová tuhost EI_y: EI_{y,I} = 43.63 MN·m² EI_{y,II} = 4.16 MN·m²

$$EI_y = \frac{1}{\frac{\zeta}{EI_{y,II}} + \frac{1-\zeta}{EI_{y,I}}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{4.16} + \frac{1-0.0608}{43.63}} = 27.67 \text{ MN·m}^2 \quad (7.18)$$

Ohybová tuhost EI_z: EI_{z,I} = 666.67 MN·m² EI_{z,II} = 99.95 MN·m²

$$EI_z = \frac{1}{\frac{\zeta}{EI_{z,II}} + \frac{1-\zeta}{EI_{z,I}}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{99.95} + \frac{1-0.0608}{666.67}} = 495.79 \text{ MN·m}^2 \quad (7.18)$$

Průhyb od dotvarování (krátkodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 0^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-4,08	10,75
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-5,58	14,43

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	604	95	200
2	10	551·10 ⁻⁶	95	200
3	10	551·10 ⁻⁶	-85	200
4	10	604	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,0	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-12,50	32,32	1,29	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost El_y: El_y = 43.85 MN·m²

Ohybová tuhost El_z: El_z = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Průhyb od dotvarování (dlouhodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = -90^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-14,42	24,92
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-19,33	33,41

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	551·10 ⁻⁶	95	200
2	10	604	95	200
3	10	604	-85	200
4	10	551·10 ⁻⁶	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,4	274679	1.5·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-20,62	35,63	2,72	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 2689.68 MN

Ohybová tuhost El_y: El_y = 14.71 MN·m²

Ohybová tuhost El_z: El_z = 204.00 MN·m²

Průhyb od dotvarování (dlouhodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 0^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-4,08	10,75
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-5,58	14,43

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	604	95	200
2	10	551·10 ⁻⁶	95	200
3	10	551·10 ⁻⁶	-85	200
4	10	604	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,0	274679	1.52·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-13,92	35,99	1,16	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 2689.68 MN

Ohybová tuhost El_y: El_y = 14.93 MN·m²

Ohybová tuhost El_z: El_z = 204.00 MN·m²

Studentská verze

Celkový průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = -90^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-14,42	24,92
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-19,33	33,42

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	551·10 ⁻⁶	95	200
2	10	604	95	200
3	10	604	-85	200
4	10	551·10 ⁻⁶	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.36·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	0,0	89,3	45035	130·10 ⁶	3.12·10 ⁹	37,5	1208

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-18,74	32,39	2,99	2,90	ANO	269,5	278,1	1,0	0,061	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA_I = 8241.66 MN EA_{II} = 1441.11 MN

$$EA = \frac{1}{\frac{\zeta}{EA_{II}} + \frac{1-\zeta}{EA_I}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{1441.11} + \frac{1-0.0608}{8241.66}} = 6404.45 \text{ MN} \quad (7.18)$$

Ohybová tuhost EI_y: EI_{y,I} = 43.63 MN·m² EI_{y,II} = 4.16 MN·m²

$$EI_y = \frac{1}{\frac{\zeta}{EI_{y,II}} + \frac{1-\zeta}{EI_{y,I}}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{4.16} + \frac{1-0.0608}{43.63}} = 27.67 \text{ MN·m}^2 \quad (7.18)$$

Ohybová tuhost EI_z: EI_{z,I} = 666.67 MN·m² EI_{z,II} = 99.95 MN·m²

$$EI_z = \frac{1}{\frac{\zeta}{EI_{z,II}} + \frac{1-\zeta}{EI_{z,I}}} = \frac{1}{\frac{0.0608}{99.95} + \frac{1-0.0608}{666.67}} = 495.79 \text{ MN·m}^2 \quad (7.18)$$

Celkový průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 0^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-4,08	10,75
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-5,58	14,43

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A_s [mm ²]	z_s [mm]	E [GPa]
1	10	604	95	200
2	10	$551 \cdot 10^{-6}$	95	200
3	10	$551 \cdot 10^{-6}$	-85	200
4	10	604	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t_y [mm]	t_z [mm]	A [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	x_i [mm]	A_s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	$1.3 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,0	257552	$1.37 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n_{cr} [kN]	m_{cr} [kNm]	σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ_{sr} [MPa]	σ_s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E_c [GPa]
-12,50	32,32	1,29	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost EI_y : $EI_y = 43.85 \text{ MN} \cdot \text{m}^2$

Ohybová tuhost EI_z : $EI_z = 666.67 \text{ MN} \cdot \text{m}^2$

Průhyb od smršťování (dlouhodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = -90^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-14,42	24,92
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-19,33	33,41

Síla od smršťování: $n_{shr} = 104,51$ kN/m, $m_{shr} = 0,48$ kNm/m

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A_s [mm ²]	z_s [mm]	E [GPa]
1	10	$551 \cdot 10^{-6}$	95	200
2	10	604	95	200
3	10	604	-85	200
4	10	$551 \cdot 10^{-6}$	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t_y [mm]	t_z [mm]	A [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	x_i [mm]	A_s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	$1.3 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,4	274679	$1.5 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n_{cr} [kN]	m_{cr} [kNm]	σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ_{sr} [MPa]	σ_s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E_c [GPa]
-20,62	35,63	2,72	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: $EA = 2448.02$ MN

Ohybová tuhost EI_y : $EI_y = 12.75$ MN·m²

Ohybová tuhost EI_z : $EI_z = 204.00$ MN·m²

Výpočet přetvoření a křivosti

Osově přetvoření ϵ_x [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\epsilon_x = 0.389$

Křivost kolem osy y $\frac{1}{r_y}$ [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\frac{1}{r_y} = 0.323$

Křivost kolem osy z $\frac{1}{r_z}$ [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\frac{1}{r_z} = 0$

Průhyb od smršťování (dlouhodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 0^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-4,08	10,75
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-5,58	14,43

Síla od smršťování: $n_{shr} = 0,00$ kN/m, $m_{shr} = 0,00$ kNm/m

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A_s [mm ²]	z_s [mm]	E [GPa]
1	10	604	95	200
2	10	$551 \cdot 10^{-6}$	95	200
3	10	$551 \cdot 10^{-6}$	-85	200
4	10	604	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t_y [mm]	t_z [mm]	A [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	x_i [mm]	A_s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	$1.3 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,0	274679	$1.52 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n_{cr} [kN]	m_{cr} [kNm]	σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ_{sr} [MPa]	σ_s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E_c [GPa]
-13,92	35,99	1,16	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: $EA = 2448.02$ MN

Ohybová tuhost EI_y : $EI_y = 12.75$ MN·m²

Ohybová tuhost EI_z : $EI_z = 204.00$ MN·m²

Výpočet přetvoření a křivosti

Osová přetvoření ϵ_x [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\epsilon_x = 0$

Křivost kolem osy y [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\frac{1}{r_y} = 0$

Křivost kolem osy z [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\frac{1}{r_z} = 0$

Souhrn tuhosti pro výpočet MKP

Typ kombinace	D11 [MNm ²]	D22 [MNm ²]	D12 [MNm ²]	D33 [MNm ²]	D44 [MNm ²]	D55 [MNm ²]	d11 [MN]	d22 [MN]	d12 [MN]	d33 [MN]
Lineární	416,7	416,7	83,3	166,7	2777,8	2777,8	8000,0	8000,0	1600,0	3333,3
Okamžitá (krátkodobá)	27,7	43,8	7,0	13,9	2223,8	2861,7	6404,4	8241,7	1453,0	3333,3
Dotvarování (krátkodobé)	27,7	43,8	7,0	13,9	2223,8	2861,7	6404,4	8241,7	1453,0	3333,3
Dotvarování (dlouhodobé)	14,7	14,9	3,0	5,9	933,9	933,9	2689,7	2689,7	537,9	3333,3
Celkový (krátkodobý)	27,7	43,8	7,0	13,9	2223,8	2861,7	6404,4	8241,7	1453,0	3333,3
Smršťování (dlouhodobé)	12,8	12,8	2,6	5,1	850,0	850,0	2448,0	2448,0	489,6	3333,3

Průhyb

Lineární průhyb

$$\delta_{lin,z} = -2.62 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb

$$\delta_{imm,z} = -2.79 \text{ mm}$$

Krátkodobý průhyb

$$\delta_{short,z} = -2.79 \text{ mm}$$

Průhyb od dotvarování

$$\delta_{creep,z} = \delta_{creep,long,z} - \delta_{creep,short,z} = -6.06 - -2.79 = -3.27 \text{ mm}$$

Průhyb od smršťování

$$\delta_{shr,z} = -6.9 \text{ mm}$$

Celkový průhyb

$$\delta_{tot,z} = \delta_{short,z} + \delta_{creep,z} + \delta_{shr,z} = -2.79 + -3.27 + -6.9 = -13 \text{ mm}$$

Přídavný průhyb

$$\delta_{add,z} = \delta_{tot,z} - \delta_{imm,z} = -13 - -2.79 = -10.2 \text{ mm}$$

Posouzení přídavných a celkových deformací

Typ průhybu	δ_{add} [mm]	$\delta_{add,lim}$ [mm]	UC_{add} [-]	δ_{tot} [mm]	$\delta_{tot,lim}$ [mm]	UC_{tot} [-]	UC [-]	Limit: [-]	Stav
z	-10,17	-15,00	0,68	-12,96	-30,80	0,42	0,68	1	OK

Chyby/upozornění/poznámky

Norma	Popis	Řešení
i N7/1	Jmenovité tuhosti se spočtou pouze pro některé dílce (viz výběr dílců v NZP), průhyby se mohou lišit pro jiný výběr dílců v NZP.	

Deska S24

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

h=250 mm

Uzel 1210/669 [X= 2,400, Y=1,925, Z=3,000 m]

Beton: C30/37

Třída prostředí: XC1

Součinitel dotvarování: $\varphi = 2,27$

Přetvoření od smršťování: $\epsilon_{cs} = 0,43 \text{ ‰}$

Krytí: 25 mm (horní); 25 mm (spodní)

Výztuž

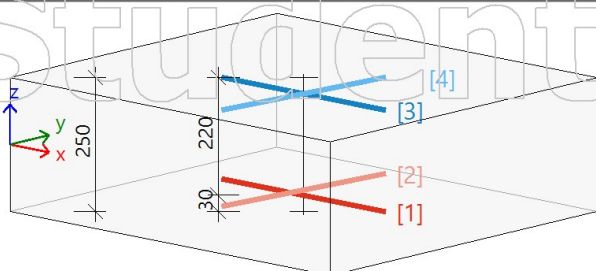
Type: Uživatelem definované

[1] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=0^\circ$, $z=-95 \text{ mm}$

[2] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=90^\circ$, $z=-85 \text{ mm}$

[3] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=0^\circ$, $z=95 \text{ mm}$

[4] $\phi 10/130$ ($604 \text{ mm}^2/\text{m}$) (B 500B), $\alpha=90^\circ$, $z=95 \text{ mm}$



Návrhová šířka: $b = 1,0 \text{ m}$

Vstupní parametry

Součinitel dotvarování: $\varphi = 2,27$ (Automaticky), $t_0 = 28$ dnů, $t = 18250$ dnů, $RH = 50\%$

Přetvoření od smršťování: $\varepsilon_{cs(t,t_s)} = 4,32 \cdot 10^{-4}$ (Automaticky), $t_s = 7$ dnů, $t = 18250$ dnů, $RH = 50\%$

Součinitel pro zvětšení množství výztuže: $\text{Coeff}_{\text{reinf}} = 1$

Typ součinitele proměnného zatížení pro výpočet průhybu od dotvarování: ψ_2

Typ pevnosti pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin: $f_{ct,eff} = f_{ctm}$

Hodnota pevnosti pro výpočet síly na mezi vzniku trhlin: $f_{ct,eff}$

Kombinace

Typ kombinace: Automaticky

Typ kombinace	Jméno	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]
Okamžitá	MSP-kvazi (auto)/1_imm	14,01	-14,51	5,78	-0,47	-0,46	-2,91
Okamžitý(char)	MSP-kvazi (auto)/1_imm	19,23	-19,90	7,23	-0,61	-0,60	-3,84
Dotvarování	MSP-kvazi (auto)/1_creep	14,01	-14,51	5,78	-0,47	-0,46	-2,91
Dotvarování (char)	MSP-kvazi (auto)/1_creep	19,23	-19,90	7,23	-0,61	-0,60	-3,84
Celkový/ Krátkodobý	MSP-kvazi (auto)/1_tot	14,01	-14,51	5,78	-0,47	-0,46	-2,91
Celkový/krátkodobý(char)	MSP-kvazi (auto)/1_tot	19,23	-19,90	7,23	-0,61	-0,60	-3,84

*char - kombinace, která se použije pro určení, jestli je průřez porušen trhlinami nebo ne.

Klíč kombinace

MSP-kvazi (auto)/1_imm	ZS1 + ZS2 + 0.30*ZS4
MSP-kvazi (auto)/1_imm	ZS1 + ZS2 + ZS4
MSP-kvazi (auto)/1_creep	ZS1 + ZS2 + 0.30*ZS4
MSP-kvazi (auto)/1_creep	ZS1 + ZS2 + ZS4
MSP-kvazi (auto)/1_tot	ZS1 + ZS2 + 0.30*ZS4
MSP-kvazi (auto)/1_tot	ZS1 + ZS2 + ZS4

Tuhost

Okamžitý průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_0 = 45^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_imm	-8,47	-3,38
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_imm	-12,34	-4,45

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	303	95	200
2	10	301	95	200
3	10	301	-85	200
4	10	303	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-99,71	-35,97	0,36	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 43.74 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Okamžitý průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 135^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_imm	-20,04	2,45
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_imm	-26,80	3,23

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	301	95	200
2	10	303	95	200
3	10	303	-85	200
4	10	301	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-404,83	48,87	0,19	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 43.74 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Průhyb od dotvarování (krátkodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = 45^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-8,47	-3,38
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-12,34	-4,45

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	303	95	200
2	10	301	95	200
3	10	301	-85	200
4	10	303	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-99,71	-35,97	0,36	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 43.74 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Průhyb od dotvarování (krátkodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 135^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-20,04	2,45
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-26,80	3,23

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	301	95	200
2	10	303	95	200
3	10	303	-85	200
4	10	301	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-404,83	48,87	0,19	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 43.74 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Průhyb od dotvarování (dlouhodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = 45^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-8,47	-3,38
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-12,34	-4,45

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	303	95	200
2	10	301	95	200
3	10	301	-85	200
4	10	303	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,2	274679	1.51·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-111,15	-40,09	0,32	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 2689.68 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 14.82 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 204.00 MN·m²

Studentská verze

Průhyb od dotvarování (dlouhodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 135^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_creep	-20,04	2,45
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_creep	-26,80	3,23

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	301	95	200
2	10	303	95	200
3	10	303	-85	200
4	10	301	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,2	274679	1.51·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-456,97	55,16	0,17	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 2689.68 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 14.82 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 204.00 MN·m²

Celkový průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = 45^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-8,47	-3,38
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-12,34	-4,45

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	303	95	200
2	10	301	95	200
3	10	301	-85	200
4	10	303	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-99,71	-35,97	0,36	2,90	NE	-	-	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 43.74 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Celkový průhyb (krátkodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 135^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-20,04	2,45
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-26,80	3,23

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	301	95	200
2	10	303	95	200
3	10	303	-85	200
4	10	301	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,1	257552	1.37·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-404,83	48,87	0,19	2,90	NE	-	4	1,0	-	32,0

Výpočet tuhosti

Osová tuhost EA: EA = 8241.66 MN

Ohybová tuhost E_{I_y}: E_{I_y} = 43.74 MN·m²

Ohybová tuhost E_{I_z}: E_{I_z} = 666.67 MN·m²

Studentská verze

Průhyb od smršťování (dlouhodobá tuhost) - směr 1

Směr: $\alpha_\sigma = 45^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-8,47	-3,38
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-12,34	-4,45

Síla od smršťování: $n_{shr} = 104,51$ kN/m, $m_{shr} = 0,24$ kNm/m

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A _s [mm ²]	z _s [mm]	E [GPa]
1	10	303	95	200
2	10	301	95	200
3	10	301	-85	200
4	10	303	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t _y [mm]	t _z [mm]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	x _i [mm]	A _s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	1.3·10 ⁹	20.8·10 ⁹	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,2	274679	1.51·10 ⁹	20.8·10 ⁹	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n _{cr} [kN]	m _{cr} [kNm]	σ _{ct} [MPa]	σ _{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ _{sr} [MPa]	σ _s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E _c [GPa]
-111,15	-40,09	0,32	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osové tuhost EA: EA = 2448.02 MN

Ohybová tuhost Ely: Ely = 12.75 MN·m²

Ohybová tuhost Elz: Elz = 204.00 MN·m²

Výpočet přetvoření a křivosti

Osové přetvoření $\epsilon_x [1 \cdot 10^{-4}]$: $\epsilon_x = 0.389$

Křivost kolem osy y $\frac{1}{r_y} [1 \cdot 10^{-4}]$: $\frac{1}{r_y} = 0.16$

Křivost kolem osy z $\frac{1}{r_z} [1 \cdot 10^{-4}]$: $\frac{1}{r_z} = 0$

Průhyb od smršťování (dlouhodobá tuhost) - směr 2

Směr: $\alpha_\sigma = 135^\circ$

	n [kN/m]	m [kNm/m]
Kombinace: MSP-kvazi (auto)/1_tot	-20,04	2,45
Charakteristická kombinace (char): MSP-kvazi (auto)/1_tot	-26,80	3,23

Síla od smršťování: $n_{shr} = 0,00$ kN/m, $m_{shr} = 0,00$ kNm/m

Vrstvy výztuže

Vrstva	d [mm]	A_s [mm ²]	z_s [mm]	E [GPa]
1	10	301	95	200
2	10	303	95	200
3	10	303	-85	200
4	10	301	-95	200

Průřezové charakteristiky

Typ součásti	t_y [mm]	t_z [mm]	A [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	x_i [mm]	A_s [mm ²]
Lineární	0,0	0,0	250000	$1.3 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	125,0	-
Bez trhlin	0,0	0,2	274679	$1.51 \cdot 10^9$	$20.8 \cdot 10^9$	250,0	1208
Trhliny	-	-	-	-	-	-	-

Síly pro vznik trhlin

n_{cr} [kN]	m_{cr} [kNm]	σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Průřez porušený trhlinami	σ_{sr} [MPa]	σ_s [MPa]	β [-]	ζ [-]	E_c [GPa]
-456,97	55,16	0,17	2,90	NE	-	-	0,5	-	9,8

Výpočet tuhosti

Osové tuhost EA: $EA = 2448.02$ MN

Ohybová tuhost EI_y : $EI_y = 12.75$ MN·m²

Ohybová tuhost EI_z : $EI_z = 204.00$ MN·m²

Výpočet přetvoření a křivosti

Osové přetvoření ϵ_x [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\epsilon_x = 0$

Křivost kolem osy y $\frac{1}{r_y}$ [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\frac{1}{r_y} = 0$

Křivost kolem osy z $\frac{1}{r_z}$ [$1 \cdot 10^{-4}$]: $\frac{1}{r_z} = 0$

Souhrn tuhosti pro výpočet MKP

Typ kombinace	D11	D22	D12	D33	D44	D55	d11	d22	d12	d33
	[MNm ²]	[MNm ²]	[MNm ²]	[MNm ²]	[MNm ²]	[MNm ²]	[MN]	[MN]	[MN]	[MN]
Lineární	416,7	416,7	83,3	166,7	2777,8	2777,8	8000,0	8000,0	1600,0	3333,3
Okamžitá (krátkodobá)	43,7	43,7	8,7	17,5	2861,7	2861,7	8241,7	8241,7	1648,3	3333,3
Dotvarování (krátkodobé)	43,7	43,7	8,7	17,5	2861,7	2861,7	8241,7	8241,7	1648,3	3333,3
Dotvarování (dlouhodobé)	14,8	14,8	3,0	5,9	933,9	933,9	2689,7	2689,7	537,9	3333,3
Celkový (krátkodobý)	43,7	43,7	8,7	17,5	2861,7	2861,7	8241,7	8241,7	1648,3	3333,3
Smršťování (dlouhodobé)	12,8	12,8	2,6	5,1	850,0	850,0	2448,0	2448,0	489,6	3333,3

Průhyb

Lineární průhyb

$$\delta_{lin,z} = -4.24 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb

$$\delta_{imm,z} = -4.62 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Krátkodobý průhyb

$$\delta_{short,z} = -4.62 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Průhyb od dotvarování

$$\delta_{creep,z} = \delta_{creep,long,z} - \delta_{creep,short,z} = -4.09 \cdot 10^{-3} - -4.62 \cdot 10^{-3} = 526 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$$

Průhyb od smršťování

$$\delta_{shr,z} = -4 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Celkový průhyb

$$\delta_{tot,z} = \delta_{short,z} + \delta_{creep,z} + \delta_{shr,z} = -4.62 \cdot 10^{-3} + 526 \cdot 10^{-6} + -4 \cdot 10^{-3} = -8.09 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Přídavný průhyb

$$\delta_{add,z} = \delta_{tot,z} - \delta_{imm,z} = -8.09 \cdot 10^{-3} - -4.62 \cdot 10^{-3} = -3.48 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Posouzení přídavných a celkových deformací

Typ průhybu	δ_{add} [mm]	$\delta_{add,lim}$ [mm]	UC _{add} [-]	δ_{tot} [mm]	$\delta_{tot,lim}$ [mm]	UC _{tot} [-]	UC [-]	Limit: [-]	Stav
z	0,00	-15,00	0,00	-0,01	-30,80	0,00	0,00	1	OK

Chyby/upozornění/poznámky

Norma	Popis	Řešení
N7/1	Jmenovité tuhosti se spočtou pouze pro některé dílce (viz výběr dílců v NZP), průhyby se mohou lišit pro jiný výběr dílců v NZP.	

Studentská verze

Studentská verze