

## D.3.3 Statický výpočet

*Stavba:* Stavební úpravy jídelny MŠ Na Kopečku

*Místo:* Bohosudovská 111, 415 01 Teplice

*Objednatel:* Statutární město Teplice  
Náměstí Svobody 2/2  
415 01 Teplice

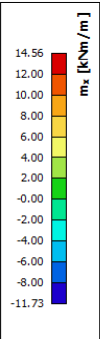
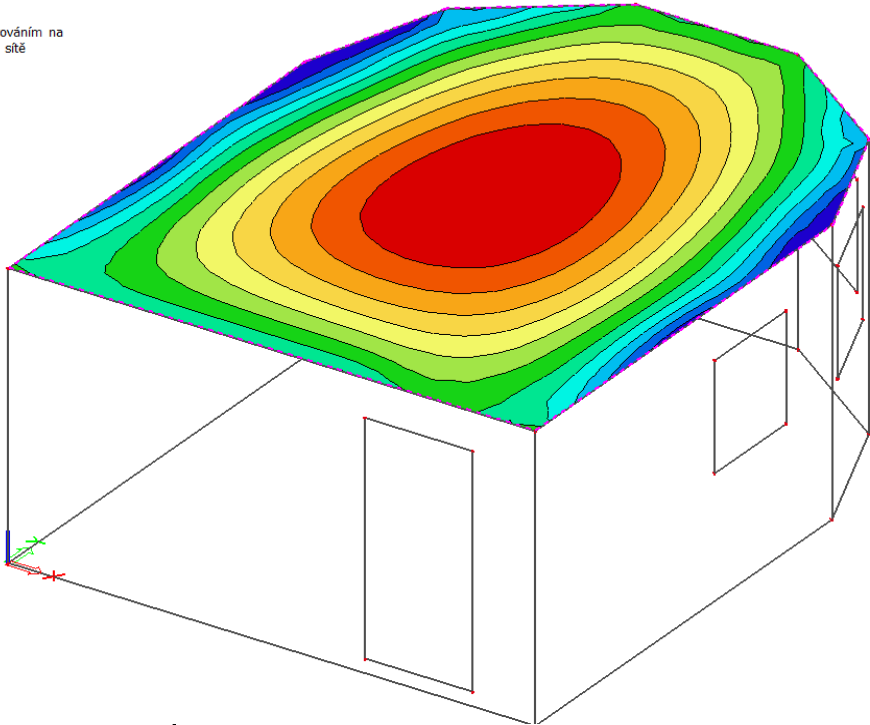
1 Zatížení	Stálé	výška	šířka	délka	$\gamma$	$\cos\alpha$	$g_k$
	mazanina	0,07 x	1 x	1 x	23 /	1 =	1,61
	tepelná izolace	0,03 x	1 x	1 x	1,4 /	1 =	0,04
	deska - softwarem	0,18 x	1 x	1 x	0 /	1 =	0,00
	zateplení		1 x	1 x	0,2 /	1 =	0,20
	stálé zatížení celkem					$g_k =$	1,85 kN/m

Užitné  
obytné místnosti

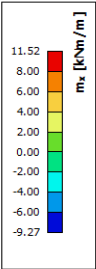
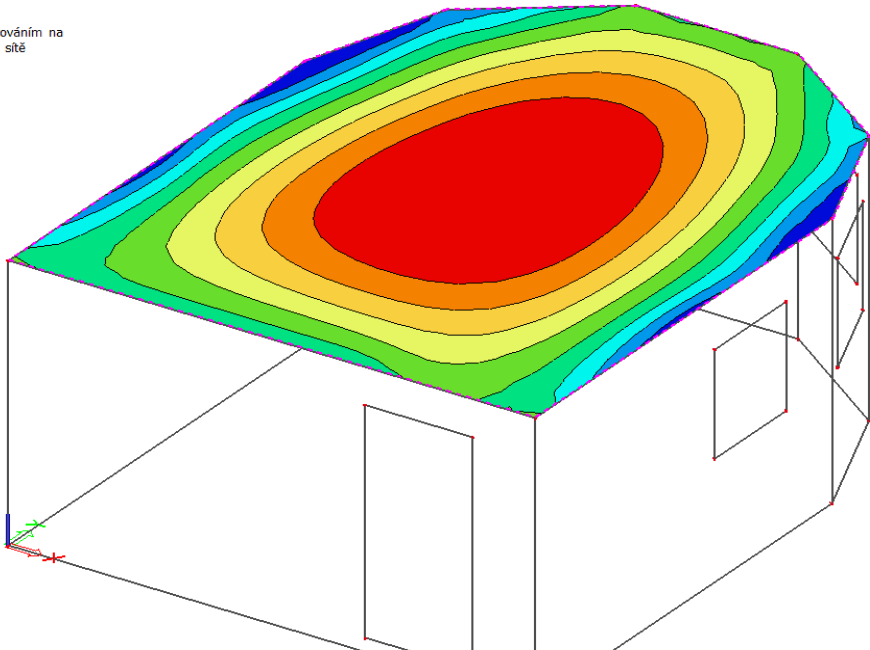
$q_k =$  3,00 kN/m<sup>2</sup>

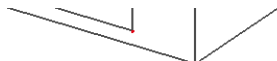
2 Statické řešení

2D vnitřní síly  
Hodnoty: m x  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: S10  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



2D vnitřní síly  
Hodnoty: m x  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP-Char (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: S10  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť





### 3 Posouzení na 1.MS

#### Železobetonová deska v místě $M_{max}$

Beton C20/25	$f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$	$\gamma_c = 1,50$	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 13,3 \text{ MPa}$
	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 28,00 \text{ MPa}$		$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,2 \text{ MPa}$
	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\eta = 1,00$	$\lambda = 0,80$
	$E_{cm} = 22(f_{cm}/10)^{0,3} = 30,0 \text{ GPa}$	$\gamma_{cE} = 1,20$	$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_{cE} = 24,97 \text{ GPa}$
Výztuž R 10505	$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$	$\gamma_s = 1,15$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8 \text{ MPa}$
	$E_s = 200,00 \text{ GPa}$	$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 2,174 \text{ ‰}$	$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$
	$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = 0,617$		
Výška průřezu	$h = 180 \text{ mm}$	Šířka průřezu	$b = 1\,000 \text{ mm}$
	$A_c = 1,80E+05 \text{ mm}^2$	obvod vystavený prostředí	$u = 1\,360 \text{ mm}$
Ohyb. moment	$M_{Ed} = 14,60 \text{ kNm}$		

#### Posouzení na ohybový moment - tahové porušení

Navržená výztuž	<b>10 <math>\phi</math> R 8</b>	$A_{s1} = 503 \text{ mm}^2$
	<b>10 <math>\phi</math> R 8</b>	$A_{s2} = 503 \text{ mm}^2$
Krytí výztuže	třída <b>S4</b>	(životnost konstrukce 50 let)
	prostředí <b>XC1</b>	suché nebo stále mokré (min C20/25)
	$c_{min,b} = 8 \text{ mm}$	s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
	$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$	s přihlédnutím k podmínkám prostředí
	$\Delta c_{min,\gamma} = 0 \text{ mm}$	přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti
	$\Delta c_{min,st} = 0 \text{ mm}$	redukce při použití nerezové oceli
	$\Delta c_{min,add} = 0 \text{ mm}$	redukce při použití dodatečné ochrany
	$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = 25 \text{ mm}$	
	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	tolerance při provádění
	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 \text{ mm}$	$d_1 = c + \phi/2 = 39 \text{ mm}$
	$d = h - d_1 = 141 \text{ mm}$	

#### Kontrola vyztužení

$(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk} = 162 \text{ mm}^2$	$0,0013 \cdot b_t \cdot d = 183 \text{ mm}^2$
$A_{s,min} = \max((0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk}; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 183 \text{ mm}^2$	
$A_{s1} = 503 \text{ mm}^2$	$A_{s,min} = 183 \text{ mm}^2$ <b>vyhovuje</b>
$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 20,5 \text{ mm}$	$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 132,8 \text{ mm}$
$\xi = x/d = 0,15$	$\xi_{bal,1} = 0,617$ <b>vyhovuje</b>
$F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 218,5 \text{ kN}$	
$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 29,0 \text{ kNm}$	$M_{Ed} = 14,6 \text{ kNm}$ <b>vyhovuje</b>

$A_{s,prov} = A_{s1} = 503 \text{ mm}^2$	$A_{s,req} = 245 \text{ mm}^2$
------------------------------------------	--------------------------------

### 4 Posouzení na 2.MS

#### Průhyb od kvazistálého zatížení

<b>Průhyb od kvazistálého zatížení</b>		rozpětí L = 5,4 m			
$h_0=2A_c/u =$	265 mm	$t_0 =$	28 dní	$RH =$	50 %
$\beta_{(t_0)}=1/(0,1+t_0^{0,2}) =$		0,488	$\beta_{(tm)}=16,8/f_{cm}^{0,5} =$		3,17
$\varphi_c = \varphi_{RH} \cdot \beta_{(f_{cm})} \cdot \beta_{(t_0)} =$	4,10	$\varphi_{RH}=1+(1-RH/100)/(0,1 \cdot f_{cm}^{1/3}) =$		2,65	
$E_{c,eff} = E_{cm} / (1+\varphi_c) =$	5,87 GPa	$\alpha_e = E_s / E_{c,eff} =$		34,07	

#### Ideální průřez

$A_i = A_c + \alpha_e(A_{s1} + A_{s2}) = 214\,253 \text{ mm}^2$
$a_{gi} = (A_c a_c + \alpha_e(A_{s1} d + A_{s2} d_2)) / A_i = 90 \text{ mm}$
$I_i = I_c + A_c(a_{gi} - a_c)^2 + \alpha_e(A_{s1}(d - a_{gi})^2 + A_{s2}(a_{gi} - d_2)^2) = 5,75E+08 \text{ mm}^4$
$E_{c,eff} I_i = 3,38 \text{ MNm}^2$
$C_{l,it} = 1 / E_{c,eff} I_i = 0,2962 \text{ 1/MNm}^2$

#### Ohybový moment při vzniku trhlin

$$M_{cr,lt} = f_{ctm} I_i / (h - a_{gi}) = 14,1 \text{ kNm} > M_{kqp} = 11,50 \text{ kNm}$$

**trhliny nevznikají**

**Ideální průřez s trhlinou**

$$x = \alpha_e (A_{s1} + A_{s2}) / b \cdot (-1 + (1 + (2b(A_{s1}d + A_{s2}d_2) / \alpha_e (A_{s1} + A_{s2}))^{0,5})) = 51,41 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = 1/3bx^3 + \alpha_e (A_{s1}(d-x)^2 + A_{s2}(x-d_2)^2) = 1,83E+08 \text{ mm}^4$$

$$E_{c,eff} I_{ir} = 1,07 \text{ MNm}^2$$

$$C_{II,lt} = 1/E_{c,eff} I_{ir} = 0,9311 \text{ 1/MNm}^2$$

**Křivost od kvazistálého zatížení**

$$\xi_{g,lt} = 1 - 0,5(M_{cr,lt} / M_{kqp})^2 = 0,246 \text{ při vzniku trhlin; } 0,0 \text{ pokud trhliny nevznikají}$$

do výpočtu dosazeno

$$\xi_{g,lt} = 0,000$$

$$(1/r)_{g,lt} = M_{kqp}((1 - \xi_{g,lt})C_{I,lt} + \xi_{g,lt} C_{II,lt}) = 0,0034 \text{ m}^{-1}$$

$$f_{g,lt} = 5/48 (1/r)_{g,lt} l^2 = 0,0103 \text{ m}$$

**Průhyb od smršťování**

$$\epsilon_{cd,0} = 0,00058$$

$$\epsilon_{ca} = 2,5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0,00003$$

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = 0,00061$$

$$h_0 = 2A_c/u = 265 \text{ mm}$$

$$t_0 = 7 \text{ dní}$$

$$RH = 50 \%$$

$$\beta_{(t_0)} = 1/(0,1 + t_0^{0,2}) = 0,635$$

$$\beta_{(tm)} = 16,8/f_{cm}^{0,5} = 3,17$$

$$\varphi_c = \varphi_{RH} \cdot \beta_{(f_{cm})} \cdot \beta_{(t_0)} = 3,58$$

$$\varphi_{RH} = 1 + (1 - RH/100)/(0,1 \cdot f_{cm}^{1/3}) = 1,78$$

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi_c) = 6,54 \text{ GPa}$$

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff} = 30,6$$

**Ideální průřez**

$$A_i = A_c + \alpha_e (A_{s1} + A_{s2}) = 210 \text{ 760 mm}^2$$

$$a_{gi} = (A_c a_c + \alpha_e (A_{s1}d + A_{s2}d_2)) / A_i = 90 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c (a_{gi} - a_c)^2 + \alpha_e (A_{s1}(d - a_{gi})^2 + A_{s2}(a_{gi} - d_2)^2) = 5,66E+08 \text{ mm}^4$$

$$S_i = A_{s1}(d - a_{gi}) + A_{s2}(a_{gi} - d_2) = 5,13E+04 \text{ mm}^3$$

**Ideální průřez s trhlinou**

$$x = \alpha_e (A_{s1} + A_{s2}) / b \cdot (-1 + (1 + (2b(A_{s1}d + A_{s2}d_2) / \alpha_e (A_{s1} + A_{s2}))^{0,5})) = 49,76 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = 1/3bx^3 + \alpha_e (A_{s1}(d-x)^2 + A_{s2}(x-d_2)^2) = 1,69E+08 \text{ mm}^4$$

$$S_{ir} = A_{s1}(d-x) + A_{s2}(x-d_2) = 5,13E+04 \text{ mm}^3$$

**Křivost od kvazistálého zatížení**

$$\xi_{g,cs} = 1 - 0,5(M_{cr,lt} / M_{kqp})^2 = 0,246$$

$$(1/r)_{g,cs} = -\epsilon_{cs} \alpha_e ((1 - \xi_{g,lt})S_i/I_i + \xi_{g,lt} S_i/I_{ir}) = 0,0026 \text{ m}^{-1}$$

$$f_{cs} = 5/48 (1/r)_{g,cs} l^2 = 0,0080 \text{ m}$$

**Celkový průhyb**

$$f_{lt} = f_{g,lt} + f_{cs} = 0,0184 \text{ m}$$

$$f_{lim} = l/250 = 0,022 \text{ m}$$

**vyhovuje**

**Posouzení na posouvající sílu**

$$\text{Posouv. síla } V_{Ed} = 42,50 \text{ kN}$$

$$\text{Normálová síla}$$

$$N_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$\gamma_c = 1,50$$

tlak

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 2,2$$

$$k = 2,0 \text{ do výpočtu } k = \min(1 + (200/d)^{1/2}; 2,0)$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 0,00$$

$$\rho_1 = 0,00 \text{ do výpočtu } \rho_1 = \max 0,02$$

$$V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d = 60,04 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ Mpa}$$

$$\max 0,2 f_{c,d}$$

$$V_{Rd,cn} = 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d = 0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,cm} + V_{Rd,cn} = 60,0 \text{ kN}$$

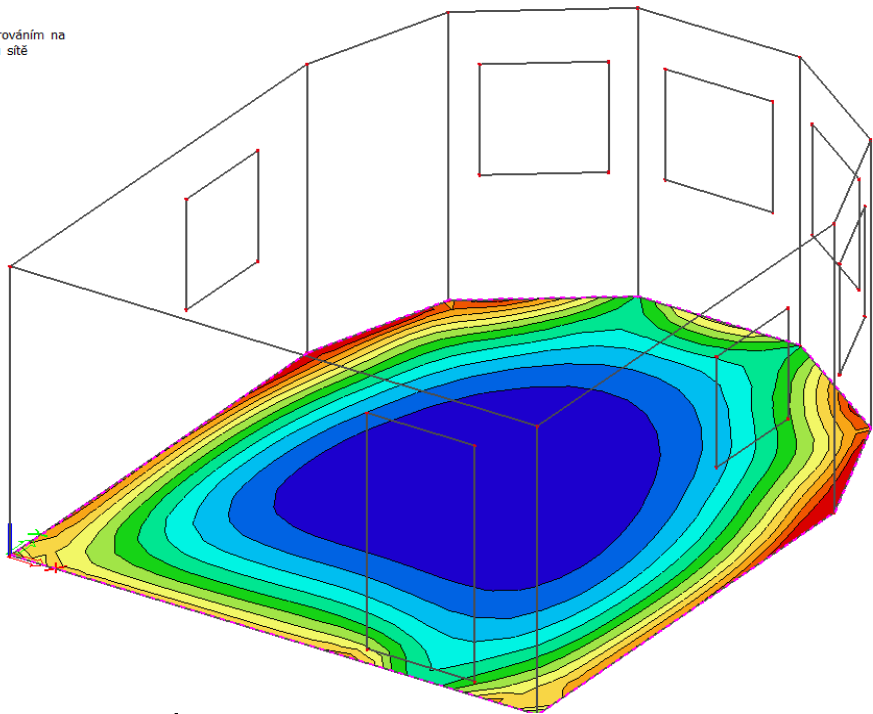
$$V_{Ed} = 42,5 \text{ kN}$$

**vyhovuje**

1 Internal forces

Průběh vnitřních sil - mezní stav únosnosti

2D vnitřní síly  
Hodnoty: m x  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: S1  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



2 Assessment of the slab

Reinforced concrete slab at the point of maximum moment

Beton C30/37	$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$	$\gamma_c = 1,50$	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 20,0 \text{ MPa}$
	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38,00 \text{ MPa}$		$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,9 \text{ MPa}$
	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\eta = 1,00$	$\lambda = 0,80$
	$E_{cm} = 22(f_{cm} / 10)^{0,3} = 32,8 \text{ GPa}$	$\gamma_{cE} = 1,20$	$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_{cE} = 27,36 \text{ GPa}$
Výztuž R 10505	$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$	$\gamma_s = 1,15$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8 \text{ MPa}$
	$E_s = 200,00 \text{ GPa}$	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 2,174 \text{ ‰}$	$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$
	$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,617$		
Výška průřezu	$h = 250 \text{ mm}$	Šířka průřezu	$b_w = 1\,000 \text{ mm}$
Ohyb. moment	$M_{Ed} = 16,9 \text{ kNm}$		

Assessment on bending moment - tensile failure

Tahová výztuž	10 $\phi$ R 8	$A_{s1} = 503 \text{ mm}^2$
Krytí výztuže	třída S4	(životnost konstrukce 50 let)
	prostředí XC2	mokrý, občas suchý (min C25/30)
	$c_{min,b} = 8 \text{ mm}$	s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
	$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$	s přihlédnutím k podmínkám prostředí
	$\Delta c_{min,\gamma} = 0 \text{ mm}$	přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti
	$\Delta c_{min,st} = 0 \text{ mm}$	redukce při použití nerezové oceli
	$\Delta c_{min,add} = 0 \text{ mm}$	redukce při použití dodatečné ochrany
	$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = 25 \text{ mm}$	
	$\Delta c_{dev} = 40 \text{ mm}$	tolerance při provádění
	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 65 \text{ mm}$	$d_1 = c + \phi/2 = 69 \text{ mm}$
Tlaková výztuž	10 $\phi$ R 8	$A_{s2} = 503 \text{ mm}^2$
	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	tolerance při provádění
	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 \text{ mm}$	$d_2 = c + \phi/2 = 39 \text{ mm}$
	$d = h - d_1 = 181 \text{ mm}$	

	$z_1 = h/2 - d_1 = 56 \text{ mm}$	$z_2 = h/2 - d_2 = 86 \text{ mm}$
Kontrola vyztužení		
$(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk} =$	273 mm <sup>2</sup>	$0,0013 \cdot b_t \cdot d = 235 \text{ mm}^2$
$A_{s,min} = \max((0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk}; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) =$	273 mm <sup>2</sup>	
$A_{s1} =$	503 mm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 273 \text{ mm}^2$ <b>vyhovuje</b>
$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b_{eff} \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) =$	13,7 mm	$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 176 \text{ mm}$
$\xi = x/d =$	0,08	$\xi_{bal,1} = 0,617$ <b>vyhovuje</b>
$F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} =$	218,5 kN	
$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z =$	38,4 kNm	$M_{Ed} = 16,9 \text{ kNm}$ <b>vyhovuje</b>
Posouzení na posouvající sílu ve vzdálenosti d od líce podpory		
Posouv. síla $V_{Ed} =$	80,0 kN	Normálová síla $N_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$
$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c =$	0,12	$\gamma_c = 1,50$ tlak
$k = 1 + (200/d)^{1/2} =$	2,1	$k = 2,0$ do výpočtu $k = \min(1 + (200/d)^{1/2}; 2,0)$
$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) =$	0,003	$\rho_1 = 0,003$ do výpočtu $\rho_1 = \max 0,02$
$V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} \cdot k (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d =$	88,06 kN	
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0,00 MPa	$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ Mpa}$ max 0,2 $f_{c,d}$
$V_{Rd,cn} = 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d =$	0 kN	
$V_{Rd,c} = V_{Rd,cm} + V_{Rd,cn} =$	88,1 kN	$V_{Ed} = 80,0 \text{ kN}$ <b>vyhovuje</b>
3 Vnitřní síly		
Průběh vnitřních sil pro charakteristickou kombinaci		
<div>2D vnitřní síly Hodnoty: m x Lineární výpočet Kombinace: MSP-Char (auto) Extrém: Globální Výběr: S1 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě</div>		
4 Posouzení trhlin		
Výpočet napjatosti průřezu bez trhlin		
Charakteristické zatížení		
$N_{kd} =$	0,0 kN	tah $M_{kdi} = 13,1 \text{ kNm}$
Charakteristiky ideálního průřezu		
$\alpha_e = E_s / E_{cm} =$	6,09	
Plocha $A_i = A_c + \alpha_e (A_{s1} + A_{s2}) =$	256123 mm <sup>2</sup>	
těžiště $a_{gi} = (A_c \cdot a_c + \alpha_e (A_{s1} \cdot d + A_{s2} \cdot d_2)) / A_i =$	124,641 mm	
$I_i = I_c + A_c (a_{gi} - a_c)^2 + \alpha_e (A_{s1} (d - a_{gi})^2 + A_{s2} (a_{gi} - d_2)^2) =$	1,3E+09 mm <sup>4</sup>	

	<div>napětí v horních vláknech</div> <div><math>\sigma_{c2} = N_{kd}/A_i - (M_{kdi} \cdot (h - a_{gi}))/I_i =</math>    <b>-1,2 Mpa</b>    &lt;    <math>f_{ct,eff} =</math>    2,9 Mpa</div> <div>napětí v dolních vláknech</div> <div><math>\sigma_{c1} = N_{kd}/A_i + (M_{kdi} \cdot a_{gi})/I_i =</math>    <b>1,2 Mpa</b>    &lt;    <math>f_{ct,eff} =</math>    2,9 Mpa</div> <div><b>v průřezu nevznikají trhliny</b></div>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1 Statické řešení

2D vnitřní síly

Lineární výpočet  
Kombinace: MSP-Char(auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvkusítě  
Základní veličiny

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	$m_x$ [kNm/m] $m_y$ [kNm/m]	$m_{xy}$ [kNm/m]	$v_x$ [kN/m] $v_y$ [kN/m]	$n_x$ [kN/m] $n_y$ [kN/m]	$n_{xy}$ [kN/m]
S2	Prvek: 759 Uzel: 613	0,000 0,000 2,000	MSP-Char (auto)/1	-4,88 -0,90	0,06	8,13 -1,32	7,91 16,47	-0,55
S3	Prvek: 961 Uzel: 585	5,390 0,000 2,500	MSP-Char (auto)/1	4,05 0,71	-0,29	-13,31 -9,31	14,97 28,11	-12,05
S5	Prvek: 1091 Uzel: 574	4,610 6,150 0,000	MSP-Char (auto)/1	-2,03 -9,80	0,90	-2,88 -26,70	-16,28 -39,06	-17,07
S8	Prvek: 1332 Uzel: 1355	0,153 5,043 3,000	MSP-Char (auto)/1	2,23 10,57	-0,70	10,52 13,42	-27,07 -29,42	16,19
S9	Prvek: 1362 Uzel: 42	0,000 3,800 2,450	MSP-Char (auto)/1	0,65 6,42	-3,44	-20,06 5,94	120,58 -48,94	-20,00
S2	Prvek: 638 Uzel: 677	4,440 0,000 2,798	MSP-Char (auto)/1	1,05 1,62	3,92	5,94 -7,83	34,87 -1,93	2,91
S2	Prvek: 659 Uzel: 634	4,475 0,000 2,600	MSP-Char (auto)/1	0,67 -0,67	3,20	-53,14 -8,90	109,47 0,12	3,55
S2	Prvek: 621 Uzel: 1248	4,410 0,000 0,000	MSP-Char (auto)/1	0,96 0,07	-0,84	38,36 6,18	-6,26 -0,03	0,37
S7	Prvek: 1216 Uzel: 7	0,460 6,030 0,000	MSP-Char (auto)/1	0,93 9,22	-0,10	3,09 -36,95	5,86 76,19	-14,47
S4	Prvek: 1055 Uzel: 1055	5,295 4,781 2,220	MSP-Char (auto)/1	0,26 -3,82	1,62	10,85 41,79	-13,73 -94,46	7,61
S4	Prvek: 1053 Uzel: 15	5,390 4,550 3,000	MSP-Char (auto)/1	-0,67 -8,84	0,12	0,70 24,30	-56,69 29,05	-11,60
S4	Prvek: 1063 Uzel: 1057	5,190 5,035 2,450	MSP-Char (auto)/1	-1,64 -0,50	-1,78	22,06 13,71	260,61 5,99	9,57
S4	Prvek: 1045 Uzel: 1061	4,876 5,798 2,220	MSP-Char (auto)/1	0,55 -3,64	-1,14	-8,46 33,40	-33,03 -177,12	26,50
S9	Prvek: 1341 Uzel: 1429	0,000 2,748 2,728	MSP-Char (auto)/1	1,69 5,19	1,45	-6,61 0,21	21,40 -39,94	-47,20
S7	Prvek: 1225 Uzel: 1235	0,460 6,030 2,500	MSP-Char (auto)/1	-4,12 0,93	-0,20	12,02 -6,81	105,49 37,93	47,00

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char(auto)/1	ZS1 + ZS2 + ZS3

2 Posouzení stěny  
ve svislém směru

Železobetonová stěna uprostřed rozpětí

Beton C30/37  $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$   $\gamma_c = 1,50$   $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 20,0 \text{ MPa}$   
 $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38,00 \text{ MPa}$   $f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,9 \text{ MPa}$   
 $\alpha_{cc} = 1,00$   $\eta = 1,00$   $\lambda = 0,80$   
 $E_{cm} = 22(f_{cm} / 10)^{0,3} = 32,8 \text{ GPa}$   $\gamma_{cE} = 1,20$   $E_{cd} = E_{cm} / \gamma_{cE} = 27,36 \text{ GPa}$   
Výztuž R 10505  $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$   $\gamma_s = 1,15$   $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8 \text{ MPa}$   
 $E_s = 200,00 \text{ GPa}$   $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 2,174 \text{ ‰}$   $\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$   
 $\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,617$   
Výška průřezu  $h = 150 \text{ mm}$  Šířka průřezu  $b = 1\,000 \text{ mm}$   
délka sloupu  $l = 3\,000 \text{ mm}$



$$l_{0,y} = 2100 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = l_{0,y} \cdot (12)^{0,5} / h = 48,5$$

$$A_c = 1,50E+05 \text{ mm}^2 \quad \text{obvod vystavený prostředí} \quad u = 1300 \text{ mm}$$

Dotvarování  $h_0 = 2A_c / u = 231 \text{ mm} \quad t_0 = 28 \text{ dní} \quad RH = 50 \%$

$$\beta_{(t_0)} = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 0,488 \quad \beta_{(t_m)} = 16,8 / f_{cm}^{0,5} = 2,73$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta_{(f_{cm})} \cdot \beta_{(t_0)} = 2,42 \quad \varphi_{RH} = 1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \cdot f_{cm}^{1/3}) = 1,82$$

$$\varphi = \varphi_0 \cdot \beta_{c(\infty, t_0)} = 2,42 \quad \beta_{c(\infty, t_0)} = 1,00$$

**Zatížení**  $N_{Ed} = 177,1 \text{ kN}$  tlak  $n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 0,059$

Ohyb. moment  $M_{0Ed,y} = 3,6 \text{ kNm}$

$$e_{0z} = M_{Edy} / N_{Ed} = 20,6 \text{ mm} \quad e_{0y} = M_{Edz} / N_{Ed} = 0,0 \text{ mm}$$

$$e_{iz} = \max(h/30; 20) = 20,0 \text{ mm} \quad e_{iz} = \max(h/30; 20) = 33,3 \text{ mm}$$

Navržená výztuž **6,67  $\phi$  R 10**  $A_{s1} = 524 \text{ mm}^2$

**6,67  $\phi$  R 10**  $A_{s2} = 524 \text{ mm}^2$

Krytí výztuže třída **S4** (životnost konstrukce 80 let)

prostředí **XC1** suché nebo stále mokré (min C20/25)

$$c_{min,b} = 10 \text{ mm} \quad \text{s přihlédnutím k požadavku soudržnosti}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \quad \text{s přihlédnutím k podmínkám prostředí}$$

$$\Delta c_{min,\gamma} = 0 \text{ mm} \quad \text{přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti}$$

$$\Delta c_{min,st} = 0 \text{ mm} \quad \text{redukce při použití nerezové oceli}$$

$$\Delta c_{min,add} = 0 \text{ mm} \quad \text{redukce při použití dodatečné ochrany}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm} \quad \text{tolerance při provádění}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 \text{ mm} \quad d_1 = c + \phi/2 = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 120 \text{ mm} \quad d = b - d_1 = 970 \text{ mm}$$

$$z_1 = z_2 = h/2 - d_1 = 45 \text{ mm} \quad z_3 = z_4 = b/2 - d_1 = 470 \text{ mm}$$

Kontrola vyztužení

$$(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk} = 181 \text{ mm}^2 \quad 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 156 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \max((0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk}; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 181 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = 524 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 181 \text{ mm}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Vzpěr

$$I_{cy} = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 2,81E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{sy} = A_{s1} \cdot z_1^2 + A_{s2} \cdot z_2^2 = 2,12E+06 \text{ mm}^4$$

$$k_1 = (f_{ck}/20)^{0,5} = 1,22 \quad K_S = 1,00 \quad \beta = \pi^2 / 8 = 1,234$$

$$k_{2y} = \lambda_y \cdot n / 170 = 0,017$$

$$K_{cy} = k_1 \cdot k_{2y} / (1 + \varphi_{ef}) = 0,006$$

$$E I_y = K_c \cdot E_{cd} \cdot I_{cy} + K_s \cdot E_s \cdot I_{sy} = 4,71E+08$$

$$N_{cry} = \pi^2 \cdot E I_y / l_{0y}^2 = 1\,053\,647 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = M_{0edy} (1 + \beta / (N_{cry} / N_{Edy}) - 1) + N_{Ed} \cdot e_{iz} = 7,2 \text{ kNm}$$

interakční diagram ve směru h

pro  $\varepsilon_{c3} > \varepsilon_{yd}$   $f_{yd} / E_s \quad \sigma_s = f_{yd} \quad \text{pro } \varepsilon_{c3} < \varepsilon_{yd} \quad \sigma_s = \varepsilon_{c3} \cdot E_s \quad \sigma_s = 434,8 \text{ Mpa}$

$$N_{Rd,0} = b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_s - A_{s1} \cdot \sigma_s = 3455,5 \text{ kN}$$

$$N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} = 2147,8 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot f_{yd} = 1184,4 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2 - A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 = 0,0 \text{ kNm}$$

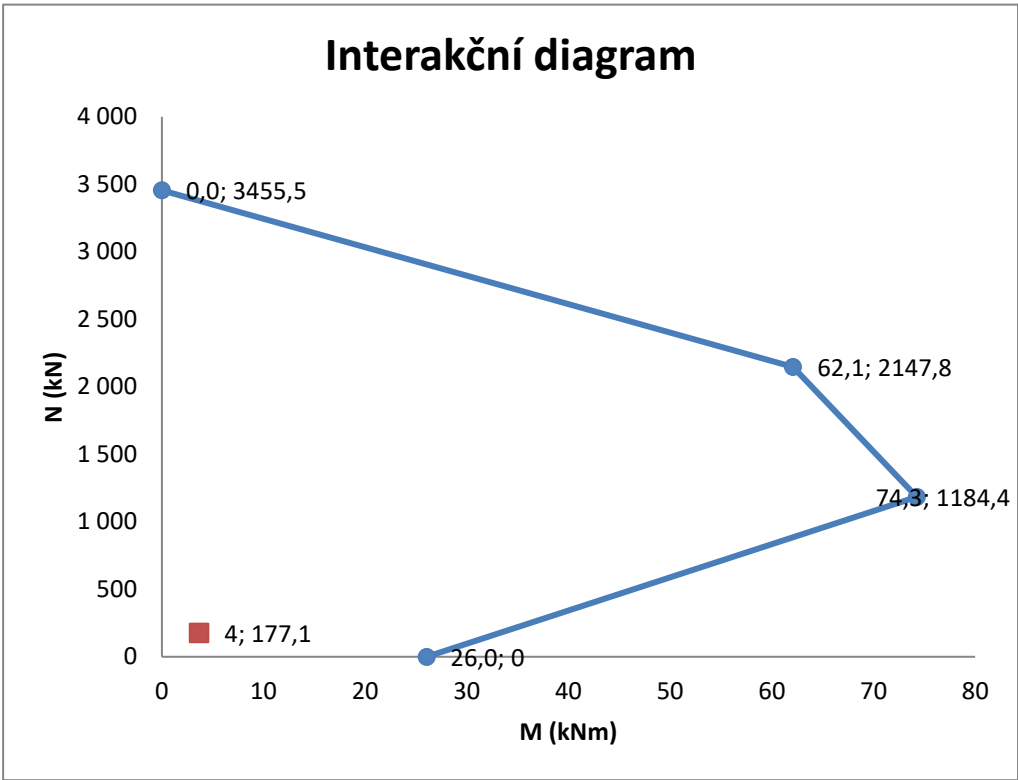
$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 62,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 74,3 \text{ kNm}$$

$$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 14,2 \text{ mm} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 114,3 \text{ mm}$$

$$M_{Rd3} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z = 26,0 \text{ kNm}$$

Interakční diagram



pro  $N_{Ed}$   $M_{Rd} = 33,25 \text{ kNm} > M_{Ed} = 7,2 \text{ kNm}$   
Navržený průřez vyhovuje

3 Posouzení stěny  
ve vodorovném směru

Rozdělovací výztuž - prostý ohyb

Výška průřezu  $h = 150 \text{ mm}$  Šířka průřezu  $b = 1\,000 \text{ mm}$   
Ohyb. moment  $M_{Ed} = 10,57 \text{ kNm}$

Posouzení na ohybový moment - tahové porušení

Navržená výztuž **6,67  $\phi$  R 10**  $A_{s1} = 524 \text{ mm}^2$   
Krytí výztuže třída **S4** (životnost konstrukce 50 let)  
prostředí **XC1** suché nebo stále mokré (min C20/25)  
 $c_{min,b} = 10 \text{ mm}$  s přihlédnutím k požadavku soudržnosti  
 $c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$  s přihlédnutím k podmínkám prostředí  
 $\Delta c_{min,\gamma} = 0 \text{ mm}$  přídatná hodnota z hlediska spolehlivosti  
 $\Delta c_{min,st} = 0 \text{ mm}$  redukce při použití nerezové oceli  
 $\Delta c_{min,add} = 0 \text{ mm}$  redukce při použití dodatečné ochrany  
 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = 15 \text{ mm}$   
 $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$  tolerance při provádění  
 $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 \text{ mm}$   $d_1 = c + \phi/2 = 30 \text{ mm}$   
 $d = h - d_1 = 120 \text{ mm}$

Kontrola vyztužení

$(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk} = 181 \text{ mm}^2$   $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 156 \text{ mm}^2$   
 $A_{s,min} = \max((0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d) / f_{yk}; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 181 \text{ mm}^2$   
 $A_{s1} = 524 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 181 \text{ mm}^2$  **vyhovuje**  
 $x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 14,2 \text{ mm}$   $z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 114,3 \text{ mm}$   
 $\xi = x/d = 0,12 < \xi_{bal,1} = 0,617$  **vyhovuje**  
 $F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 227,8 \text{ kN}$   
 $M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 26,0 \text{ kNm} > M_{Ed} = 10,6 \text{ kNm}$  **vyhovuje**