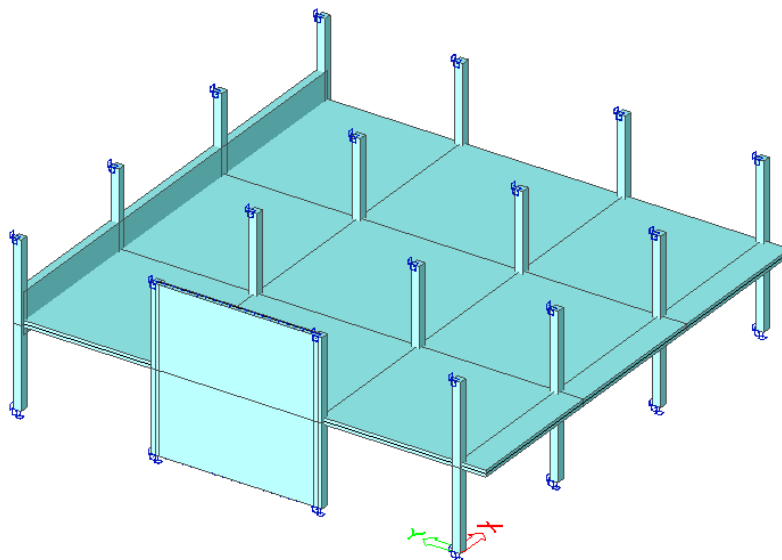




PŘÍKLAD Č. 2

OBECNÁ LOKÁLNĚ PODEPŘENÁ ŽELEZOBETONOVÁ STROPNÍ KONSTRUKCE



Projekt : FRVŠ 2011 - Analýza metod výpočtu železobetonových lokálně podepřených desek

Řešitelský kolektiv : Ing. Martin Tipka
Ing. Josef Novák
Doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.

všichni : Katedra betonových a zděných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze

Je dán železobetonový monolitický skelet (viz schéma konstrukce). Sousední desková pole jsou zatížena rozdílným užitným zatížením. Metodou součtových momentů je proveden návrh a posouzení stropní desky z hlediska ohybového namáhání. Výpočet je následně porovnán s numerickým řešením pomocí metody konečných prvků.

Parametry konstrukce :

konstrukční výška stropu : $h_d = 240 \text{ mm}$

krytí ohybové výztuže : $c = 25 \text{ mm}$

BETON : C 25/30

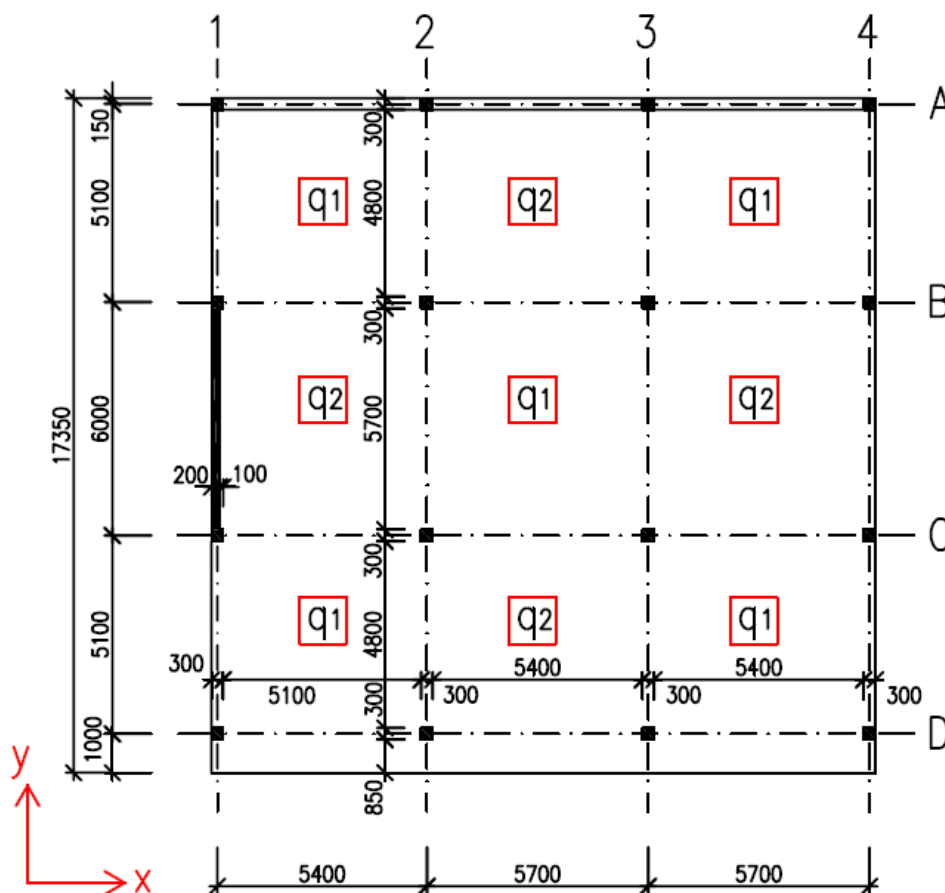
OCEL : B 500 B

ostatní stálé zatížení : $(g - g_0)_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

užitné zatížení : $q_{1,k} = 3,0 \text{ kN/m}^2$

$q_{2,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Schéma konstrukce :



Materiálové charakteristiky :

beton : C 25/30 XC2 (CZ) - CI 0,1 - D_{max} 16 - S1 $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,666 \text{ MPa}$$

ocel : B 500 B $E_s = 200 \text{ GPa}$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

I. Metoda součtových momentů (MSM) :

- podmínky umožňující použití metody součtových momentů jsou splněny :
- pravoúhlá desková pole s poměrem rozpětí pole max. 2:1
 - zatížení pouze statická (ne dynamická a únavová)
 - dostatečná tuhost obvodových ztužujících trámů
 - sloupy přenášejí pouze účinky svislého zatížení
 - poměr rozpětí pole max. 2:1
 - v obou směrech alespoň 3 desková pole
 - rozpětí následných deskových polí se neliší o více než 1/3 kratšího rozpětí
 - sloupy nejsou vychýleny z modulových os více než 10% daného rozpětí
 - konstrukce zatížená pouze svislým zatížením, rovnoměrně rozděleným po celém deskovém poli
 - užité zatížení $q_k \leq 2,2 \cdot g_k$
 - tloušťka desky $h_s \geq h_{s,lim}$

Výpočet zatížení stropní desky :

stálé zatížení :

skladba konstrukce	d [m]	ρ_v	char. zatížení g_k	γ_G	návrh. zatížení g_d
železobeton	0,240	x 2500	= 6,000 kN/m ²	x 1,35	= 8,100 kN/m ²
ostatní stálé zatížení			1,000 kN/m ²	x 1,35	= 1,350 kN/m ²
celkem			$g_k = 7,000 \text{ kN/m}^2$		$g_d = 9,450 \text{ kN/m}^2$

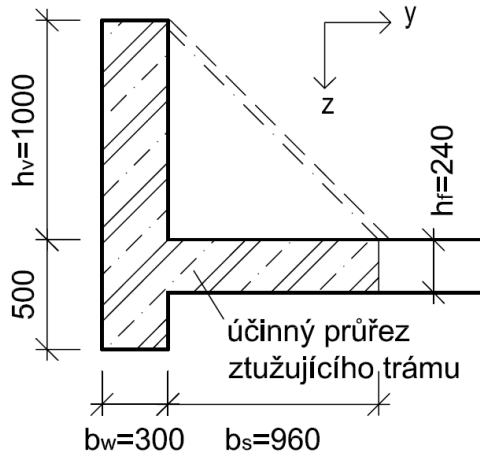
proměnné zatížení :

užitné zatížení q_1			$q_k = 3,000 \text{ kN/m}^2$	x 1,5	$q_d = 4,500 \text{ kN/m}^2$
užitné zatížení q_2			$q_k = 5,000 \text{ kN/m}^2$	x 1,5	$q_d = 7,500 \text{ kN/m}^2$
Celkem			$(g+q)_{1,k} = 10,000 \text{ kN/m}^2$		$(g+q)_{1,d} = 13,950 \text{ kN/m}^2$
			$(g+q)_{2,k} = 12,000 \text{ kN/m}^2$		$(g+q)_{2,d} = 16,950 \text{ kN/m}^2$

Součinitel ztužení α :

- pro sloupový pruh se ztužujícím trámem platí : $\alpha = \frac{E_{cb} \cdot I_b}{E_{cs} \cdot I_s}$
 - E_{cb} je modul pružnosti betonu ztužujícího trámu : $E_{cb} = 31 \text{ GPa}$
 - E_{cs} je modul pružnosti betonu desky : $E_{cs} = 31 \text{ GPa}$
 - I_b je moment setrvačnosti účinného průřezu ztužujícího trámu
 - I_s je moment setrvačnosti desky o šířce rovné šířce řešeného pruhu

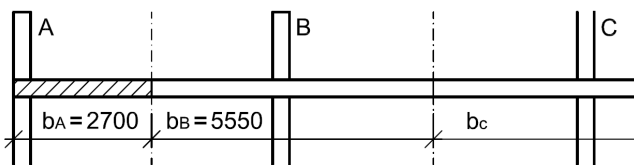
⇒ následující výpočet proveden pro pruh A :



$$b_s = \min(h_v; 4 \cdot h_f) = \min(1000; 4 \cdot 240) = 960 \text{ mm}$$

$$I_{b,1} = I_{y,1} = 0,10634 \text{ m}^4 \text{ spočteno v AutoCadu}$$

$$I_{s,1} = \frac{1}{12} \cdot b_A \cdot h_f^3 = \frac{1}{12} \cdot 2,7 \cdot 0,24^3 = 0,00311 \text{ m}^4$$



součinitel ztužení :

$$\alpha_A = \frac{E_{cb} \cdot I_{b,1}}{E_{cs} \cdot I_{s,1}} = \frac{31 \cdot 0,10634}{31 \cdot 0,00311} = 34,193$$

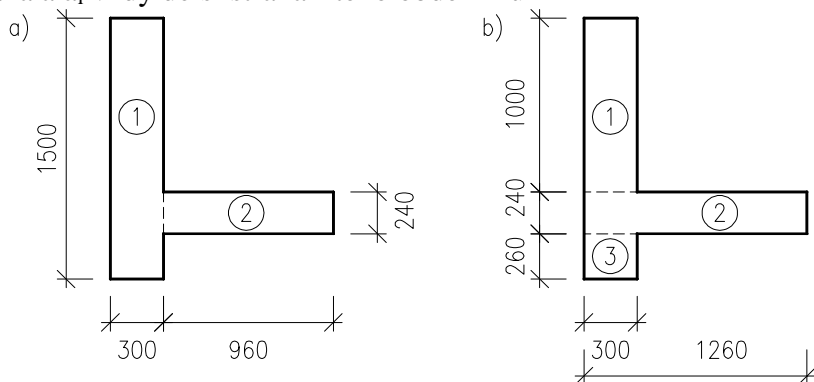
- ⇒ v pružích B, C, D, 2, 3, 4 je součinitel $\alpha = 0$
- ⇒ v pruhu I je součinitel : a) v místě stěny $\alpha = \infty$
b) v místě bez stěny $\alpha = 0$

Součinitel kroucení β_t :

- pro krajní pole vyšetřovaných pruhů s možností kroucení platí : $\beta_t = \frac{G_{cb} \cdot I_t}{E_{cs} \cdot I_s} = \frac{I_t}{2 \cdot I_s}$
 - G_{cb} je smykový modul pružnosti betonu okrajového krouceného prvku
 $G_{cb} \cong 0,5 \cdot E_{cb}$ $E_{cb} = E_{cs} = 31 \text{ GPa}$
 - I_t je moment tuhosti průřezu v kroucení okrajového krouceného prvku
 - I_s je moment setrvačnosti průřezu desky o šířce rovné rozpětí okrajového krouceného prvku ležícího kolmo k rovině vyšetřovaných momentů

⇒ následující výpočet proveden pro pruh 2 : $I_t = \sum_{i=1}^n \left(1 - 0,63 \cdot \frac{t_i}{a_i} \right) \cdot \frac{t_i^3 \cdot a_i}{3}$, kde t_i je vždy kratší

strana a_i vždy delší strana i -tého obdélníku



$$I_t^a = \left(1 - 0,63 \cdot \frac{300}{1500} \right) \cdot \frac{300^3 \cdot 1500}{3} + \left(1 - 0,63 \cdot \frac{240}{960} \right) \cdot \frac{240^3 \cdot 960}{3} = 15,526 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$I_t^b = \left(1 - 0,63 \cdot \frac{300}{1000} \right) \cdot \frac{300^3 \cdot 1000}{3} + \left(1 - 0,63 \cdot \frac{240}{1260} \right) \cdot \frac{240^3 \cdot 1260}{3} + \left(1 - 0,63 \cdot \frac{260}{300} \right) \cdot \frac{260^3 \cdot 300}{3} = 13,206 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$I_t = \max(I_t^a; I_t^b) = 15,526 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$I_s = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h_f^3 = \frac{1}{12} \cdot 5550 \cdot 240^3 = 6,394 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

součinitel kroucení :

$$\beta_t = \frac{G_{cb} \cdot I_t}{E_{cs} \cdot I_s} = \frac{I_t}{2 \cdot I_s} = \frac{15,526 \cdot 10^9}{2 \cdot 6,394 \cdot 10^9} = 1,214$$

⇒ pruhy 1, 3, 4 se řeší analogicky

⇒ v pružích A a D je součinitel $\beta_t = 0$

⇒ v pružích B a C je součinitel : a) v místě stěny $\beta_t = \infty$

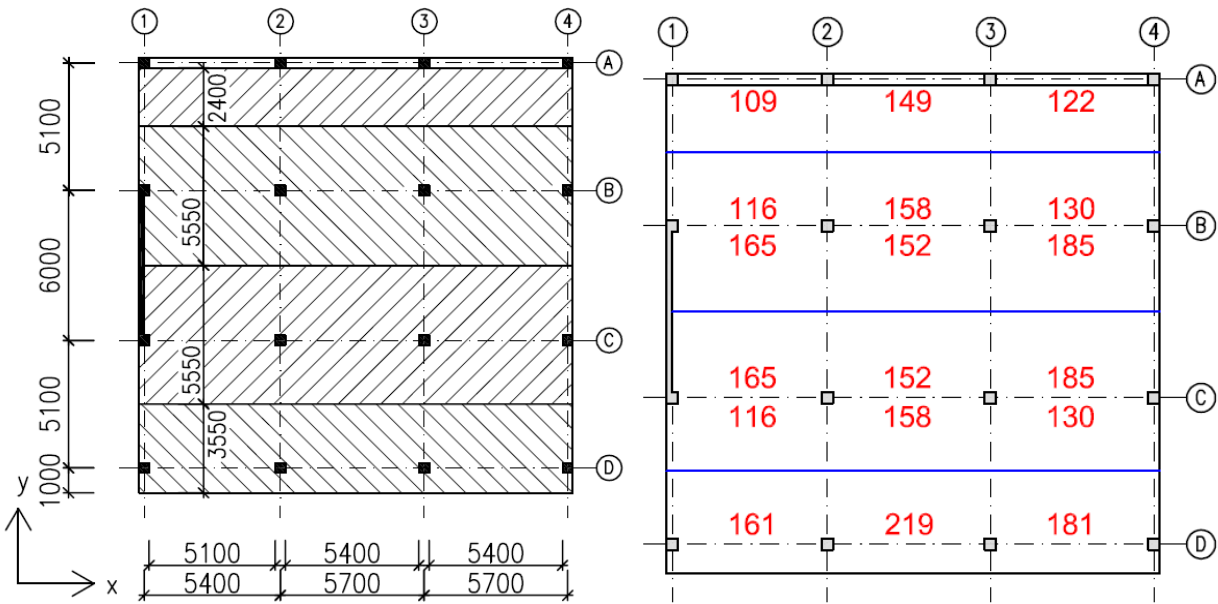
b) v místě bez stěny $\beta_t = 0$

Rekapitulace součinitelů :

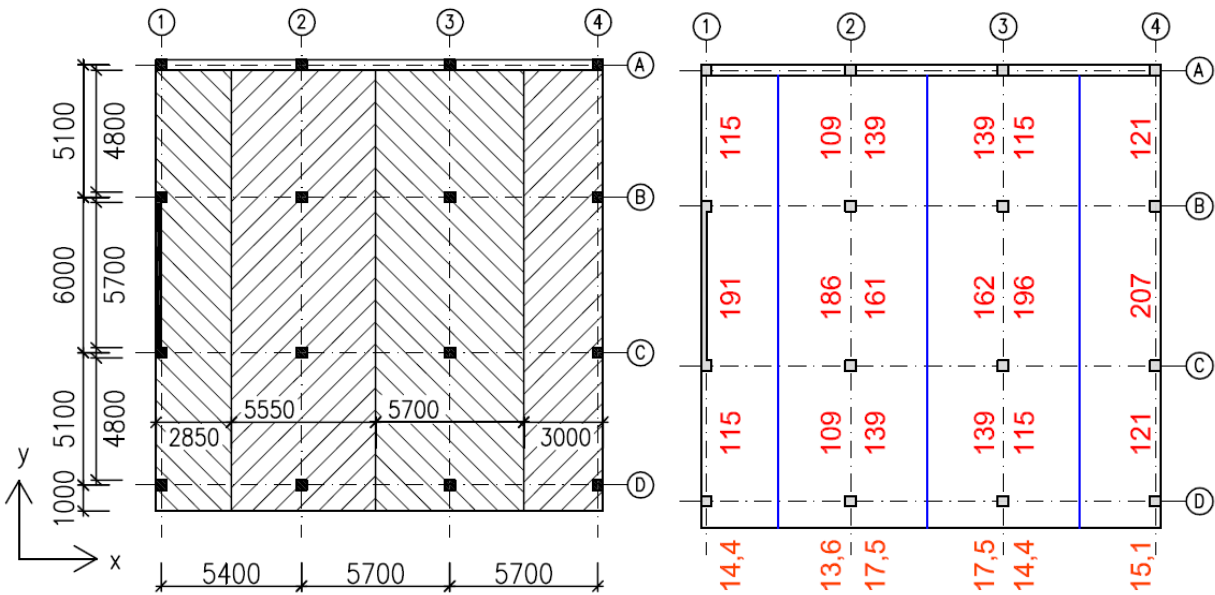
pruh		souč. ztužení α	souč. kroucení β_t	
1	v místě stěny	∞	1,248	
	mimo stěnu	0		
2		0		na straně okrajového žebra
3		0		
4		0		
A		34,193	0	
B	mimo stěnu	0	0	
	v místě stěny		∞	
C	v místě stěny	0	∞	
	mimo stěnu		0	
D		0	0	

Celkové součtové momenty :

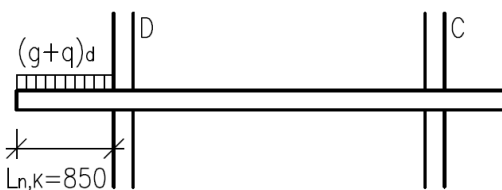
- výpočet momentů ve směru osy x : $M_{tot} = \frac{1}{8} \cdot (g + q)_d \cdot l_y \cdot l_{n,x}^2 \quad [kN \cdot m]$



- výpočet momentů ve směru osy y : $M_{tot} = \frac{1}{8} \cdot (g + q)_d \cdot l_x \cdot l_{n,y}^2 \quad [kN \cdot m]$



- moment na konzole :



$$m_{K,1} = \frac{1}{2} \cdot (g + q)_{1,d} \cdot L_{n,K}^2 = \frac{1}{2} \cdot 13,950 \cdot 0,85^2 = 5,039 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

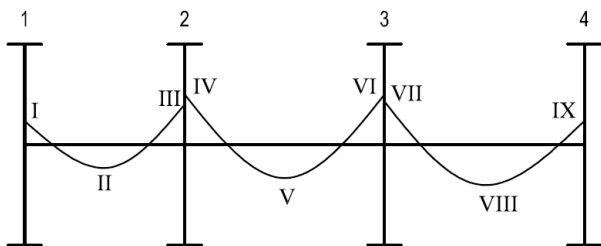
$$m_{K,2} = \frac{1}{2} \cdot (g + q)_{2,d} \cdot L_{n,K}^2 = \frac{1}{2} \cdot 16,950 \cdot 0,85^2 = 6,123 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

Rozdělení celkových součtových momentů na kladné a záporné :

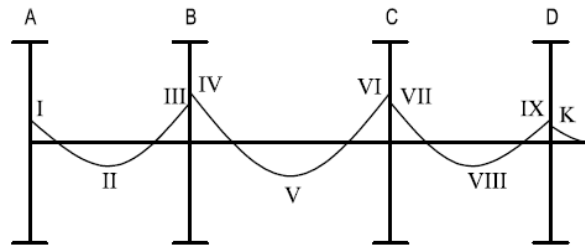
- celkové součtové momenty se na základě polohy v konstrukci rozdělí pomocí součinitelů γ na celkové záporné a kladné momenty : $M = \gamma \cdot M_{tot}$
- vnitřní pole : a) celkový záporný moment : $\gamma = 0,65 \dots\dots M = 0,65 \cdot M_{tot}$
b) celkový kladný moment : $\gamma = 0,35 \dots\dots M = 0,35 \cdot M_{tot}$
- krajní pole :

	Hodnoty γ pro krajní pole deskového pásu, pokud				okraj desky je vetknut
	okraj desky prostě uložen	deska má ztužující trámy ve všech sloupcových pruzích	deska nemá vnitřní ztužující trámy		
			bez okrajového ztužujícího trámu	s okrajovým ztužujícím trámem	
Celkový záporný moment u krajní podpory	0	0,16	0,26	0,30	0,65
Celkový kladný moment v krajním poli	0,63	0,57	0,52	0,50	0,35
Celkový záporný moment u první vnitřní podpory	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65

- ve směru x :



- ve směru y :



- přehled součinitelů γ pro jednotlivé pruhy a pozice :

poloha	ve směru x				ve směru y				
	A	B		C	D	1	2	3	4
I	0,26	0,26	0,65	0,65	0,26	0,26	0,30		
II	0,52	0,52	0,35	0,35	0,52	0,52	0,50		
III	0,70	0,70	0,65	0,65	0,70	0,70	0,70		
IV	0,65				0,65				
V	0,35				0,35				
VI	0,65				0,65				
VII	0,70				0,70				
VIII	0,52				0,52				
IX	0,26				0,26				

- rozdělené celkové součtové momenty :

poloha	ve směru x						ve směru y					
	A	B		C		D	1	2		3		4
součt. m.	109	116	165	165	116	161	115	109	139	139	115	121
I	28,3	30,2	107,3	107,3	30,2	41,9	34,5	32,7	41,7	41,7	34,5	36,3
II	56,7	60,3	57,8	57,8	60,3	83,7	57,5	54,5	69,5	69,5	57,5	60,5
III	76,3	81,2	107,3	107,3	81,2	112,7	80,5	76,3	97,3	97,3	80,5	84,7
součt. m.	149	158	152	152	158	219	191	186	161	162	196	207
IV	96,9	102,7	98,8	98,8	102,7	142,4	124,2	120,9	104,7	105,3	127,4	134,6
V	52,2	55,3	53,2	53,2	55,3	76,65	66,9	65,1	56,4	56,7	68,6	72,5
VI	96,9	102,7	98,8	98,8	102,7	142,4	124,2	120,9	104,7	105,3	127,4	134,6
součt. m.	122	130	185	185	130	181	115	109	139	139	115	121
VII	85,4	91,0	129,5	129,5	91,0	126,7	80,5	76,3	97,3	97,3	80,5	84,7
VIII	63,4	67,6	96,2	96,2	67,6	94,1	59,8	56,7	72,3	72,3	59,8	62,9
IX	31,7	33,8	48,1	48,1	33,8	47,1	29,9	28,3	36,1	36,1	29,9	31,5
K	-						14,4	13,6	17,5	17,5	14,4	15,1
IX - upr.	-						39,6	47,5	60,6	60,6	50,1	52,8

- hodnoty momentů u krajní podpory s vyložením (IX - směr y), budou upraveny na základě velikosti konzolového momentu (K) - interpolace mezi krajní (IX) a vnitřní (VII) podporou ↓

$$M_{IX-opr} = M_{IX} + \frac{M_{VII} - M_{IX}}{0,65 \cdot M_{tot}} \cdot M_K$$

- Hodnoty mezipodporových momentů (II, V a VIII) polí s užitným zatížením $q_{2,d} = 7,5 \text{ kN} / \text{m}^2$ by měly být zvětšeny součinitelem δ , zohledňujícím vliv střídavého užitného zatížení, neboť :

$$g_d = 9,450 \text{ kN} / \text{m}^2 < 2 \cdot q_{2,d} = 2 \cdot 7,5 = 15,0 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Jelikož se však jedná o výpočet srovnání dvou výpočetních metod a vliv střídavého užitného zatížení je již simulován v zadání, nebude tento krok proveden ani v jedné z použitých metod (metoda součtových momentů a MKP).

Rozdělení celkových momentů do sloupového a středních pruhů :

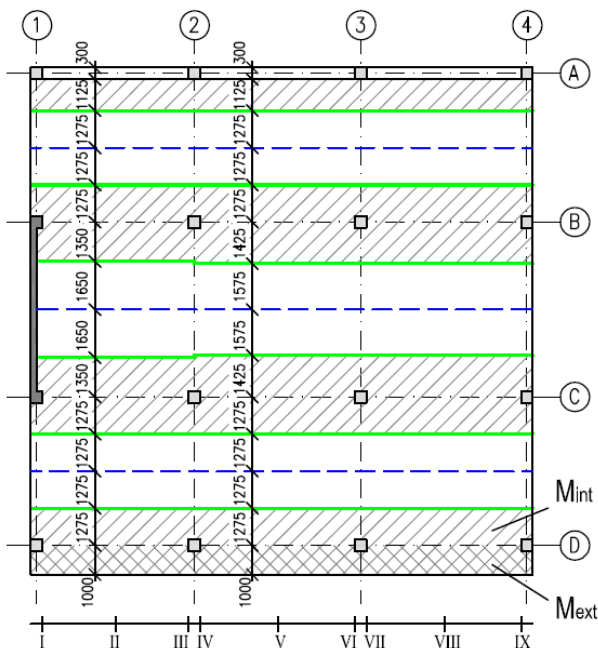
- celkové kladné a záporné momenty se přerozdělí pomocí součinitelů ω do sloupových a středních pruhů : $M_{sloup} = \omega \cdot M$
 $M_{střřř} = (1 - \omega) \cdot M$

- obecné hodnoty součinitelů ω :

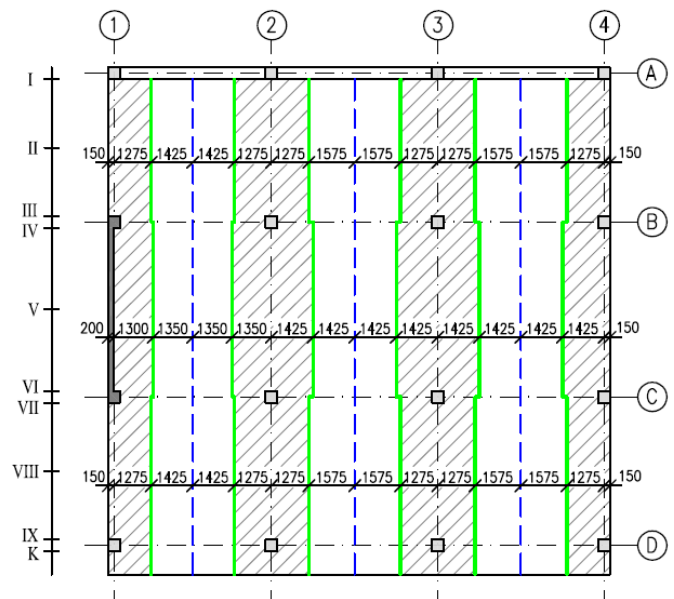
Moment	Průřez	$\alpha_1 \cdot L_2 / L_1$		ω pro L_2 / L_1		
				0,5	1,0	2,0
Záporný	v krajní podpoře	$\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 = 0$	$\beta_i = 0$	1,00	1,00	1,00
			$\beta_i \geq 2,5$	0,75	0,75	0,75
	ve střední podpoře	$\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 \geq 1,0$	$\beta_i = 0$	1,00	1,00	1,00
			$\beta_i \geq 2,5$	0,90	0,75	0,45
Kladný	v poli	$\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 = 0$	0,60	0,60	0,60	
		$\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 \geq 1,0$	0,90	0,75	0,45	

- šířky sloupových a středních pruhů patrné z obrázků

výpočet momentů ve směru osy x :



výpočet momentů ve směru osy y :



- součinitele ω pro jednotlivé pruhy a polohy :

poloha	ve směru x				ve směru y					
	A	B		C	D	1	2	3	4	
I	1,00	1,00	rovnoměrně	1,00	1,00	0,875	0,879	0,882	0,882	
II	0,767	0,60		0,60	0,60	0,60				
III	0,767	0,75		0,75	0,75	0,75				
IV	0,782	0,75		0,75		0,75				
V	0,782	0,60		0,60		0,60				
VI	0,782	0,75		0,75		0,75				
VII	0,782	0,75		0,75		0,75	0,75			
VIII	0,782	0,60		0,60	0,60	0,60				
IX	1,00	1,00		1,00	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	
K	-				1,00					

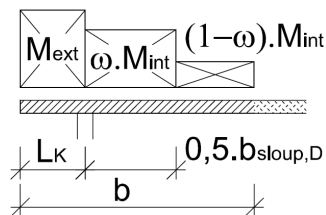
- V případě krajní podpory vyložení (IX - směr y), byly hodnoty součinitele ω interpolovány mezi střední podporou ($\omega = 0,75$) a krajní podporou ($\omega = 1,00$) :

$$\omega_{IX} = 1,0 + \frac{0,75 - 1,0}{M_{VII} - M_{IX}} \cdot (M_{IX-opr} - M_{IX})$$

- Jelikož pro vyložení konzoly platí $0,15 \cdot L_{CD} = 765 \text{ mm} \leq L_K = 1000 \text{ mm} \leq \frac{2}{3} \cdot b_{sloup,D} = 1700 \text{ mm}$, budou celkové kladné a záporné momenty M rozděleny na část vnitřní M_{int} a část vnější M_{ext} , a vnitřní část M_{int} následně rozdělena pomocí součinitele ω do sloupového a středního pruhu :

$$M_{ext} = \frac{M}{4} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot L_K}{b} \right)$$

$$M_{int} = M - M_{ext}$$



- Pro střední podpory a pole v pruhu **A** byly při $\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 \geq 1,0$ hodnoty součinitele ω interpolovány dle poměru vzájemně kolmých rozpětí přilehlého pole L_2 / L_1 mezi hodnotou $\omega = 0,90$ pro $L_2 / L_1 = 0,5$ a hodnotou $\omega = 0,75$ pro $L_2 / L_1 = 1,0$.

- Pro krajní podpory pruhu **A** jsou při $\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 \geq 1,0$ a $\beta_t = 0$ hodnoty součinitele $\omega = 1,00$.

- Pro krajní podpory pruzích **1, 2, 3 a 4** byly při $\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 = 0$ hodnoty součinitele ω interpolovány dle velikosti součinitele kroucení β_t mezi hodnotou $\omega = 1,00$ pro $\beta_t = 0$ a hodnotou $\omega = 0,75$ pro $\beta_t \geq 2,5$.

- ■ Jelikož v pruhu **A** platí $\alpha_1 \cdot L_2 / L_1 \geq 1,0$, 85% momentu příslušejícího sloupovému pruhu přeneše ztužující trám a pouze 15% momentu bude rovnoměrně rozděleno po šířce vlastního sloupového pruhu.

- Vzhledem k přítomnosti ŽB stěny nebudou momenty v pruhu 1 přerozdělovány pomocí součinitele ω , nýbrž následovně :

- 1) sloupový pruh bude vyztužen pouze konstrukčně - veškeré zatížení přebírá stěna
- 2) střední pruh bude vyztužen obdobně jako přilehlý střední pruh, příslušející sloupové řadě 2

- momenty ve sloupcích a středních pruzích [kN · m] :

poloha		ve směru x							ve směru y						
		A	B		C		D _{ext}	D _{int}	1	2	3	4			
I	sloupcový	4,2	30,2	rovnoměrně		30,2	16,4	25,5	30,2	28,7	36,7	36,8	30,4	32,0	
	střední	0,0	0,0			0,0	-	0,0	4,3	4,0	5,0	4,9	4,1	4,3	
II	sloupcový	6,5	36,2	34,7	34,7	36,2	32,7	30,6	34,5	32,7	41,7	41,7	34,5	36,3	
	střední	13,2	24,1	23,1	23,1	24,1	-	20,4	23,0	21,8	27,8	27,8	23,0	24,2	
III	sloupcový	8,8	60,9	80,5	80,5	60,9	44,0	51,5	60,4	57,2	73,0	73,0	60,4	63,5	
	střední	17,8	20,3	26,8	26,8	20,3	-	17,2	20,1	19,1	24,3	24,3	20,1	21,2	
IV	sloupcový	11,4	77,0	74,1	74,1	77,0	55,7	65,1		90,7	78,5	79,0	95,6	101,0	
	střední	21,1	25,7	24,7	24,7	25,7	-	21,7		30,2	26,2	26,3	31,9	33,7	
V	sloupcový	6,1	33,2	31,9	31,9	33,2	30,0	28,0		39,1	33,8	34,0	41,2	43,5	
	střední	11,4	22,1	21,3	21,3	22,1	-	18,7		26,0	22,6	22,7	27,4	29,0	
VI	sloupcový	11,4	77,0	74,1	74,1	77,0	55,7	65,1		90,7	78,5	79,0	95,6	101,0	
	střední	21,1	25,7	24,7	24,7	25,7	-	21,7		30,2	26,2	26,3	31,9	33,7	
VII	sloupcový	10,0	68,3	97,1	97,1	68,3	49,5	57,9		60,4	57,2	73,0	73,0	60,4	63,5
	střední	18,6	22,8	32,4	32,4	22,8	-	19,3		20,1	19,1	24,3	24,3	20,1	21,2
VIII	sloupcový	7,4	40,6	57,7	57,7	40,6	36,8	34,4		35,9	34,0	43,4	43,4	35,9	37,7
	střední	13,8	27,0	38,5	38,5	27,0	-	22,9		23,9	22,7	28,9	28,9	23,9	25,2
IX	sloupcový	4,8	33,8	48,1	48,1	33,8	18,4	28,7	37,6	42,8	54,5	54,5	45,1	47,5	
	střední	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	2,0	4,8	6,1	6,1	5,0	5,3	
K	sloupcový	-							14,4	13,6	17,5	17,5	14,4	15,1	
	střední	-							4,7	4,7	6,3	6,3	5,2	5,2	

Střední pruh vykonzolované části je dimenzován na moment $0,65 \cdot m_{K,i} \cdot b_i$ [kN · m].

Přepčet momentů na běžný metr desky :

- šířky sloupcových a středních pruhů v úrovni jednotlivých řezů [m] :

poloha		ve směru x							ve směru y					
		A	B		C		D _{ext}	D _{int}	1	2	3	4		
I	sloupcový	1,125	1,275	1,350	1,350	1,275	1,000	1,275	1,425	1,275	1,275	1,275	1,275	1,425
	střední	1,275	1,275	1,650	1,650	1,275	-	1,275	1,425	1,425	1,575	1,575	1,575	1,575
II	sloupcový	1,125	1,275	1,350	1,350	1,275	1,000	1,275	1,425	1,275	1,275	1,275	1,275	1,425
	střední	1,275	1,275	1,650	1,650	1,275	-	1,275	1,425	1,425	1,575	1,575	1,575	1,575
III	sloupcový	1,125	1,275	1,350	1,350	1,275	1,000	1,275	1,425	1,275	1,275	1,275	1,275	1,425
	střední	1,275	1,275	1,650	1,650	1,275	-	1,275	1,425	1,425	1,575	1,575	1,575	1,575
IV	sloupcový	1,125	1,275	1,425	1,425	1,275	1,000	1,275	1,300	1,350	1,425	1,425	1,425	1,575
	střední	1,275	1,275	1,575	1,575	1,275	-	1,275	1,350	1,350	1,425	1,425	1,425	1,425
V	sloupcový	1,125	1,275	1,425	1,425	1,275	1,000	1,275	1,300	1,350	1,425	1,425	1,425	1,575
	střední	1,275	1,275	1,575	1,575	1,275	-	1,275	1,350	1,350	1,425	1,425	1,425	1,425
VI	sloupcový	1,125	1,275	1,425	1,425	1,275	1,000	1,275	1,300	1,350	1,425	1,425	1,425	1,575
	střední	1,275	1,275	1,575	1,575	1,275	-	1,275	1,350	1,350	1,425	1,425	1,425	1,425
VII	sloupcový	1,125	1,275	1,425	1,425	1,275	1,000	1,275	1,425	1,275	1,275	1,275	1,275	1,425
	střední	1,275	1,275	1,575	1,575	1,275	-	1,275	1,425	1,425	1,575	1,575	1,575	1,575
VIII	sloupcový	1,125	1,275	1,425	1,425	1,275	1,000	1,275	1,425	1,275	1,275	1,275	1,275	1,425
	střední	1,275	1,275	1,575	1,575	1,275	-	1,275	1,425	1,425	1,575	1,575	1,575	1,575
IX	sloupcový	1,125	1,275	1,425	1,425	1,275	1,000	1,275	1,425	1,275	1,275	1,275	1,275	1,425
	střední	1,275	1,275	1,575	1,575	1,275	-	1,275	1,425	1,425	1,575	1,575	1,575	1,575
K	sloupcový	-							1,425	1,275	1,275	1,275	1,275	1,425
	střední	-							1,425	1,425	1,575	1,575	1,575	1,575

- momenty ve sloupcích a středních pruzích = dimenzační momenty [kN · m/m] :

poloha		ve směru x							ve směru y					
		A	B		C		D _{ext}	D _{int}	1	2		3		4
I	sloupcový	3,8	23,7	35,8		23,7	16,4	20,0	21,2	22,5	28,7	28,8	23,9	22,5
	střední	0,0	0,0			0,0	-	0,0	3,0	2,8	3,2	3,1	2,6	2,7
II	sloupcový	5,8	28,4	25,7	25,7	28,4	32,7	24,0	24,2	25,6	32,7	32,7	27,1	25,5
	střední	10,4	18,9	14,0	14,0	18,9	-	16,0	16,1	15,3	17,7	17,7	14,6	15,4
III	sloupcový	7,8	47,8	59,6	59,6	47,8	44,0	40,4	42,4	44,9	57,2	57,2	47,4	44,6
	střední	13,9	15,9	16,3	16,3	15,9	-	13,5	14,1	13,4	15,4	15,4	12,8	13,4
IV	sloupcový	10,1	60,4	52,0	52,0	60,4	55,7	51,0	0,0	67,2	55,1	55,4	67,1	64,1
	střední	16,6	20,1	15,7	15,7	20,1	-	17,0	22,4	22,4	18,4	18,5	22,4	23,6
V	sloupcový	5,4	26,0	22,4	22,4	26,0	30,0	22,0	0,0	28,9	23,7	23,9	28,9	27,6
	střední	8,9	17,3	13,5	13,5	17,3	-	14,6	19,3	19,3	15,8	15,9	19,3	20,4
VI	sloupcový	10,1	60,4	52,0	52,0	60,4	55,7	51,0	0,0	67,2	55,1	55,4	67,1	64,1
	střední	16,6	20,1	15,7	15,7	20,1	-	17,0	22,4	22,4	18,4	18,5	22,4	23,6
VII	sloupcový	8,9	53,5	68,2	68,2	53,5	49,5	45,4	42,4	44,9	57,2	57,2	47,4	44,6
	střední	14,6	17,8	20,6	20,6	17,8	-	15,1	14,1	13,4	15,4	15,4	12,8	13,4
VIII	sloupcový	6,6	31,8	40,5	40,5	31,8	36,8	27,0	25,2	26,7	34,0	34,0	28,1	26,5
	střední	10,8	21,2	24,4	24,4	21,2	-	18,0	16,8	15,9	18,4	18,4	15,2	16,0
IX	sloupcový	4,2	26,5	33,8	33,8	26,5	18,4	22,5	26,4	33,5	42,8	42,8	35,4	33,3
	střední	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	1,4	3,3	3,8	3,8	3,2	3,4
K	sloupcový	-							10,1	10,7	13,7	13,7	11,3	10,6
	střední	-							3,3	3,3	4,0	4,0	3,3	3,3

Dimenzování - ohybová výztuž :

- $h_d = 240\text{mm}$, $c_d = 25\text{mm}$
- předpoklad vyztužení desky : $\varnothing_{d,x} = 12\text{ mm} \Rightarrow d_x = 240 - 25 - 12 - 6 = 197\text{ mm}$
 $\varnothing_{d,y} = 12\text{ mm} \Rightarrow d_y = 240 - 25 - 6 = 209\text{ mm}$

základní výpočetní vzorce :

- poměrný ohybový moment : $\mu = \frac{m_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$
 \Rightarrow tabulky : poměrná výška tlačené oblasti : ξ
 \Rightarrow tabulky : poměrné rameno dvojice sil : ζ
- potřebná plocha výztuže : $a_{s,req} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$ nebo $a_{s,req} = \frac{m_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$
- skutečná výška tlačené oblasti : $x = \frac{a_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}}$
- skutečná poměrná výška tlačené oblasti : $\xi = \frac{x}{d}$
- max. poměrná výška tlačené oblasti : $\xi_{max} = 0,45$
- rameno vnitřních sil : $z = d - 0,4 \cdot x$
- moment únosnosti : $m_{Rd} = a_s \cdot f_{yd} \cdot z$

minimální plocha výztuže :

- $a_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d_y = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 209 = 313,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$
- $a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b \cdot d_y}{f_{yk}} = 0,26 \cdot \frac{2,6 \cdot 1000 \cdot 209}{500} = 282,6 \text{ mm}^2 / \text{m}$ nedojde ke křehkému lomu
- $a_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = \frac{0,4 \cdot 1,0 \cdot 2,6 \cdot 120000}{500} = 249,6 \text{ mm}^2 / \text{m}$ omezení šířky trhlin
 - vliv rozdělení napětí před vznikem trhliny : $k_c = 0,4$ ohyb
 - vliv nerovnoměrného rozdělení vlastních napětí : $k = 1,0$ $h \leq 300 \text{ mm}$
 - $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
 - plocha taženého betonu před vznikem trhlin : $A_{ct} \cong b \cdot \frac{h_d}{2} = 1000 \cdot \frac{240}{2} = 120000 \text{ mm}^2$
 - max. napětí ve výztuži po vzniku trhliny : $\sigma_c = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

⇒ konstrukční vyztužení : **4 x Ø 10mm** $a_{s,konst} = 314 \text{ mm}^2 \geq a_{s,min}$

podmínky únosnosti :

- $m_{Rd} \geq m_{Ed}$
- $\xi \leq \xi_{max} = 0,45$
- $a_{s,min} \leq a_s$

Vyztužení pásu A :

pás A		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m']	[-]	[-]	[mm ² /m']		[mm ² /m']	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m']	
I (H)	sloup.	3,8	0,006	0,007	44,5	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	0	0,000	0,000	0,0	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
II (D)	sloup.	5,8	0,009	0,011	68,0	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	10,4	0,016	0,020	122,4	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
III (H)	sloup.	7,8	0,012	0,015	91,6	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	13,9	0,021	0,027	164,1	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IV (H)	sloup.	10,1	0,016	0,020	118,9	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	16,6	0,026	0,033	196,4	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
V (D)	sloup.	5,4	0,008	0,010	63,3	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	8,9	0,014	0,017	104,6	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VI (H)	sloup.	10,1	0,016	0,020	118,9	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	16,6	0,026	0,033	196,4	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VII (H)	sloup.	8,9	0,014	0,017	104,6	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	14,6	0,023	0,029	172,4	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	6,6	0,010	0,013	77,5	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	10,8	0,017	0,021	127,2	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IX (H)	sloup.	4,2	0,006	0,008	49,2	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	0	0,000	0,000	0,0	4 x Ø 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje

Vyztužení části pásu B, přiléhající k pásu A :

pás B-A		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	23,7	0,037	0,047	282,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
II (D)	sloup.	28,4	0,044	0,056	339,2	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	18,9	0,029	0,037	224,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
III (H)	sloup.	47,8	0,074	0,096	580,4	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	15,9	0,025	0,031	188,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IV (H)	sloup.	60,4	0,093	0,123	741,6	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	20,1	0,031	0,039	238,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
V (D)	sloup.	26,0	0,040	0,051	309,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	17,3	0,027	0,034	204,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VI (H)	sloup.	60,4	0,093	0,123	741,6	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	20,1	0,031	0,039	238,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VII (H)	sloup.	53,5	0,083	0,108	652,8	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	17,8	0,028	0,035	210,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	31,8	0,049	0,063	380,9	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	21,2	0,033	0,042	251,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IX (H)	sloup.	26,5	0,041	0,052	316,0	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje

Vyztužení části pásu B, přiléhající k pásu C :

pás B-C		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	35,8	0,055	0,071	430,2	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	35,8	0,055	0,071	430,2	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
II (D)	sloup.	25,7	0,040	0,051	306,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	14,0	0,022	0,027	165,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
III (H)	sloup.	59,6	0,092	0,121	731,2	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	16,3	0,025	0,032	192,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IV (H)	sloup.	52,0	0,080	0,105	633,7	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	15,7	0,024	0,031	185,6	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
V (D)	sloup.	22,4	0,035	0,044	266,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	13,5	0,021	0,026	159,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VI (H)	sloup.	52,0	0,080	0,105	633,7	8 x ϕ 12	904,8	29,5	0,150	185,2	72,9	vyhovuje
	střed.	15,7	0,024	0,031	185,6	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VII (H)	sloup.	68,2	0,105	0,140	843,3	8 x ϕ 12	904,8	29,5	0,150	185,2	72,9	vyhovuje
	střed.	20,6	0,032	0,040	244,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	40,5	0,063	0,081	488,7	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,094	189,6	46,6	vyhovuje
	střed.	24,4	0,038	0,048	290,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IX (H)	sloup.	33,8	0,052	0,067	405,5	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje

Vyztužení části pásu C, přiléhající k pásu B :

pás C-B		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	35,8	0,055	0,071	430,2	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	35,8	0,055	0,071	430,2	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
II (D)	sloup.	25,7	0,040	0,051	306,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	14,0	0,022	0,027	165,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
III (H)	sloup.	59,6	0,092	0,121	731,2	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	16,3	0,025	0,032	192,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IV (H)	sloup.	52,0	0,080	0,105	633,7	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	15,7	0,024	0,031	185,6	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
V (D)	sloup.	22,4	0,035	0,044	266,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	13,5	0,021	0,026	159,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VI (H)	sloup.	52,0	0,080	0,105	633,7	8 x ϕ 12	904,8	29,5	0,150	185,2	72,9	vyhovuje
	střed.	15,7	0,024	0,031	185,6	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VII (H)	sloup.	68,2	0,105	0,140	843,3	8 x ϕ 12	904,8	29,5	0,150	185,2	72,9	vyhovuje
	střed.	20,6	0,032	0,040	244,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	40,5	0,063	0,081	488,7	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,094	189,6	46,6	vyhovuje
	střed.	24,4	0,038	0,048	290,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IX (H)	sloup.	33,8	0,052	0,067	405,5	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje

Vyztužení části pásu C, přiléhající k pásu D :

pás C-D		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	23,7	0,037	0,047	282,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
II (D)	sloup.	28,4	0,044	0,056	339,2	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	18,9	0,029	0,037	224,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
III (H)	sloup.	47,8	0,074	0,096	580,4	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	15,9	0,025	0,031	188,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IV (H)	sloup.	60,4	0,093	0,123	741,6	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	20,1	0,031	0,039	238,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
V (D)	sloup.	26,0	0,040	0,051	309,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	17,3	0,027	0,034	204,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VI (H)	sloup.	60,4	0,093	0,123	741,6	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	20,1	0,031	0,039	238,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VII (H)	sloup.	53,5	0,083	0,108	652,8	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	střed.	17,8	0,028	0,035	210,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	31,8	0,049	0,063	380,9	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	21,2	0,033	0,042	251,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IX (H)	sloup.	26,5	0,041	0,052	316,0	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje

Vyztužení pásu D :

pás D		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	ext.	16,4	0,025	0,032	193,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	sloup.	20,0	0,031	0,039	237,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
II (D)	ext.	32,7	0,051	0,065	392,1	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	sloup.	24,0	0,037	0,047	285,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	16,0	0,025	0,031	189,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
III (H)	ext.	44,0	0,068	0,088	533,1	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	sloup.	40,4	0,062	0,081	487,2	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,112	188,1	55,5	vyhovuje
	střed.	13,5	0,021	0,026	158,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IV (H)	ext.	55,7	0,086	0,113	680,5	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	sloup.	51,0	0,079	0,103	621,3	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,112	188,1	55,5	vyhovuje
	střed.	17,0	0,026	0,033	201,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
V (D)	ext.	30,0	0,046	0,059	358,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	sloup.	22,0	0,034	0,043	261,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	14,6	0,023	0,029	173,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VI (H)	ext.	55,7	0,086	0,113	680,5	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	sloup.	51,0	0,079	0,103	621,3	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,112	188,1	55,5	vyhovuje
	střed.	17,0	0,026	0,033	201,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VII (H)	ext.	49,5	0,077	0,100	602,2	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,131	186,7	64,3	vyhovuje
	sloup.	45,4	0,070	0,091	550,1	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,112	188,1	55,5	vyhovuje
	střed.	15,1	0,023	0,030	178,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
VIII (D)	ext.	36,8	0,057	0,073	442,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	sloup.	27,0	0,042	0,053	321,8	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,075	191,1	37,6	vyhovuje
	střed.	18,0	0,028	0,035	213,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
IX (H)	ext.	18,4	0,028	0,036	218,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	sloup.	22,5	0,035	0,044	267,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje
	střed.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,052	192,9	26,3	vyhovuje

Vyztužení pásu 1 :

pás 1		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	21,2	0,029	0,037	236,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	3,0	0,004	0,005	33,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
II (D)	sloup.	24,2	0,033	0,042	270,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	16,1	0,022	0,028	179,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
III (H)	sloup.	42,4	0,058	0,075	481,0	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	14,1	0,019	0,024	156,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IV (H)	sloup.	0,0	0,000	0,000	0,0	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	22,4	0,031	0,039	250,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
V (D)	sloup.	0,0	0,000	0,000	0,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	19,3	0,027	0,034	215,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VI (H)	sloup.	0,0	0,000	0,000	0,0	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	22,4	0,031	0,039	250,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VII (H)	sloup.	42,4	0,058	0,075	481,0	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	14,1	0,019	0,024	156,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	25,2	0,035	0,044	282,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	16,8	0,023	0,029	187,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IX (H)	sloup.	26,4	0,036	0,046	296,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	1,4	0,002	0,002	15,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
K (H)	sloup.	10,1	0,014	0,017	111,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	3,3	0,005	0,006	36,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje

Vyztužení části pásu 2, přiléhající k pásu 1 :

pás 2-1		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	22,5	0,031	0,039	251,6	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	2,8	0,004	0,005	30,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
II (D)	sloup.	25,6	0,035	0,045	286,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	15,3	0,021	0,027	170,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
III (H)	sloup.	44,9	0,062	0,080	510,4	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	13,4	0,018	0,023	148,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IV (H)	sloup.	67,2	0,092	0,121	777,2	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	22,4	0,031	0,039	250,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
V (D)	sloup.	28,9	0,040	0,051	324,6	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	19,3	0,027	0,034	215,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VI (H)	sloup.	67,2	0,092	0,121	777,2	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	22,4	0,031	0,039	250,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VII (H)	sloup.	44,9	0,062	0,080	510,4	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	13,4	0,018	0,023	148,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	26,7	0,037	0,047	299,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	15,9	0,022	0,028	176,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IX (H)	sloup.	33,5	0,046	0,059	377,6	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,3	0,005	0,006	36,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
K (H)	sloup.	10,7	0,015	0,019	118,6	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,3	0,005	0,006	36,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje

Vyztužení části pásu 2, přiléhající k pásu 3 :

pás 2-3		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	28,7	0,039	0,050	322,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,2	0,004	0,006	35,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
II (D)	sloup.	32,7	0,045	0,057	368,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	17,7	0,024	0,031	197,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
III (H)	sloup.	57,2	0,079	0,102	656,4	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	15,4	0,021	0,027	171,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IV (H)	sloup.	55,1	0,076	0,098	631,2	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	18,4	0,025	0,032	205,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
V (D)	sloup.	23,7	0,033	0,041	265,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	15,8	0,022	0,027	175,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VI (H)	sloup.	55,1	0,076	0,098	631,2	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	18,4	0,025	0,032	205,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VII (H)	sloup.	57,2	0,079	0,102	656,4	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	15,4	0,021	0,027	171,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	34,0	0,047	0,060	383,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	18,4	0,025	0,032	205,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IX (H)	sloup.	42,8	0,059	0,076	485,7	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	3,8	0,005	0,007	41,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
K (H)	sloup.	13,7	0,019	0,024	152,2	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	4,0	0,005	0,007	44,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje

Vyztužení části pásu 3, přiléhající k pásu 2 :

pás 3-2		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	28,8	0,040	0,050	323,5	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,1	0,004	0,005	34,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
II (D)	sloup.	32,7	0,045	0,057	368,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	17,7	0,024	0,031	197,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
III (H)	sloup.	57,2	0,079	0,102	656,4	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	15,4	0,021	0,027	171,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IV (H)	sloup.	55,4	0,076	0,099	634,8	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	18,5	0,025	0,032	206,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
V (D)	sloup.	23,9	0,033	0,042	267,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	15,9	0,022	0,028	176,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VI (H)	sloup.	55,4	0,076	0,099	634,8	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	18,5	0,025	0,032	206,2	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VII (H)	sloup.	57,2	0,079	0,102	656,4	6 x ϕ 12	678,6	22,1	0,106	200,1	59,1	vyhovuje
	střed.	15,4	0,021	0,027	171,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	34,0	0,047	0,060	383,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	18,4	0,025	0,032	205,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IX (H)	sloup.	42,8	0,059	0,076	485,7	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	3,8	0,005	0,007	41,9	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
K (H)	sloup.	13,7	0,019	0,024	152,2	5 x ϕ 12	565,5	18,4	0,088	201,6	49,6	vyhovuje
	střed.	4,0	0,005	0,007	44,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje

Vyztužení části pásu 3, přiléhající k pásu 4 :

pás 3-4		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	23,9	0,033	0,042	267,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	2,6	0,004	0,004	28,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
II (D)	sloup.	27,1	0,037	0,047	304,0	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	14,6	0,020	0,025	162,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
III (H)	sloup.	47,4	0,065	0,084	539,8	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	12,8	0,018	0,022	142,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IV (H)	sloup.	67,1	0,092	0,121	776,0	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	22,4	0,031	0,039	250,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
V (D)	sloup.	28,9	0,040	0,051	324,6	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	19,3	0,027	0,034	215,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VI (H)	sloup.	67,1	0,092	0,121	776,0	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	22,4	0,031	0,039	250,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VII (H)	sloup.	47,4	0,065	0,084	539,8	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	12,8	0,018	0,022	142,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	28,1	0,039	0,049	315,4	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	15,2	0,021	0,026	169,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IX (H)	sloup.	35,4	0,049	0,062	399,5	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,2	0,004	0,006	35,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
K (H)	sloup.	11,3	0,016	0,020	125,3	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,3	0,005	0,006	36,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje

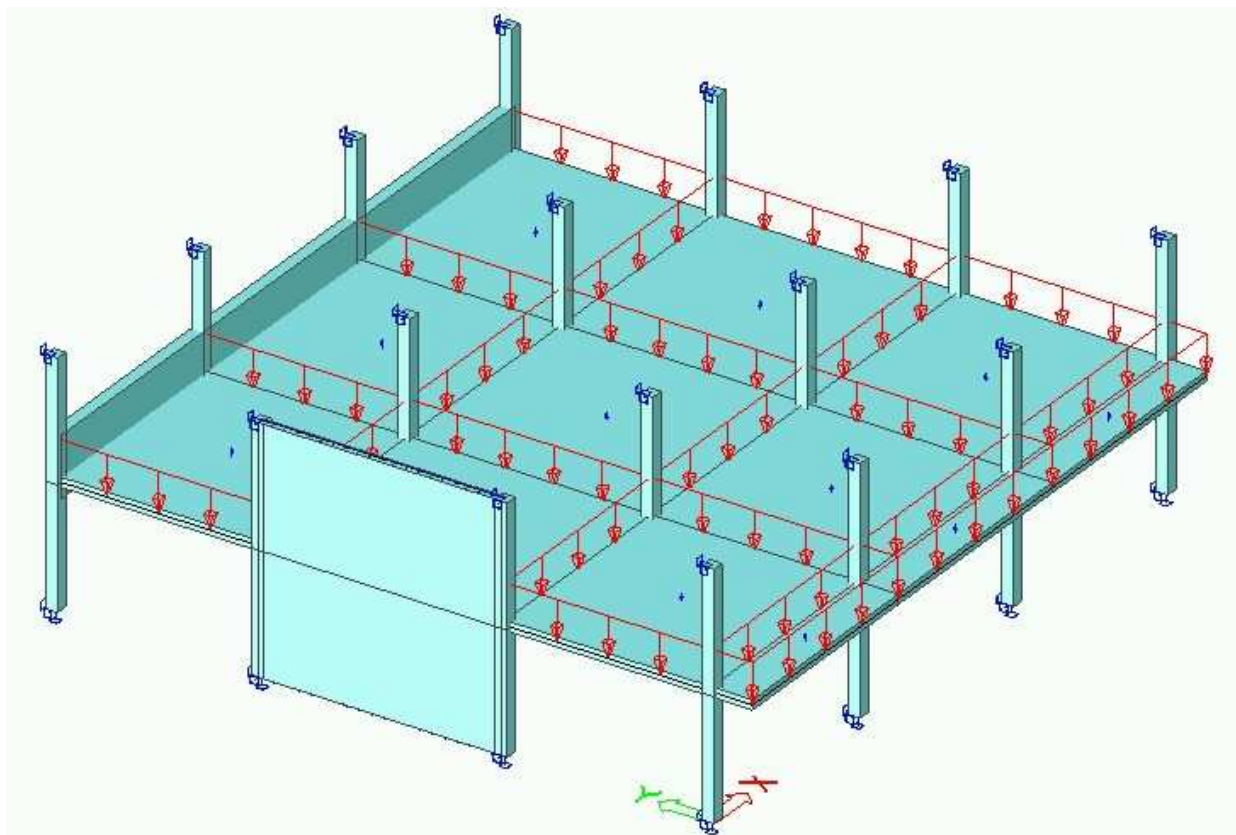
Vyztužení pásu 4 :

pás 4		m_{Ed}	μ	ξ	$a_{s,req}$	NÁVRH	a_s	x	x/d	z	m_{Rd}	$m_{Rd} > m_{Ed}$
		[kN.m/m ²]	[-]	[-]	[mm ² /m ²]		[mm ² /m ²]	[mm]	<0,45	[mm]	[kN.m/m ²]	
I (H)	sloup.	22,5	0,031	0,039	251,6	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	2,7	0,004	0,005	29,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
II (D)	sloup.	25,5	0,035	0,045	285,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	15,4	0,021	0,027	171,3	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
III (H)	sloup.	44,6	0,061	0,079	506,8	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	13,4	0,018	0,023	148,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IV (H)	sloup.	64,1	0,088	0,115	739,5	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	23,6	0,032	0,041	264,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
V (D)	sloup.	27,6	0,038	0,048	309,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	20,4	0,028	0,036	227,7	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VI (H)	sloup.	64,1	0,088	0,115	739,5	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	23,6	0,032	0,041	264,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VII (H)	sloup.	44,6	0,061	0,079	506,8	7 x ϕ 12	791,7	25,8	0,124	198,7	68,4	vyhovuje
	střed.	13,4	0,018	0,023	148,8	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
VIII (D)	sloup.	26,5	0,036	0,046	297,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
	střed.	16,0	0,022	0,028	178,1	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
IX (H)	sloup.	33,3	0,046	0,059	375,2	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,4	0,005	0,006	37,5	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje
K (H)	sloup.	10,6	0,015	0,018	117,5	4 x ϕ 12	452,4	14,8	0,071	203,1	39,9	vyhovuje
	střed.	3,3	0,005	0,006	36,4	4 x ϕ 10	314,2	10,2	0,049	204,9	28,0	vyhovuje

II. Numerické řešení metodou konečných prvků (MKP) :

Jako výpočetní model pro metodu konečných prvků byl zvolen patrový výsek konstrukce. Tento model zohledňuje vliv tuhosti svislých nosných konstrukcí nad i pod vyšetřovanou rovinou.

Výpočetní model konstrukce :



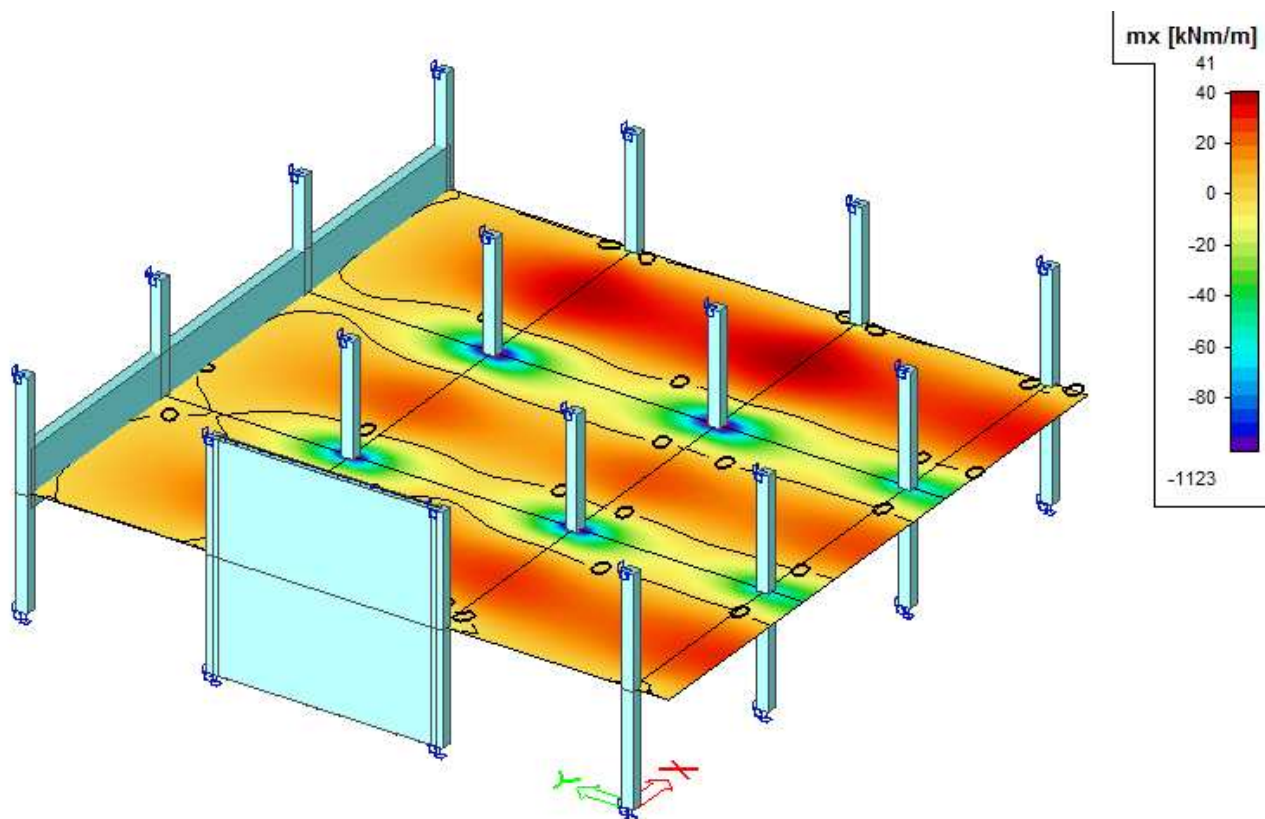
Postup :

- 1) vytvoření prostorového modelu konstrukce - patrový výsek
- 2) numerický výpočet - lineární výpočet
- 3) rozdělení konstrukce na průměrovací pásy - pásy kopírují rozdělení na sloupové a střední pruhy, užívané ve zjednodušených metodách
- 4) definování řezů na konstrukci - každým průměrovacím pásem proložený jeden řez
- 5) vykreslení ohybových momentů na řezu - představují rovnoměrné rozdělení momentu po šířce pruhu

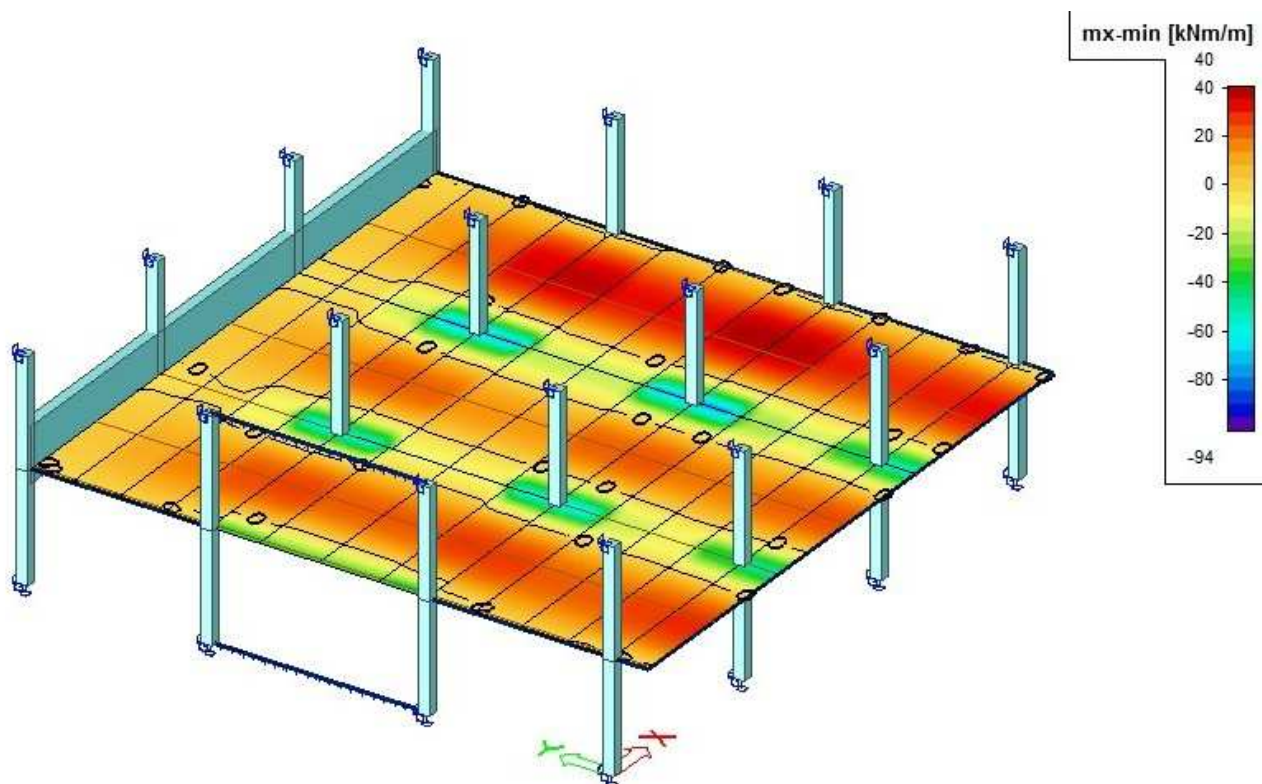
Výsledný průběh ohybových momentů na desce :

ohybové momenty ve směru osy m_x :

- bez redistribuce momentů po šířce vyšetřovaných pruhů :

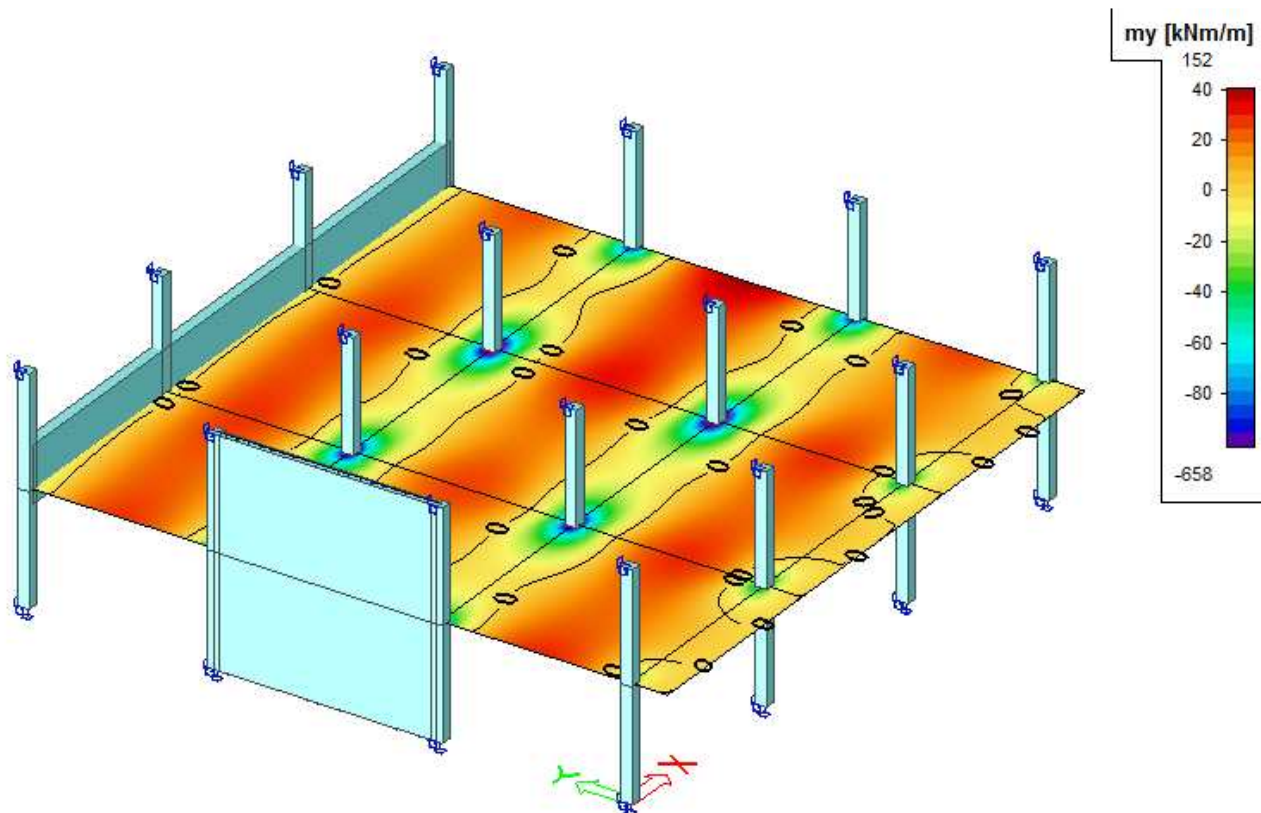


- s redistribucí momentů po šířce vyšetřovaných pruhů :

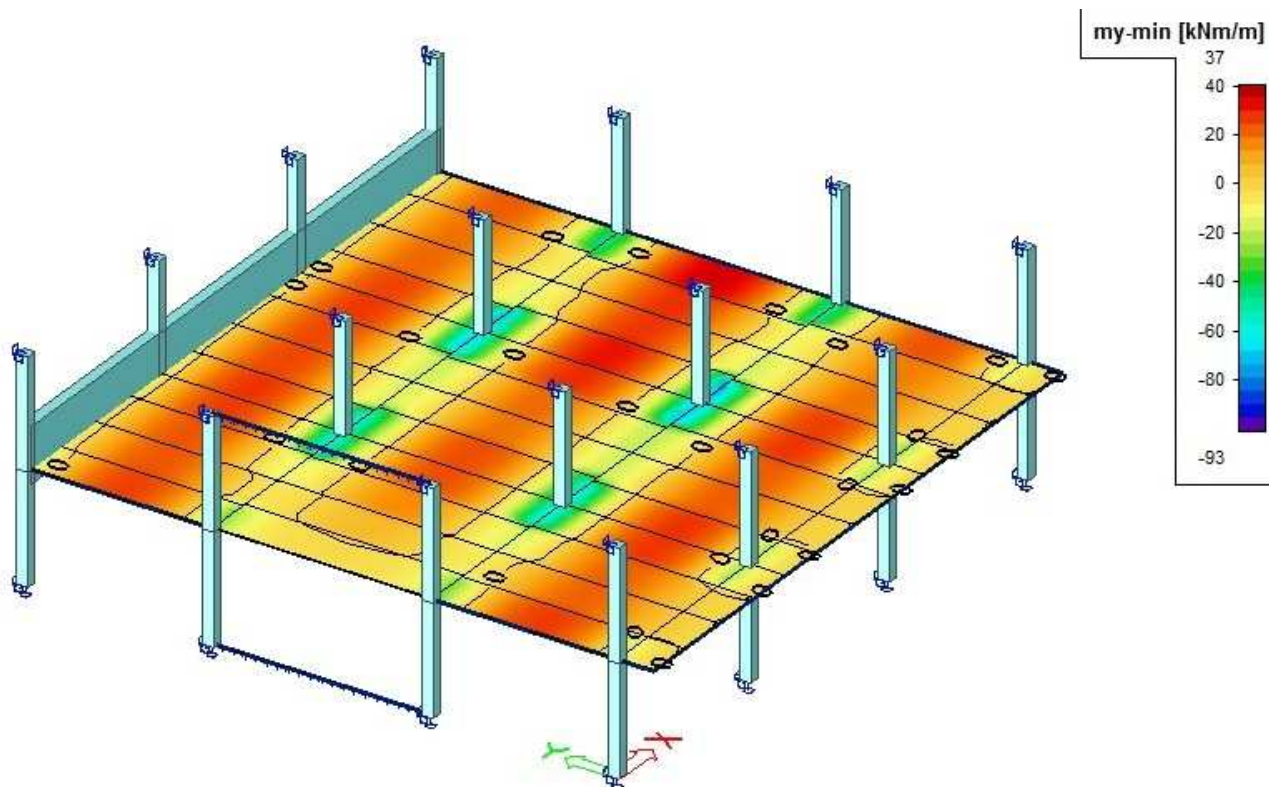


ohybové momenty ve směru osy m_y :

- bez redistribuce momentů po šířce vyšetřovaných pruhů :



- s redistribucí momentů po šířce vyšetřovaných pruhů :



Momenty MKP ve sloupových a středních pruzích = dimenzační momenty [kN · m/m²] :

poloha		ve směru x							ve směru y					
		A	B		C		D _{ext}	D _{int}	1	2		3		4
I	sloupový	0,1	3,0	20,8	21,8	3,0	2,9	3,3	17,1	11,4	12,3	11,1	12,3	13,8
	střední	0,2	0,2	19,3	19,3	0,0	-	0,0	10,6	8,0	8,6	7,9	10,3	12,2
II	sloupový	4,5	24,9	26,6	27,6	27,1	29,3	26,8	26,3	27,1	27,9	27,4	25,9	22,8
	střední	10,9	17,6	23,0	23,3	22,9	-	22,7	23,5	23,9	25,4	25,3	21,2	19,8
III	sloupový	2,4	59,8	60,9	58,0	61,5	51,0	42,4	26,8	60,6	61,3	68,7	72,8	50,0
	střední	0,9	13,3	10,1	9,4	16,9	-	12,8	4,3	11,6	14,6	16,4	13,8	7,2
IV	sloupový	2,4	59,8	60,9	58,0	61,5	51,0	42,4	24,3	60,6	61,3	68,7	72,8	50,0
	střední	0,9	13,3	10,1	9,4	16,9	-	12,8	4,3	11,6	14,6	16,4	13,8	7,2
V	sloupový	4,7	23,7	22,0	22,2	23,8	25,2	22,5	0,0	24,7	24,8	28,8	31,8	36,1
	střední	11,8	17,3	14,5	14,3	19,3	-	18,6	7,2	16,1	19,4	20,5	27,7	28,2
VI	sloupový	3,3	74,9	72,8	71,5	78,1	54,9	47,9	26,6	61,3	62,6	70,5	75,6	53,3
	střední	2,8	18,5	17,7	17,5	22,9	-	16,2	6,2	13,5	16,5	18,4	16,4	9,7
VII	sloupový	3,3	74,9	72,8	71,5	78,1	54,9	47,9	30,0	61,3	62,6	70,5	75,6	53,3
	střední	2,8	18,5	17,7	17,5	22,9	-	16,2	6,2	13,5	16,5	18,4	16,4	9,7
VIII	sloupový	5,2	35,3	38,1	39,8	38,7	33,0	30,6	27,0	27,6	28,0	27,6	26,6	24,0
	střední	14,2	24,0	32,9	33,3	31,1	-	28,3	21,8	22,2	22,5	22,4	19,4	18,0
IX	sloupový	0,7	9,2	10,4	6,4	9,8	3,7	4,9	14,4	23,1	22,2	22,2	25,0	15,0
	střední	1,5	2,1	0,2	0,0	0,5	-	0,0	4,0	2,4	3,4	3,2	1,9	3,8
K	sloupový	-							14,4	23,1	22,2	22,2	25,0	15,0
	střední	-							4,0	2,4	3,4	3,2	1,9	3,8

III. Srovnání výsledků řešení MSM a MKP :


Srovnání dimenzačních momentů m_x [$\text{kN} \cdot \text{m/m}^2$] :

poloha		A		B-A		B-C		C-B		C-D		D _{int}		D _{ext}	
		MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP
I	sloup.	3,8	0,1	23,7	3,0	35,8	20,8	35,8	21,8	23,7	3,0	20,0	3,3	16,4	2,9
	střed.	0,0	0,2	0,0	0,2		19,3		19,3	0,0	0,1	0,0	0,1	-	-
II	sloup.	5,8	4,5	28,4	24,9	25,7	26,6	25,7	27,6	28,4	27,1	24,0	26,8	32,7	29,3
	střed.	10,4	10,9	18,9	17,6	14,0	23,0	14,0	23,3	18,9	22,9	16,0	22,7	-	-
III	sloup.	7,8	2,4	47,8	59,8	59,6	60,9	59,6	58,0	47,8	61,5	40,4	42,4	44,0	51,0
	střed.	13,9	0,9	15,9	13,3	16,3	10,1	16,3	9,4	15,9	16,9	13,5	12,8	-	-
IV	sloup.	10,1	2,4	60,4	59,8	52,0	60,9	52,0	58,0	60,4	61,5	51,0	42,4	55,7	51,0
	střed.	16,6	0,9	20,1	13,3	15,7	10,1	15,7	9,4	20,1	16,9	17,0	12,8	-	-
V	sloup.	5,4	4,7	26,0	23,7	22,4	22,0	22,4	22,2	26,0	23,8	22,0	22,5	30,0	25,2
	střed.	8,9	11,8	17,3	17,4	13,5	14,5	13,5	14,3	17,3	19,3	14,6	18,6	-	-
VI	sloup.	10,1	3,3	60,4	74,9	52,0	72,8	52,0	71,5	60,4	78,1	51,0	47,9	55,7	54,9
	střed.	16,6	2,8	20,1	18,5	15,7	17,7	15,7	17,5	20,1	22,9	17,0	16,2	-	-
VII	sloup.	8,9	3,3	53,5	74,9	68,2	72,8	68,2	71,5	53,5	78,1	45,4	47,9	49,5	54,9
	střed.	14,6	2,8	17,8	18,5	20,6	17,7	20,6	17,5	17,8	22,9	15,1	16,2	-	-
VIII	sloup.	6,6	5,2	31,8	35,3	40,5	38,1	40,5	39,8	31,8	38,7	27,0	30,6	36,8	33,0
	střed.	10,8	14,2	21,2	24,0	24,4	32,9	24,4	33,3	21,2	31,1	18,0	28,3	-	-
IX	sloup.	4,2	0,7	26,5	9,2	33,8	10,4	33,8	6,4	26,5	9,8	22,5	4,9	18,4	3,7
	střed.	0,0	1,5	0,0	2,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	-	-

- dimenzování :

poloha		A		B-A		B-C		C-B		C-D		D _{int}		D _{ext}	
		MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP
1 (H)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	-	-
1-2 (D)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ12	4φ12	4φ10	4φ12	4φ12	4φ12
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	-	-
2 (H)	sloup.	4φ10	4φ10	7φ12	7φ12	7φ12	7φ12	7φ12	7φ12	7φ12	7φ12	6φ12	5φ12	7φ12	6φ12
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	-	-
2-3 (D)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	-	-
3 (H)	sloup.	4φ10	4φ10	7φ12	9φ12	8φ12	8φ12	8φ12	8φ12	7φ12	9φ12	6φ12	6φ12	7φ12	6φ12
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	-	-
3-4 (D)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	5φ12	4φ10	5φ12	4φ10	5φ12	4φ12	4φ12	4φ12	4φ12
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	-	-
4 (H)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	-	-

 větší hodnoty v případě MKP

 větší hodnoty v případě metody součtových momentů


Srovnání dimenzačních momentů m_v [$\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}^2$] :

poloha		1		2-1		2-3		3-2		3-4		4	
		MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP
I	sloup.	21,2	17,1	22,5	11,4	28,7	12,3	28,8	11,1	23,9	12,3	22,5	13,8
	střed.	3,0	10,6	2,8	8,0	3,2	8,6	3,1	7,9	2,6	10,3	2,7	12,2
II	sloup.	24,2	26,3	25,6	27,1	32,7	27,9	32,7	27,4	27,1	25,9	25,5	22,8
	střed.	16,1	23,5	15,3	23,9	17,7	25,4	17,7	25,3	14,6	21,2	15,4	19,8
III	sloup.	42,4	26,8	44,9	60,6	57,2	61,3	57,2	68,7	47,4	72,8	44,6	50,0
	střed.	14,1	4,3	13,4	11,6	15,4	14,6	15,4	16,4	12,8	13,8	13,4	7,2
IV	sloup.	0,0	24,3	67,2	60,6	55,1	61,3	55,4	68,7	67,1	72,8	64,1	50,0
	střed.	22,4	4,3	22,4	11,6	18,4	14,6	18,5	16,4	22,4	13,8	23,6	7,2
V	sloup.	0,0	0,0	28,9	24,7	23,7	24,8	23,9	28,8	28,9	31,8	27,6	36,1
	střed.	19,3	7,2	19,3	16,1	15,8	19,4	15,9	20,5	19,3	27,7	20,4	28,2
VI	sloup.	0,0	26,6	67,2	61,3	55,1	62,6	55,4	70,5	67,1	75,6	64,1	53,3
	střed.	22,4	6,2	22,4	13,5	18,4	16,5	18,5	18,4	22,4	16,4	23,6	9,7
VII	sloup.	42,4	30,0	44,9	61,3	57,2	62,6	57,2	70,5	47,4	75,6	44,6	53,3
	střed.	14,1	6,2	13,4	13,5	15,4	16,5	15,4	18,4	12,8	16,4	13,4	9,7
VIII	sloup.	25,2	27,0	26,7	27,6	34,0	28,0	34,0	27,6	28,1	26,6	26,5	24,0
	střed.	16,8	21,8	15,9	22,2	18,4	22,5	18,4	22,4	15,2	19,4	16,0	18,0
IX	sloup.	26,4	14,4	33,5	23,1	42,8	22,2	42,8	22,2	35,4	25,0	33,3	15,0
	střed.	1,4	4,0	3,3	2,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,2	1,9	3,4	3,8
K	sloup.	10,1	14,4	10,7	23,1	13,7	22,2	13,7	22,2	11,3	25,0	10,6	15,0
	střed.	3,3	4,0	3,3	2,4	4,0	3,4	4,0	3,2	3,3	1,9	3,3	3,8

- dimenzování :

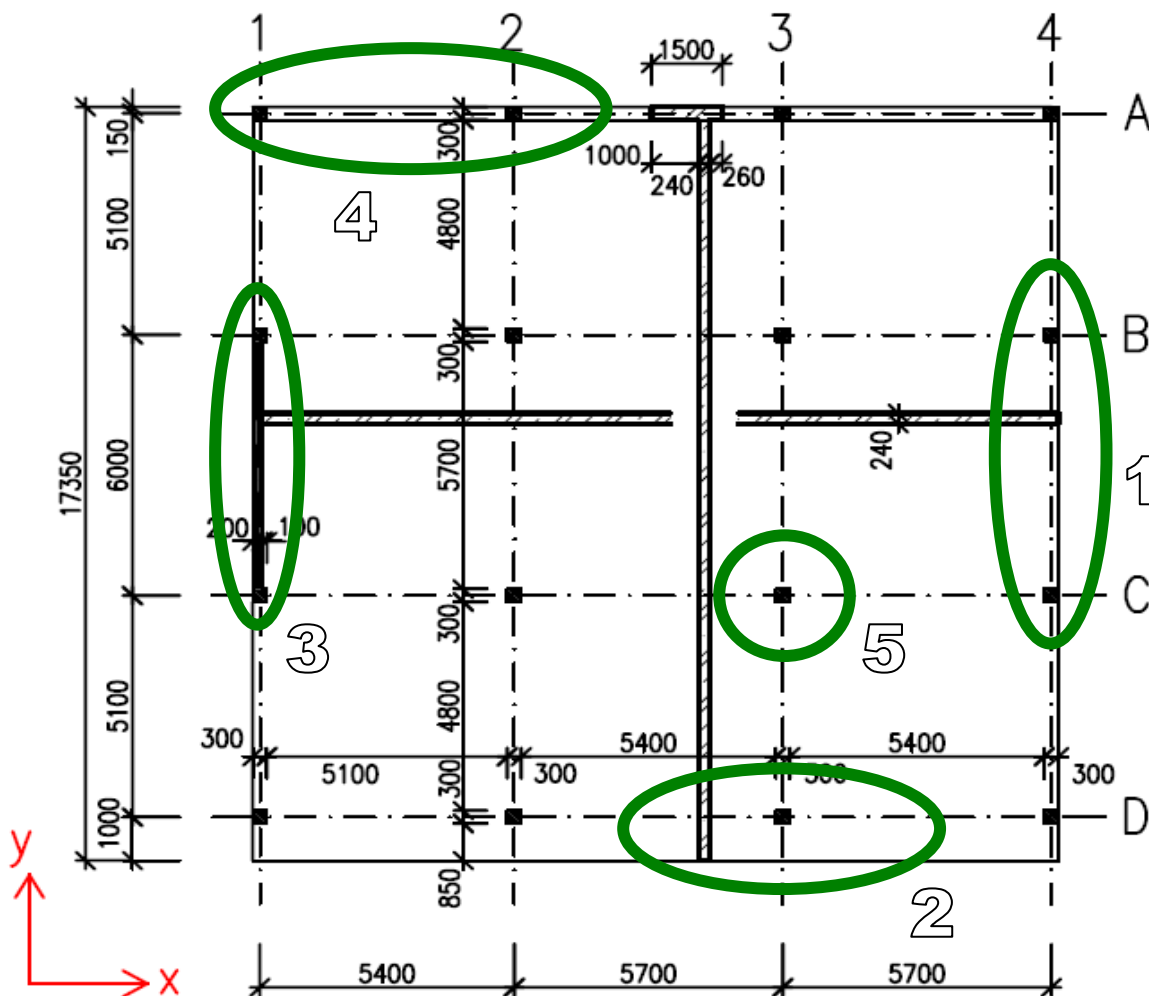
poloha		1		2-1		2-3		3-2		3-4		4	
		MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP	MSM	MKP
A (H)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
A-B (D)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
B (H)	sloup.	5φ12	4φ12	7φ12	7φ12	6φ12	7φ12	6φ12	8φ12	7φ12	8φ12	7φ12	6φ12
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
B-C (D)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ12	4φ12	4φ12	4φ10	4φ12
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
C (H)	sloup.	5φ12	4φ12	7φ12	7φ12	6φ12	7φ12	6φ12	8φ12	7φ12	8φ12	7φ12	6φ12
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
C-D (D)	sloup.	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ12	4φ12	4φ12	4φ12	4φ12	4φ12	4φ10	4φ10
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10
D (H)	sloup.	4φ10	4φ10	4φ12	4φ10	5φ12	4φ10	5φ12	4φ10	4φ12	4φ10	4φ12	4φ10
	střed.	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10	4φ10

 větší hodnoty v případě MKP

 větší hodnoty v případě metody součtových momentů

Vyhodnocení :

Při srovnání výsledků obou metod byla vytipována kritická místa konstrukce a v nich analyzovány odchylky řešení :



- **volný okraj :** MSM nadhodnocuje momenty ve sloupových pruzích kolmých k volnému okraji desky a podceňuje momenty v pruzích středních. Predikce nulového momentu na konci středního pruhu je metodou konečných prvků zpochybněna. Část desky mezi krajními sloupy (představující volný okraj desky) vykazuje určitou torzní tuhost, čímž zde vznikají záporné ohybové momenty, kolmé na volný okraj. Jejich hodnota však není příliš velká, pro jejich zachycení postačí konstrukční vyztužení desky. Momenty rovnoběžné s volným okrajem jsou u obou metod přibližně stejné a nevyvolávají výraznější rozdíly v dimenzování. 1
- **konzola :** MSM predikuje větší momenty na vnitřní hraně krajní řady podpor opatřených vyložení ve srovnání s MKP a naopak menší momenty ve středních pruzích prvního vnitřního pole. Momenty na vykonzolované části desky, kolmé na směr vykonzolování, jsou u obou metod řádově stejné. 2
- **okrajová ŽB stěna :** MKP odhaluje, že momenty v místě vetknutí stropní desky do stěny jsou i při pružném řešení téměř 2× menší, než při řešení MSM. Následkem toho se naopak zvětšují momenty v poli. V krajním sloupovém pruhu rovnoběžném se stěnou vznikají při MKP u konců stěny nezanedbatelné momenty, které jsou důsledkem napjatosti sousedního pole. Tyto momenty směrem ke středu stěny klesají k nule. Naopak střední pruh krajního pásu, rovnoběžný s okrajovou stěnou je při MSM z hlediska ohybového dimenzování značně nadhodnocen. 3

- **krajní průvlak** : Ve směru kolmém na okrajový průvlak nadhodnocuje MSM momenty ve sloupových pružích a podceňuje momenty v pružích středních. Ve směru rovnoběžném s osou průvlaků MKP signalizuje, že průvlak přenáší více než 85% momentů přilehlého sloupového pruhu, jak uvádí metoda součtových momentů. 4
- **vnitřní sloup** : I při redistribuci momentů po šířce pruhu vychází při MKP ve sloupových pružích přiléhajících vnitřním sloupům větší podporové momenty a tím i dimenze. Důvodem je fakt, že metoda součtových momentů uvažuje moment v rovině líce sloupu v celé šířce pruhu, zatímco MKP zohledňuje momenty v okolí sloupu v rovině procházející spojnici sloupů. 5

Popsané odchylky v predikci chování plynoucí z obou metod vedou k drobným odlišnostem ve vyztužení konstrukce. Spolehlivost konstrukce tím však není příliš ovlivněna, neboť rozdíly v rozmístění výztuže jsou kompenzovány v rámci redistribuce vnitřních sil po konstrukci.

Závěr :

V případě jednoduché a pravidelné konstrukce dosahují obě metody srovnatelných výsledků. Nepatrné odchylky se objevují v blízkosti podpor a okrajových částí desek, ty však nemají výraznější dopad na způsob dimenzování konstrukce. Lze předpokládat, že s rostoucí složitostí a nepravidelností konstrukce (otvory, změny průřezů, vychýlení sloupů z modulové osnovy) by se obě řešení začala rozcházet a v jistých případech predikovala zcela odlišné chování. Zůstává tak na posouzení projektanta, která z variant řešení je v konkrétním případě při konfrontaci náročnosti a přesnosti návrhu přijatelnější. Přes dostupnost výpočetní techniky nelze ani v současnosti zjednodušené metody výpočtu opomíjet.

Poděkování :

Tato srovnávací studie byla zpracována za finanční podpory projektu FRVŠ 905/2011/G1.