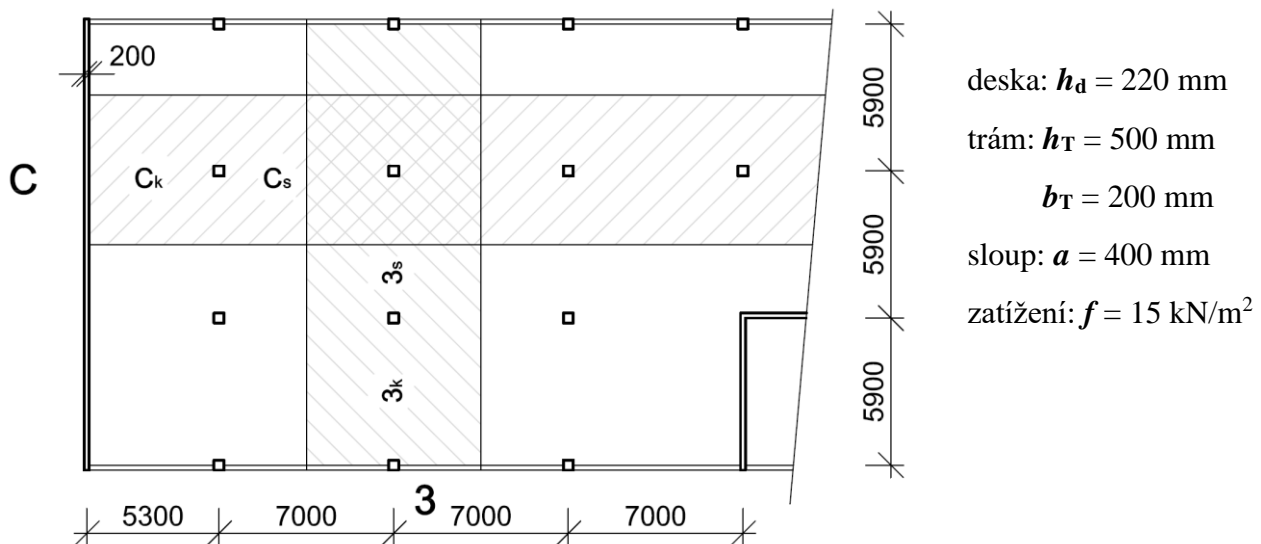




Příklad výpočtu momentů na lokálně podepřené desce

Metodou součtových momentů vyčíslete průběhy ohybových momentů ve sloupových a středních pruzích pásů C a 3 zadané konstrukce.



deska: $h_d = 220$ mm

trám: $h_T = 500$ mm

$b_T = 200$ mm

sloup: $a = 400$ mm

zatížení: $f = 15$ kN/m²

Celkové součtové momenty: (k = krajní; s = střední)

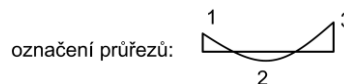
Pole C_k: $M_{\text{tot}} = \frac{1}{8} \cdot f \cdot b \cdot l_n^2 = \frac{1}{8} \cdot 15 \cdot 5,9 \cdot \left(5,3 - \frac{0,2}{2} - \frac{0,4}{2}\right)^2 = 276,56 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Pole C_s: $M_{\text{tot}} = \frac{1}{8} \cdot f \cdot b \cdot l_n^2 = \frac{1}{8} \cdot 15 \cdot 5,9 \cdot \left(7,0 - \frac{0,4}{2} - \frac{0,4}{2}\right)^2 = 481,88 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Pole 3_k: $M_{\text{tot}} = \frac{1}{8} \cdot f \cdot b \cdot l_n^2 = \frac{1}{8} \cdot 15 \cdot 7,0 \cdot \left(5,9 - \frac{0,4}{2} - \frac{0,4}{2}\right)^2 = 397,03 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Pole 3_s: $M_{\text{tot}} = 397,03 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (stejně jako 3_k)

Celkové záporné a kladné momenty:



Pole C_k: $M_1 = \gamma_1 \cdot M_{\text{tot}} = 0,65 \cdot 276,56 = 179,76 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_2 = \gamma_2 \cdot M_{\text{tot}} = 0,35 \cdot 276,56 = 96,80 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_3 = \gamma_3 \cdot M_{\text{tot}} = 0,65 \cdot 276,56 = 179,76 \text{ kN} \cdot \text{m}$

γ - okrajové pole
vetknuté (do stěny)

Pole C_s: $M_1 = \gamma_1 \cdot M_{\text{tot}} = 0,65 \cdot 481,88 = 313,22 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_2 = \gamma_2 \cdot M_{\text{tot}} = 0,35 \cdot 481,88 = 168,66 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_3 = \gamma_3 \cdot M_{\text{tot}} = 0,65 \cdot 481,88 = 313,22 \text{ kN} \cdot \text{m}$

γ - střední pole



Pole 3_k: $M_1 = \gamma_1 \cdot M_{\text{tot}} = 0,3 \cdot 397,03 = 119,11 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_2 = \gamma_2 \cdot M_{\text{tot}} = 0,5 \cdot 397,03 = 198,52 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_3 = \gamma_3 \cdot M_{\text{tot}} = 0,7 \cdot 397,03 = 277,92 \text{ kN} \cdot \text{m}$

γ - okrajové pole se
ztužujícím trámem

Pole 3_k: $M_1 = \gamma_1 \cdot M_{\text{tot}} = 0,65 \cdot 397,03 = 258,07 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_2 = \gamma_2 \cdot M_{\text{tot}} = 0,35 \cdot 397,03 = 138,96 \text{ kN} \cdot \text{m}$

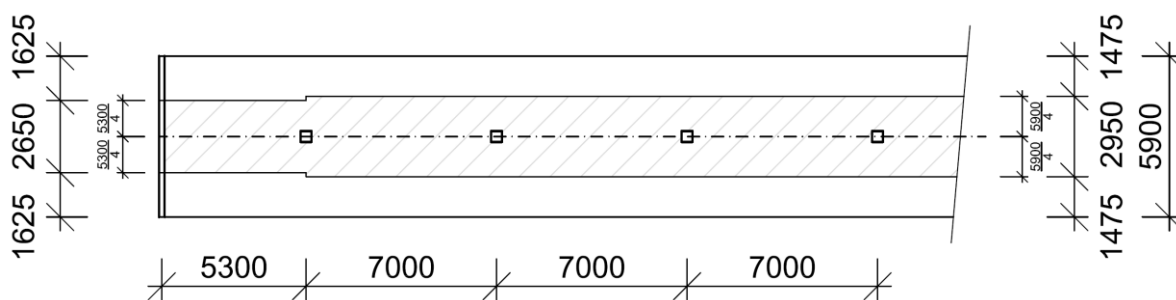
$M_3 = \gamma_3 \cdot M_{\text{tot}} = 0,65 \cdot 397,03 = 258,07 \text{ kN} \cdot \text{m}$

γ - střední pole

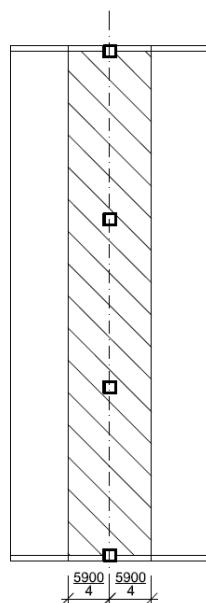
Momenty v pruzích:

Rozdělení pásů na pruhy:

pás C:



pás 3:



▪ pole C_k: sloupový pruh: $2 \cdot \frac{\min(5300;5900)}{4} = 2650 \text{ mm}$

střední pruh: $5900 - 2650 = 3250 \text{ mm}$

▪ pole C_s: sloupový pruh: $2 \cdot \frac{\min(7000;5900)}{4} = 2950 \text{ mm}$

střední pruh: $5900 - 2950 = 2950 \text{ mm}$

▪ pole 3_k: sloupový pruh: $2 \cdot \frac{\min(7000;5900)}{4} = 2950 \text{ mm}$

střední pruh: $7000 - 2950 = 4050 \text{ mm}$

▪ pole 3_k: sloupový pruh: $2 \cdot \frac{\min(7000;5900)}{4} = 2950 \text{ mm}$

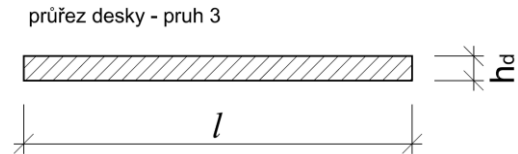
střední pruh: $7000 - 2950 = 4050 \text{ mm}$



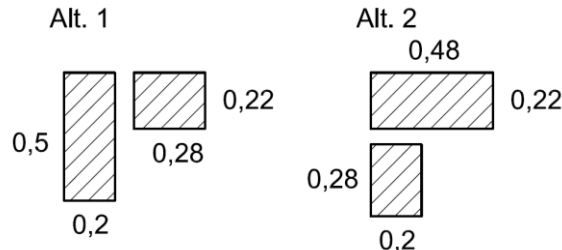
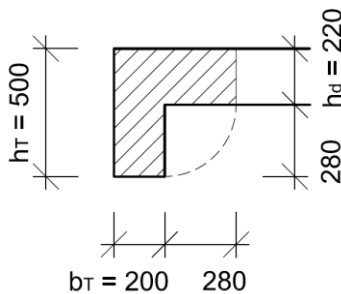


Výpočet součinitele kroucení β_t pro krajní trám:

$$I_s = \frac{1}{12} \cdot l \cdot h_d^3 = \frac{1}{12} \cdot 7,0 \cdot 0,22^3 = 6,21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$



Trám:



$$I_t = \sum_{i=1}^2 \left(1 - 0,63 \cdot \frac{t_i}{a_i} \right) \cdot \frac{t_i^3 \cdot a_i}{3}, \text{ kde } t_i \text{ je menší a } a_i \text{ je větší rozměr obdélníka}$$

$$I_{t,1} = \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,2}{0,5} \right) \cdot \frac{0,2^3 \cdot 0,5}{3} + \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,22}{0,28} \right) \cdot \frac{0,22^3 \cdot 0,28}{3} = 1,499 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{t,2} = \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,2}{0,28} \right) \cdot \frac{0,2^3 \cdot 0,28}{3} + \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,22}{0,48} \right) \cdot \frac{0,22^3 \cdot 0,48}{3} = 1,622 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_t = \max(I_{t1}; I_{t2}) = \max(1,499 \cdot 10^{-3}; 1,622 \cdot 10^{-3}) = 1,622 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\beta_t = \frac{I_t}{2 \cdot I_s} = \frac{1,622 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 6,21 \cdot 10^{-3}} = 0,131$$

Výpočet momentů ve sloupových a středních pruzích:

- hodnoty souč. ω získáme z tabulky v normy - viz návod na webu
- pro záporný moment na okraji ztuženém žebrem se souč. ω stanoví interpolací dle hodnoty souč. kroucení β_t

$$\beta_t = 0 \quad \dots \quad \omega = 1,0$$

$$\beta_t = 0,131 \quad \dots \quad \omega = ?$$

$$\beta_t = 2,5 \quad \dots \quad \omega = 0,75$$

$$\omega = 1,0 + \frac{0,75 - 1,0}{2,5 - 0} \cdot (0,131 - 0) = 0,987$$

- V tabulce vždy pro sloupový pruh platí $M_j = \omega \cdot M_i$, pro střední pruh platí $M_j = (1-\omega) \cdot M_i$
- Momenty na 1 m šířky desky spočteme jako $m_j = \frac{M_j}{s_j}$, kde s_j je šířka daného pruhu

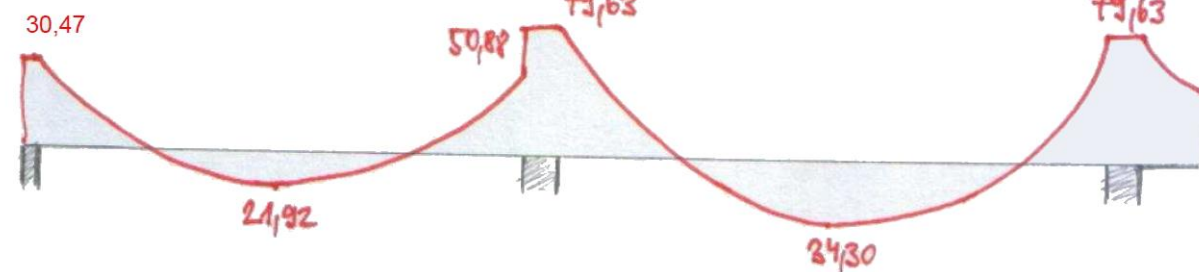


Momenty ve sloupech a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment M_i [kN.m]	Pruh	ω	Momenty ve sloupovém/středním pruhu M_j [kN.m]	Šířka pruhu s_j [m]	Momenty ve sloupovém/středním pruhu m_j [kN.m/m]
C_k	1 (levá podpora)	179,76	stěna \Rightarrow nedělíme	1,00	179,76	5,90	30,47
	2 (pole)	96,80	sloupový	0,60	58,08	2,65	21,92
			střední		38,72	3,25	11,91
	3 (pravá podpora)	179,76	sloupový	0,75	134,82	2,65	50,88
			střední		44,94	3,25	13,83
	C_s	1 (levá podpora)	313,22	sloupový	0,75	234,92	2,95
střední				78,31		2,95	26,54
2 (pole)		168,66	sloupový	0,60	101,20	2,95	34,30
			střední		67,46	2,95	22,87
3 (pravá podpora)		313,22	sloupový	0,75	234,92	2,95	79,63
			střední		78,31	2,95	26,54
3_k	1 (levá podpora)	119,11	sloupový	0,987	117,56	2,95	39,85
			střední		1,55	4,05	0,38
	2 (pole)	198,52	sloupový	0,60	119,11	2,95	40,38
			střední		79,41	4,05	19,61
	3 (pravá podpora)	277,92	sloupový	0,75	208,44	2,95	70,66
			střední		69,48	4,05	17,16
3_s	1 (levá podpora)	258,07	sloupový	0,75	193,55	2,95	65,61
			střední		64,52	4,05	15,93
	2 (pole)	138,96	sloupový	0,60	83,38	2,95	28,26
			střední		55,58	4,05	13,72
	3 (pravá podpora)	258,07	sloupový	0,75	193,55	2,95	65,61
			střední		64,52	4,05	15,93

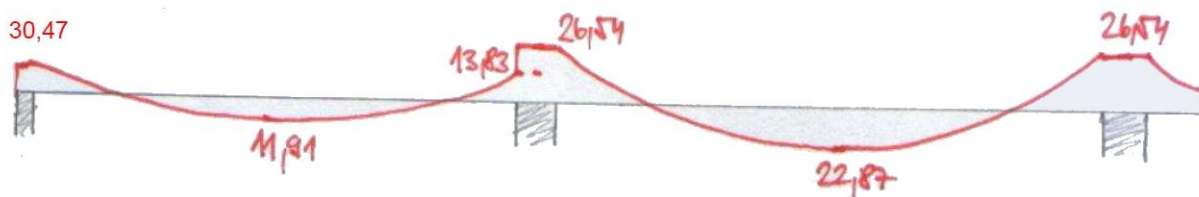


Vykreslení momentů [kN.m/m]:

Pruh C - sloupový:



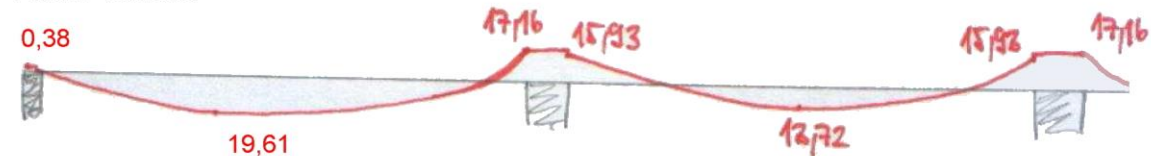
Pruh C - střední:



Pruh 3 - sloupový:



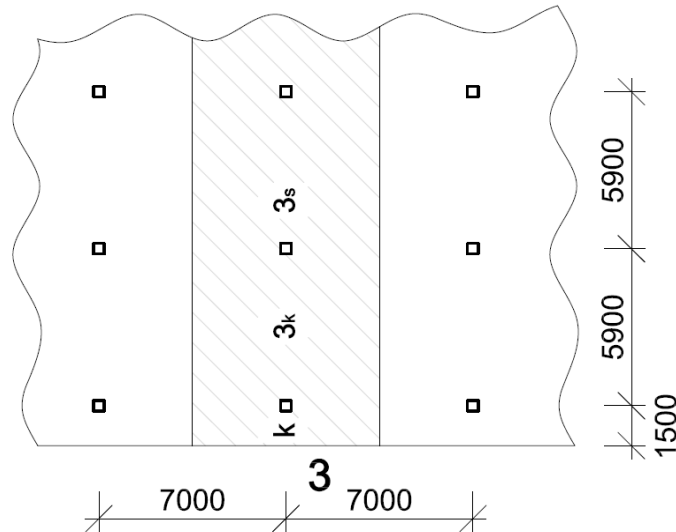
Pruh 3 - střední:





Varianta konstrukce s okrajovou KONZOLOU:

- stejná konstrukce, v pásu 3 na okraji není ztužující trám, krajní pole je překonzolované



- moment na konzole: $M_k = \frac{1}{2} \cdot f \cdot b \cdot l_{n,k}^2 = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 7,0 \cdot \left(1,5 - \frac{0,4}{2}\right)^2 = 88,73 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- Pokud by pole 3_k bylo zakončeno volným okrajem v lici sloupu, moment v krajní podpoře by byl:
 $M_k = 0$
- Pokud by pole 3_k bylo namísto překonzolování vetknuté do stěny, moment v krajní podpoře by byl:
 $M_p = 0,65 \cdot M_{\text{tot}} = 0,65 \cdot 397,03 = 258,07 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- Hodnotu γ_1 pro případ překonzolovaného pole stanovíme interpolací mezi hodnotou γ_1 pro volný okraj bez ztužujícího trámu ($\gamma_1 = 0,26$) a hodnotou γ_1 pro okraj vetknutý do stěny ($\gamma_1 = 0,65$):

$$M_k = 0 \quad \dots\dots\dots \quad \gamma_1 = 0,26$$

$$M_k = 88,73 \text{ kN.m} \quad \dots\dots\dots \quad \gamma_1 = ?$$

$$M_k = M_p = 258,07 \text{ kN.m} \quad \dots\dots\dots \quad \gamma_1 = 0,65$$

$$\gamma_1 = 0,26 + \frac{0,65 - 0,26}{258,07 - 0} \cdot (88,73 - 0) = 0,394$$

Celkové záporné a kladné momenty:

Pole 3_k : $M_1 = \gamma_1 \cdot M_{\text{tot}} = 0,394 \cdot 397,03 = 156,43 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$M_2 = \gamma_2 \cdot M_{\text{tot}} = 0,52 \cdot 397,03 = 206,46 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_3 = \gamma_3 \cdot M_{\text{tot}} = 0,7 \cdot 397,03 = 277,92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

γ - okrajové pole bez ztužujícího trámu

Momenty v poli 3_s jsou stejné jako u předchozí varianty.



Momenty v krajní podpoře:

Hodnotu ω pro vnitřní stranu krajní řady sloupů získáme interpolací podle souč. γ :

$$\begin{array}{llll} \gamma_1 = 0,26 & \dots\dots\dots & \omega = 1,0 & \text{(volný okraj)} \\ \gamma_1 = 0,394 & \dots\dots\dots & \omega = ? & \text{(naše konzola)} \\ \gamma_1 = 0,65 & \dots\dots\dots & \omega = 0,75 & \text{(zcela tuhý okraj)} \end{array}$$

$$\omega = 1,0 + \frac{0,75 - 1,0}{0,65 - 0,26} \cdot (0,394 - 0,26) = 0,914$$

Vnější strana krajní řady sloupů \Rightarrow směr konzola:

- sloupový pruh: \Rightarrow celý moment na konzole do sloupového pruhu

$$m = \frac{M_k}{b_{sloup.pruh}} = \frac{88,73}{2,95} = 30,08 \text{ kN.m/m}$$

- střední pruh: \Rightarrow do středního pruhu navíc 65% z rovnoměrně rozprostřeného momentu na konzole

$$m = \frac{0,65 \cdot M_k}{b_{3,celk}} = \frac{0,65 \cdot 88,73}{7,0} = 8,24 \text{ kN.m/m}$$

Vnitřní strana krajní řady sloupů \Rightarrow směr pole: klasické dělení dle souč. ω

- sloupový pruh:

$$m = \frac{\omega \cdot M_1}{b_{sloup.pruh}} = \frac{0,914 \cdot 156,43}{2,95} = 48,47 \text{ kN.m/m}$$

- střední pruh:

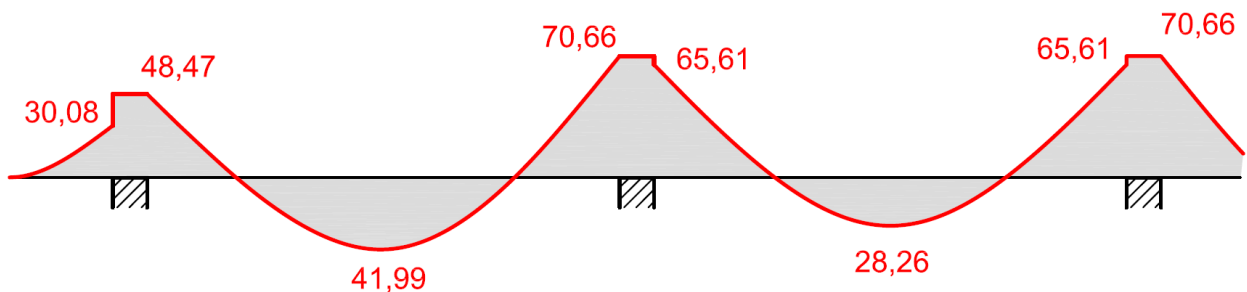
$$m = \frac{(1 - \omega) \cdot M_1}{b_{střed.pruh}} = \frac{(1 - 0,914) \cdot 156,43}{4,05} = 3,32 \text{ kN.m/m}$$



Momenty ve sloupových a středních pruzích (vypsány pouze pruh 3)							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment M_i [kN.m]	Pruh	ω	Momenty ve sloupovém/středním pruhu M_i [kN.m]	Šířka pruhu s_j [m]	Momenty ve sloupovém/středním pruhu m_j [kN.m/m]
K	konzola	88,73	sloupový	1,00	88,73	2,95	30,08
			střední	$0,65 \cdot M_k / b_{3,celk} =$			8,24
3_k	1 (levá podpora)	156,43	sloupový	0,914	142,98	2,95	48,47
			střední		13,45	4,05	3,32
	2 (pole)	206,46	sloupový	0,60	123,88	2,95	41,99
			střední		82,58	4,05	20,39
	3 (pravá podpora)	277,92	sloupový	0,75	208,44	2,95	70,66
			střední		69,48	4,05	17,16
3_s	1 (levá podpora)	258,07	sloupový	0,75	193,55	2,95	65,61
			střední		64,52	4,05	15,93
	2 (pole)	138,96	sloupový	0,60	83,38	2,95	28,26
			střední		55,58	4,05	13,72
	3 (pravá podpora)	258,07	sloupový	0,75	193,55	2,95	65,61
			střední		64,52	4,05	15,93

Vykreslení momentů [kN.m/m]:

Pruh 3 - sloupový:



Pruh 3 - střední:

