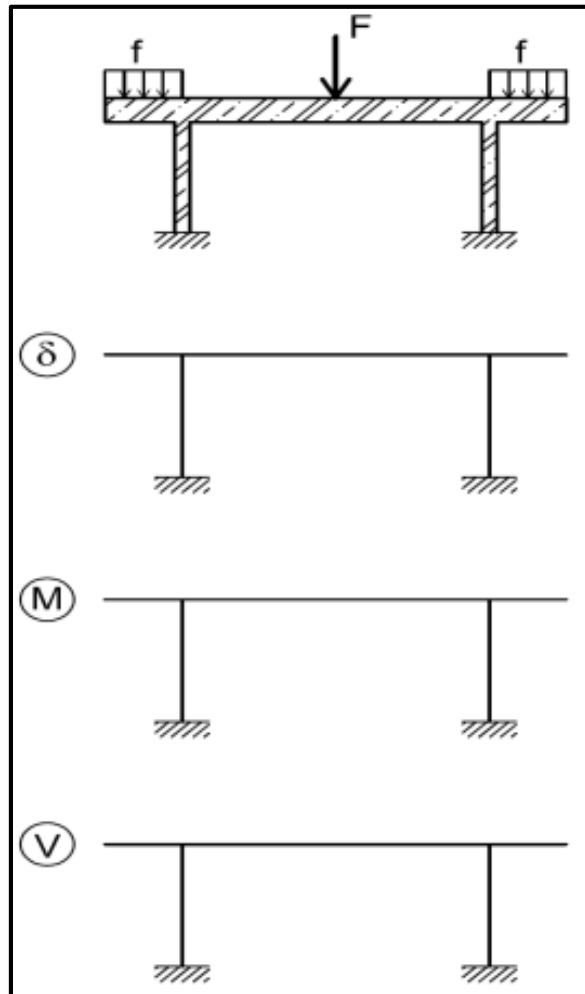


# BZKQ Část beton – 6. cvičení

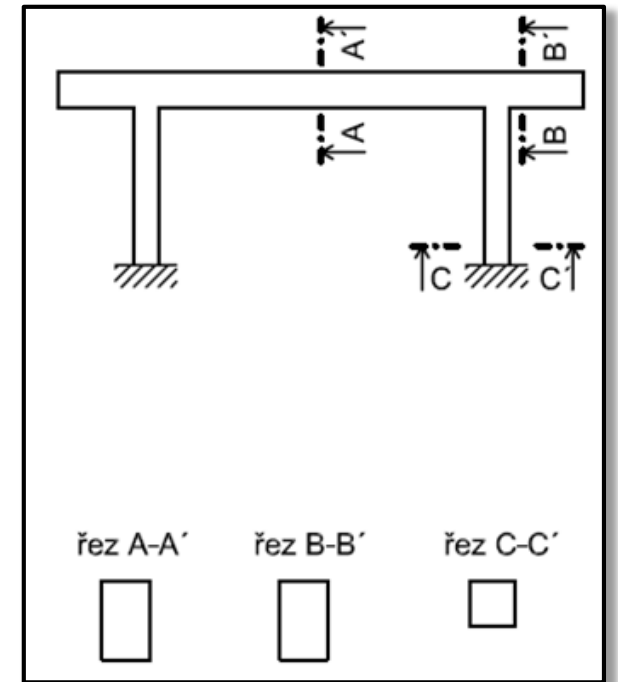
Úkol 3 – Lokálně podepřená deska  
(předběžný návrh, skica výkresu tvaru, momenty)

# Příklad 1



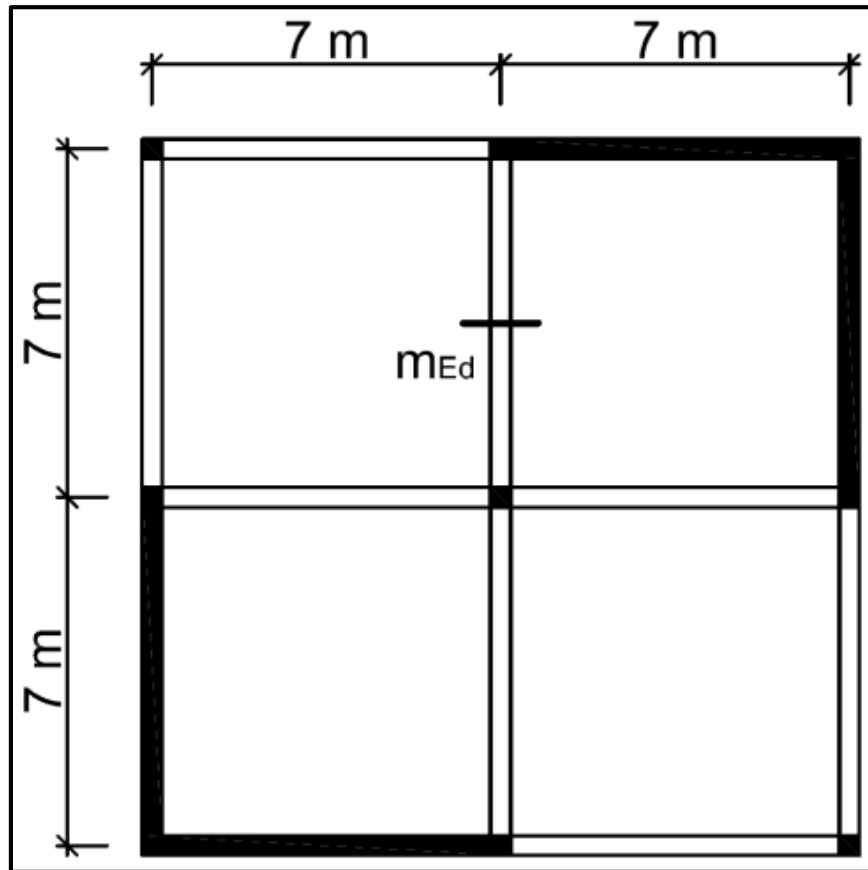
Pro zadaný ŽB rám zatížený dle obr. (vl. tíhu zanedbejte) vykreslete předpokládané průběhy **deformace**, **ohybových momentů  $M$**  a **posouvajících sil  $V$**  (dle pružnosti).

Do prvku (včetně řezů) nakreslete **vyztužení** (pouze podélnou nosnou výztuž) a tvary prutů výztuže rozkreslete pro příčli pod obr. a pro pravý sloup vedle prvku.



# Příklad 2

Po obvodě nepoddajně podepřená ŽB deska.



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

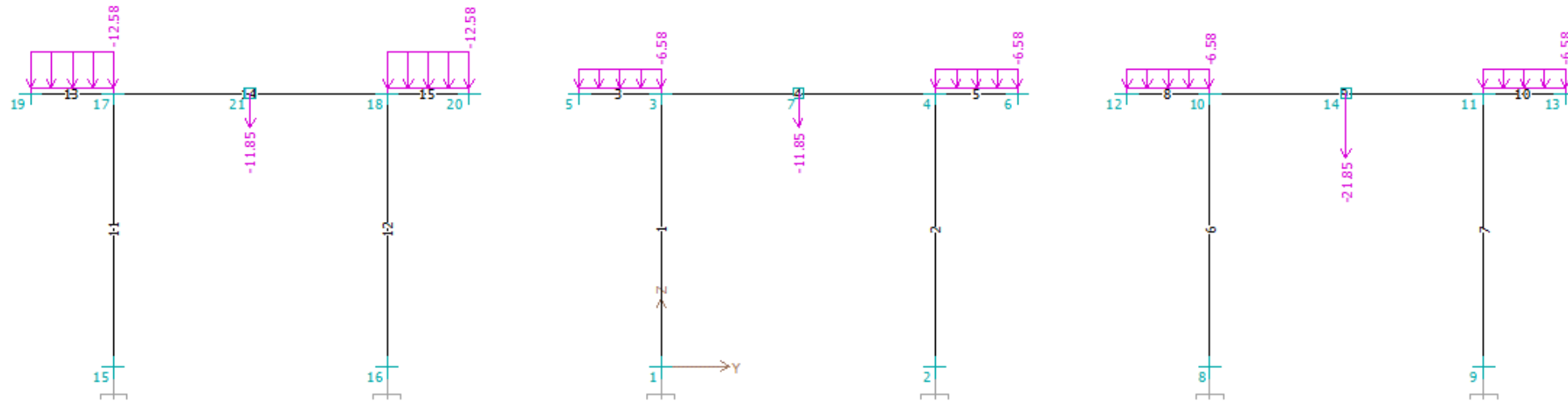
$$\varnothing 10 \text{ mm } (A_{s,1} = 78,5 \text{ mm}^2)$$

$$c = 30 \text{ mm}$$

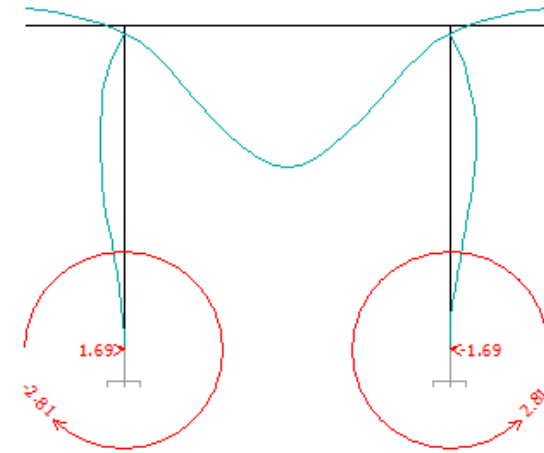
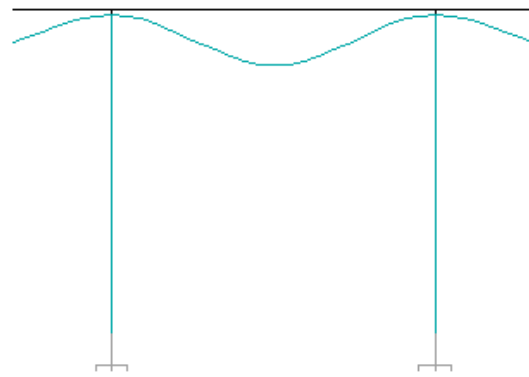
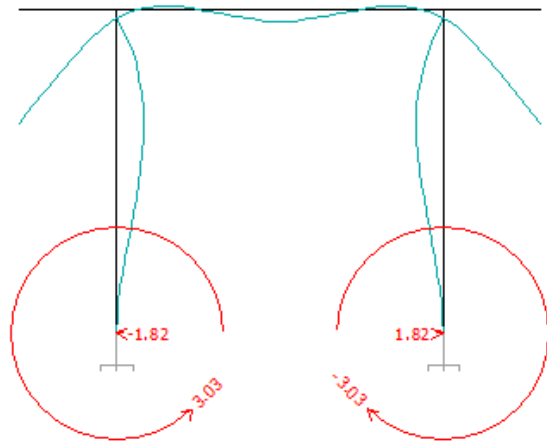
**Pružným výpočtem** spočtete **návrhový ohybový moment desky  $m_{Ed}$  [kNm/m']** nad vnitřním trámem (viz obr.) pro plošné zatížení včetně vlastní tíhy desky  $(g_d + q_d) = 14 \text{ kN/m}^2$ .

V daném místě vyčíslete **požadovanou plochu výztuže  $a_{s,rgd}$  na 1m' desky** a navrhnete konkrétní vyztužení. K výpočtu použijte odhad ramene vnitřních sil z vypočtené z hodnoty účinné výšky  $d$  ( $z = 0,9 d$ ). Navrženou výztuž zakreslete do půdorysu s popisem.

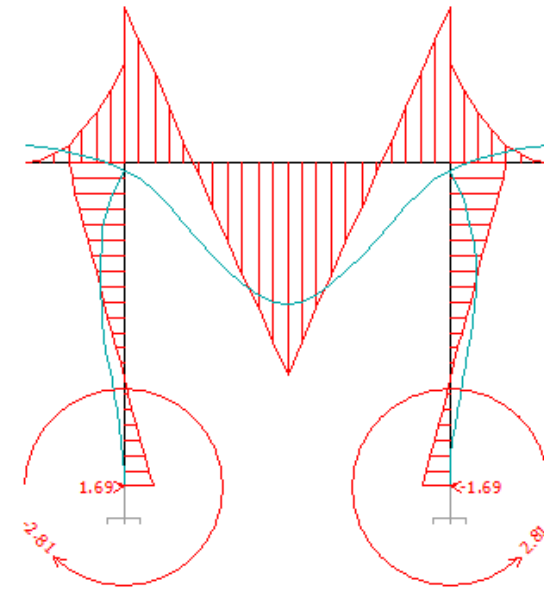
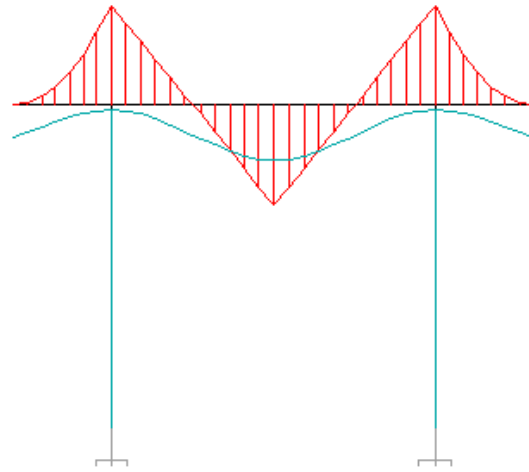
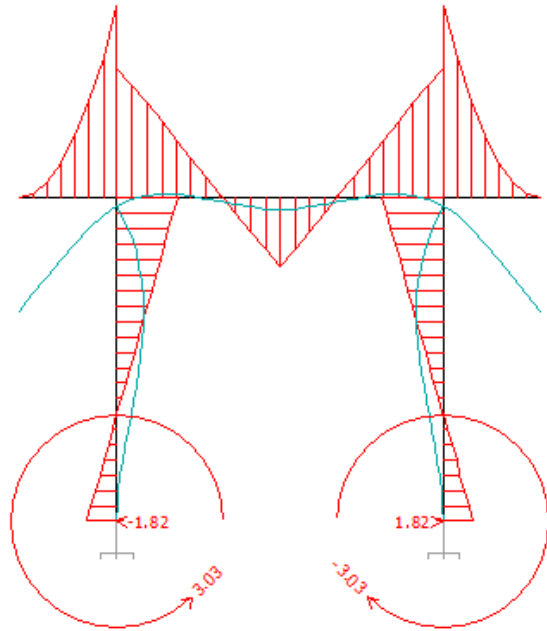
# Řešení 1



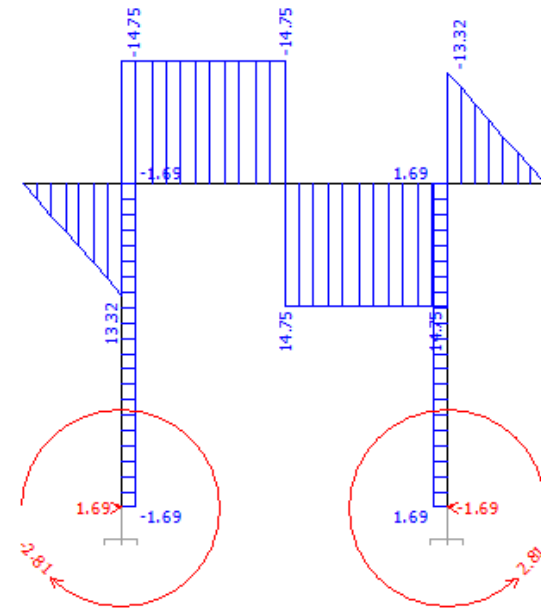
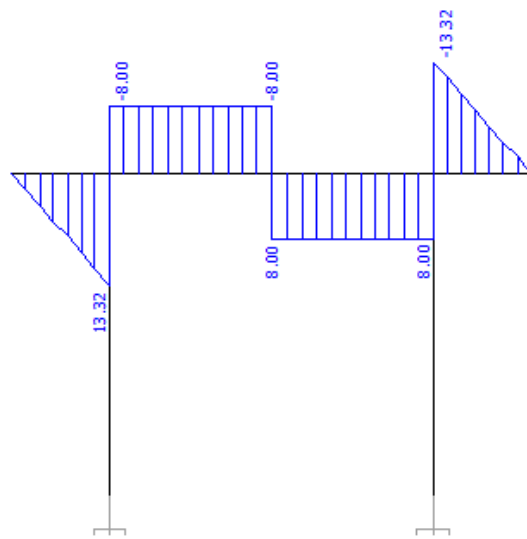
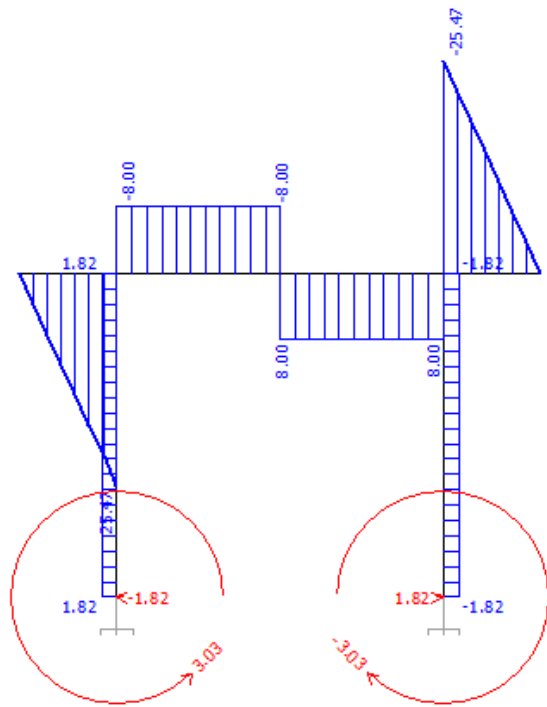
# Řešení 1



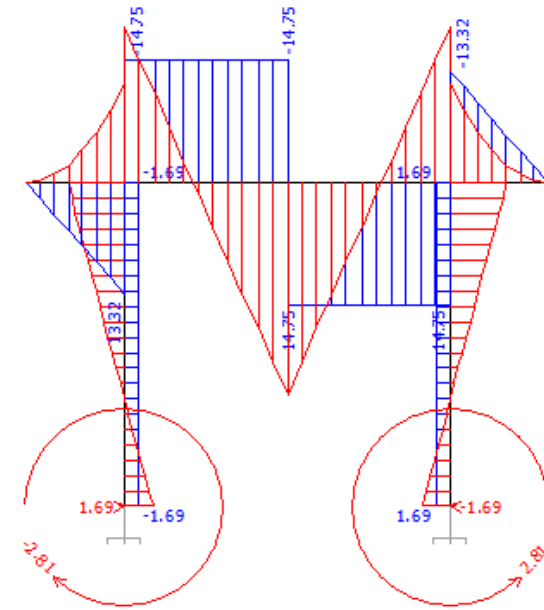
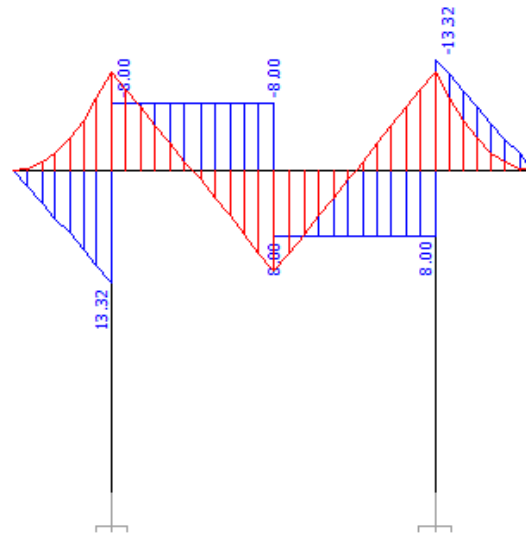
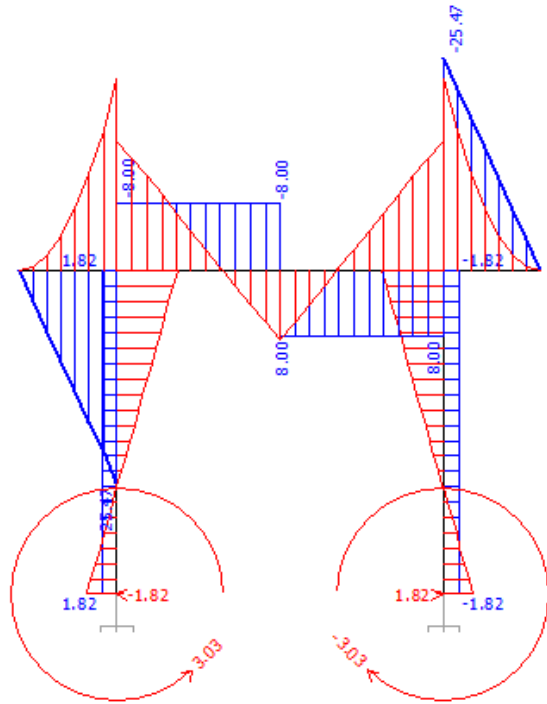
# Řešení 1



# Řešení 1

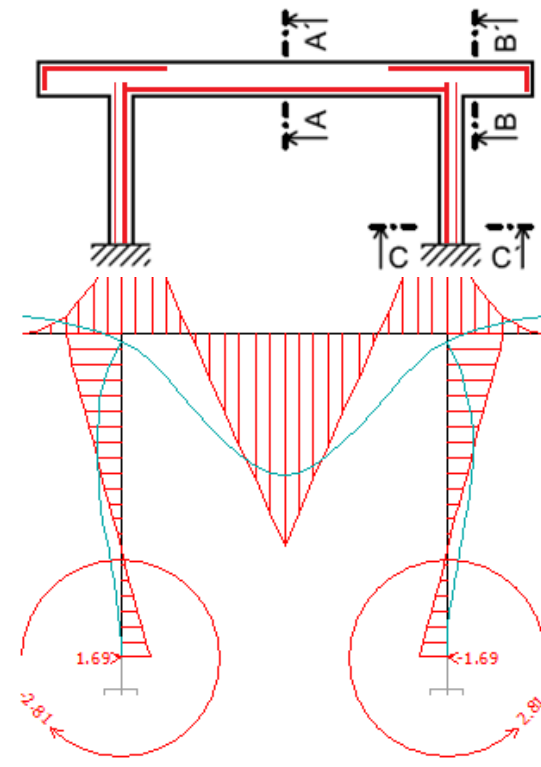
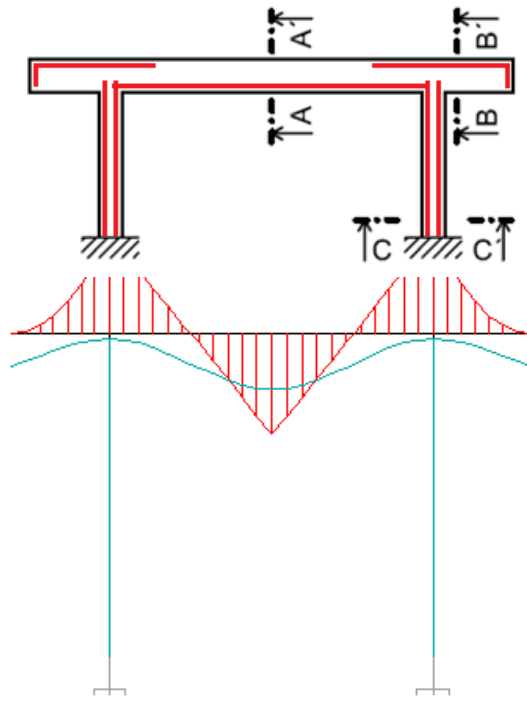
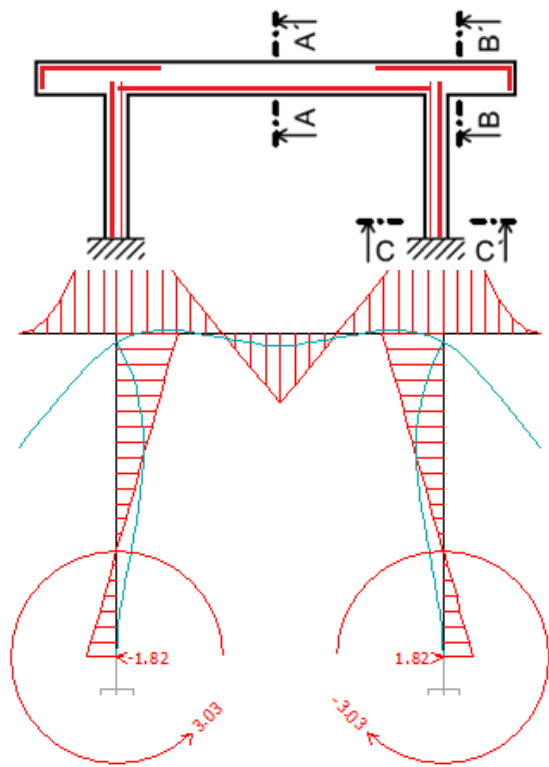


# Řešení 1





# Řešení 1



# Řešení 2

Vycházíme z rovnosti průhybů a zatížení.

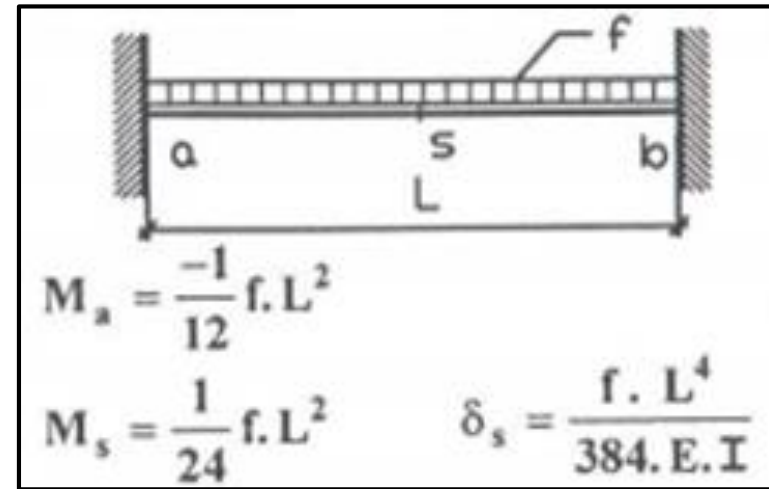
Stejné rozpony a stejné uložení → zatížení se rozdělí přesně na polovinu.

$$f_{d,x} = f_{d,y} = f_d / 2 = 14/2 = 7 \text{ kN/m}^2$$

Momenty pro Vetknutí – Vetknutí:

$$M_v = -1/12 * f * L^2$$

$$M_v = -1/12 * 7 * 7^2 = -28,583 \text{ kNm}$$



# Řešení 2

$$\varnothing 10 \text{ mm } (A_{s,1} = 78,5 \text{ mm}^2)$$

$$d = h_d - c - \varnothing/2 = 220 - 30 - 10/2 = 185 \text{ mm}$$

$$z = 0,9 * 185 = 166,5 \text{ mm}$$

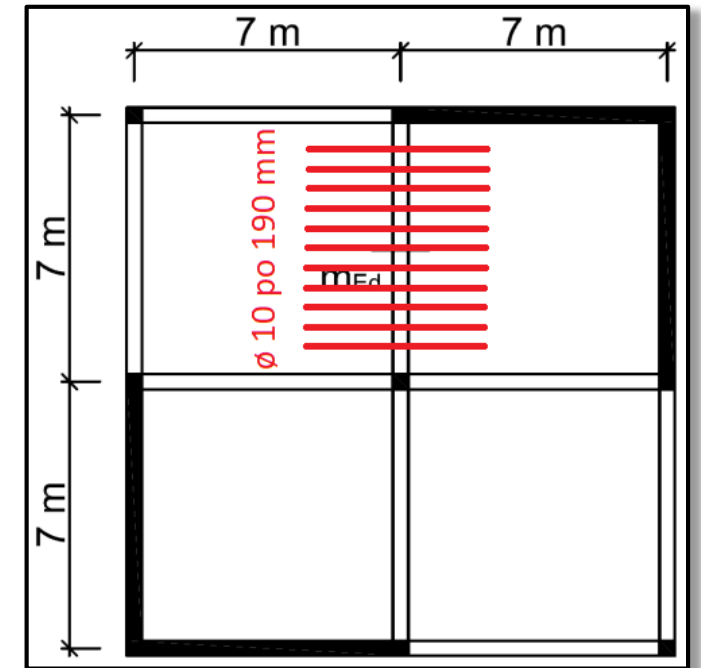
$$M_{Rd} = A_s f_{yd} z \geq M_{Ed}$$

$$M_{Ed} = A_s f_{yd} z$$

$$28,583 = A_s * 435 * 166,5$$

$$A_{s,req} = 394,64 \text{ mm}^2$$

$$\text{NÁVRH: } \varnothing 10 \text{ po } 190 \text{ mm } (A_{s,prov} = 413,16 \text{ mm}^2)$$



# Náplň 6. cvičení

- I. Zatížení desky
- II. Návrh rozměrů prvků
- III. Předběžné ověření protlačení
- IV. Skica tvaru
- V. Momenty na desce

# I. Zatížení desky

Klasicky formou tabulky

Typ zatížení			Charakteristické	Součinitel	Návrhové
Stálé	Vlastní tíha	25 * 250	6.25	1.35	8.44
	Ostatní stálé	viz U1/str.5	1.5	1.35	2.03
	$\Sigma$		<b>7.75</b>	<b>1.35</b>	<b>10.46</b>
Proměnné	Užitné	viz U1/str.5	5	1.5	7.50
	$\Sigma$		5	1.5	7.50
<b>CELKEM</b>			<b>12.75</b>		<b>17.96</b>

## II. Návrh rozměrů prvků

- 1) Tloušťka stropní desky
- 2) Tloušťka stěny
- 3) Rozměry trámu (je-li přítomen)
- 4) Rozměry sloupu

## Deska - empiricky

$$h_d = \frac{1}{30} l_{n,\max}$$

$l_{n,\max}$  je největší světlé rozpětí desky

# Deska – ohybová štíhlost

$$h_{d2} = d + \frac{\varnothing}{2} + c_{\text{nom}}$$

$$d \geq \frac{l}{K_{c1} \cdot K_{c2} \cdot K_{c3} \cdot \lambda_{d,\text{tab}}}$$

$\lambda_{d,\text{tab}}$  vyberte z tabulky pro lokálně podporovanou desku a uvažujte  $\rho = 0,5 \%$

$\varnothing$  výztuže v desce zvolte 8 nebo 10 mm

$c_{\text{nom}}$  převezměte z úlohy 1



## Deska – finální návrh

Zvolit finální hodnotu přibližně okolo empiricky stanovené hodnoty.

Pokud dle ohybové štíhlosti vyjde větší hodnota, tak se snažte se jí přiblížit, ale ne nutně za každou cenu (návrh pak může být neekonomický).

Příklad 1:

empiricky: 180 mm

dle ohyb. štíhlosti: 350 mm

finální: 250 mm

Příklad 2:

empiricky: 250 mm

dle ohyb. štíhlosti: 200 mm

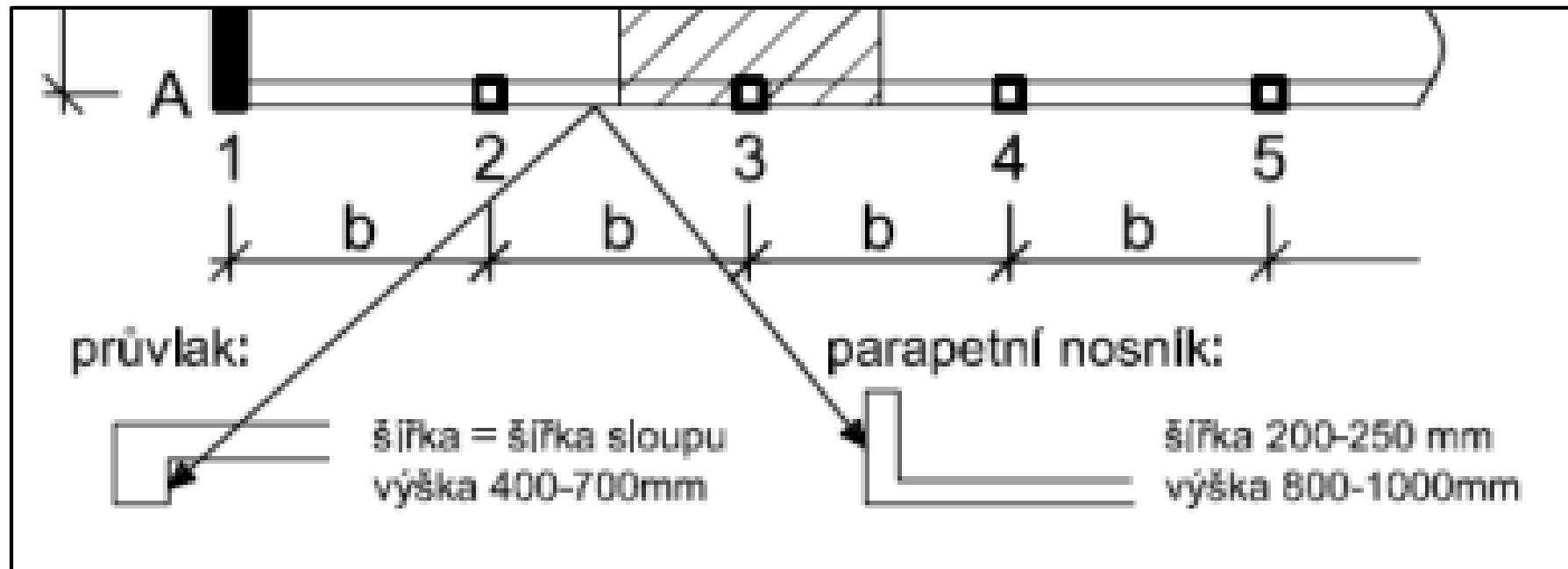
finální: 250 mm

# Tloušťka stěny

Tloušťku stěny zvolte 200 až 250 mm.

# Rozměry trámu

Rozměry okrajového trámu (je-li v konstrukci) zvolte dle zadání.



# Rozměry sloupu

Návrh rozměrů sloupu proveďte jako v 1. cvičení.

$$A_c \geq \frac{N_{Ed}}{0,8 f_{cd} + \rho_s \sigma_s}$$

Navrhujte sloupy čtvercového nebo kruhového průřezu.

## III. Předběžné ověření protlačení

Protlačení = propíchnutí bezprůvlakové desky sloupem.

Podmínky, které musí být splněny, aby k tomu nedošlo:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

$v_{Ed}$  je účinek **návrhového zatížení** v kontrolovaném obvodu

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

$v_{Rd,max}$  je **únosnost v protlačení v obvodu  $u_0$**  (únosnost tlakové diagonály), ve cvičení  $u_0$  odpovídá obvodu sloupu

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

$v_{Rd,c}$  je **únosnost v protlačení bez výztuže** na protlačení v kontrolovaném **obvodu  $u_1$**

$v_{Rd,cs}$  je **únosnost v protlačení s výztuží** na protlačení

## III. Předběžné ověření protlačení

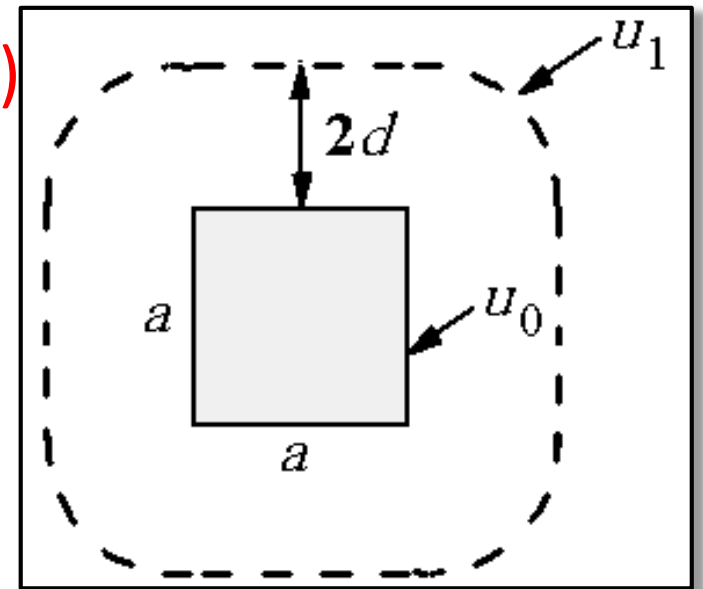
Protlačení = propíchnutí bezprůvlakové desky sloupem.

Podmínky, které musí být splněny, aby k tomu nedošlo:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad \text{obvod } u_0 \text{ (obvod sloupu)}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad \text{obvod } u_1 \text{ bez výztuže}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cs} \quad \text{obvod } u_1 \text{ s výztuží}$$



## III. Předběžné ověření protlačení

V předběžném návrhu budeme ověřovat, zda je konstrukce schopna při dostatečném vyztužení přenést požadovaný účinek zatížení. Budeme zabývat:

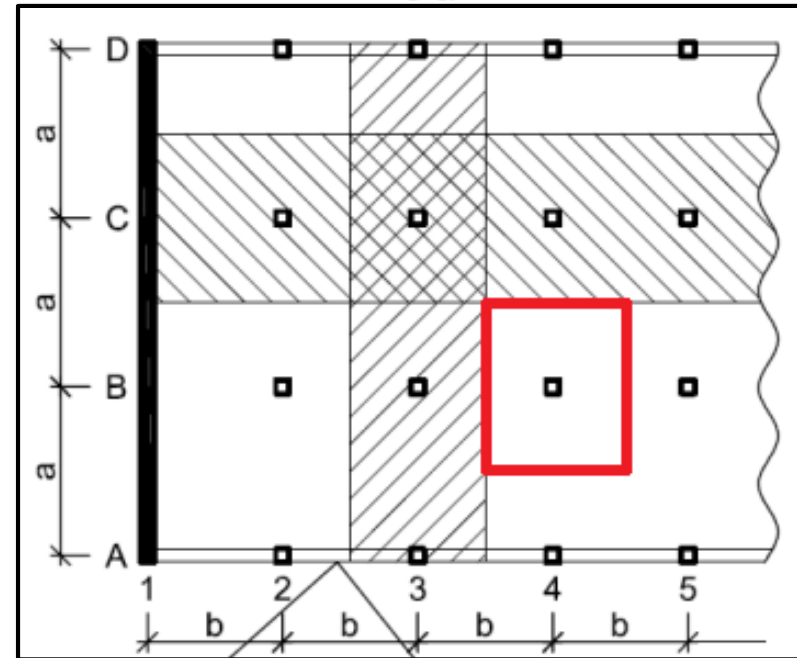
- 1) první podmínkou
- 2) předběžně upravenou druhou podmínkou

# 1) První podmínka

- ověřuje únosnost tlačené diagonály

$$v_{Ed,0} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max} = 0,4v f_{cd}$$

$V_{Ed}$  se spočte jako celkové návrhové zatížení běžného podlaží vynásobené zatěžovací plochou sloupu (bereme zatížení pouze z jednoho podlaží).





## 2) Upravená druhá podmínka

- kontroluje, zda bude možné konstrukci vhodně vyztužit na protlačení\*

$$v_{\text{Ed},1} = \frac{\beta V_{\text{Ed}}}{u_1 d} \leq k_{\text{max}} \cdot v_{\text{Rd},c} = k_{\text{max}} \cdot C_{\text{Rd},c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{(100 \rho_l \cdot f_{\text{ck}})}$$

$k_{\text{max}} = 1,45$  při tloušťce desky  $h = 200$  mm,

$1,70$  při  $h \geq 700$  mm,

(pro mezilehlé hodnoty hodnotu  $k_{\text{max}}$  interpolovat)

$\rho_l$  odhad 0,5 %

\*mohlo by se stát, že namáhání bude tak velké, že ani velké množství výztuže nepomůže

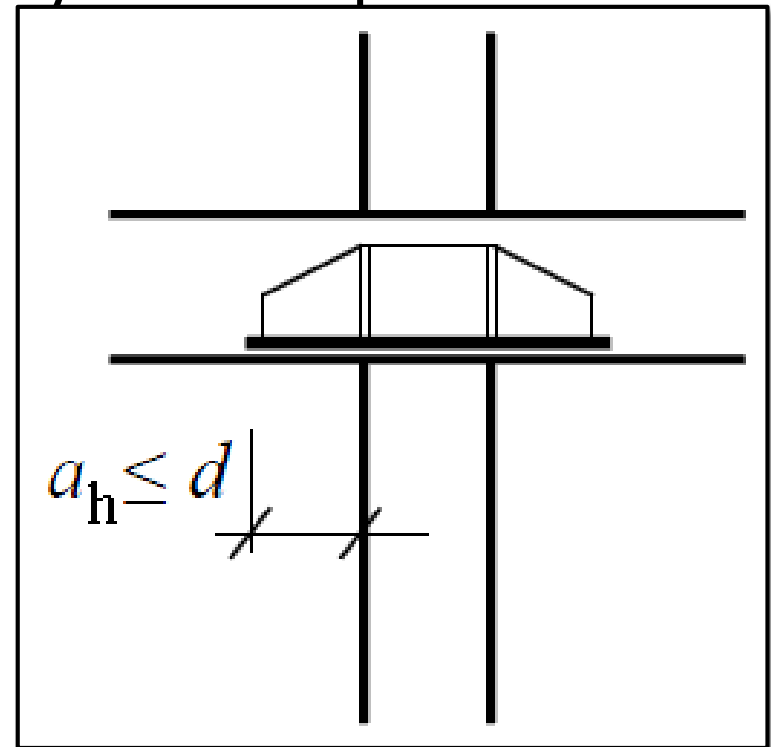
## III. Předběžné ověření protlačení

Obě podmínky splněny → tloušťka desky je vyhovující.

Některá podmínka nevyhoví → desku nelze vyztužit na protlačení → potřeba návrh upravit.

Pokud v našem cvičení podmínky nevyhoví, navrhne se manžetovou hlavici. Tím se zvětší délky kontrolovaných obvodů.

**Nevyhovující podmínky posoudíme znovu s novými hodnotami  $u_0$  a  $u_1$ .**



## IV. Skica tvaru

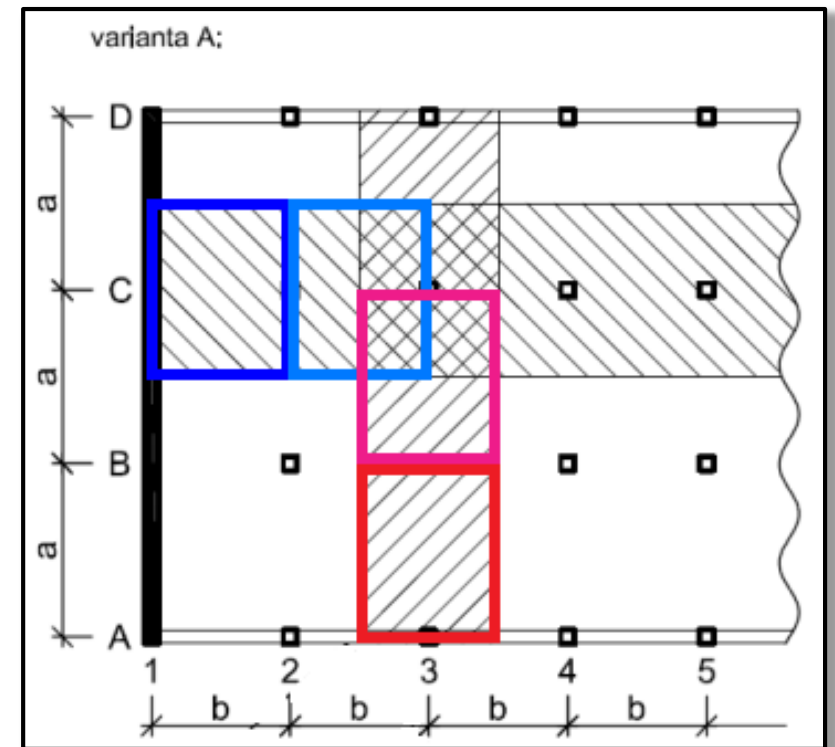
- půdorys konstrukce a sklopené řezy v obou směrech.
- okótovat základní půdorysné rozměry a navržené rozměry konstrukcí (desky, trámu, sloupu, stěny)

# V. Momenty na lokálně podepřené desce

Momenty na desce se řeší zvlášť v jednotlivých pásech.

Řešeny budou momenty v pásech C a 3 v krajním a vnitřním poli.

Momenty budou stanoveny metodou součtových momentů (omezení pro použití metody viz přednášky).

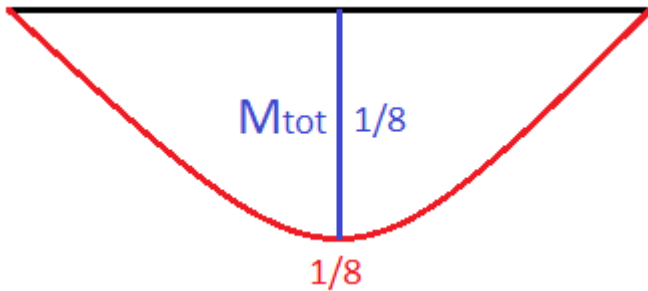


# Metoda součtových momentů

Metoda vychází ze skutečnosti, že vzepětí momentové křivky na libovolném oboustranně podepřeném nosníku je  $1/8 * f * l^2$ .

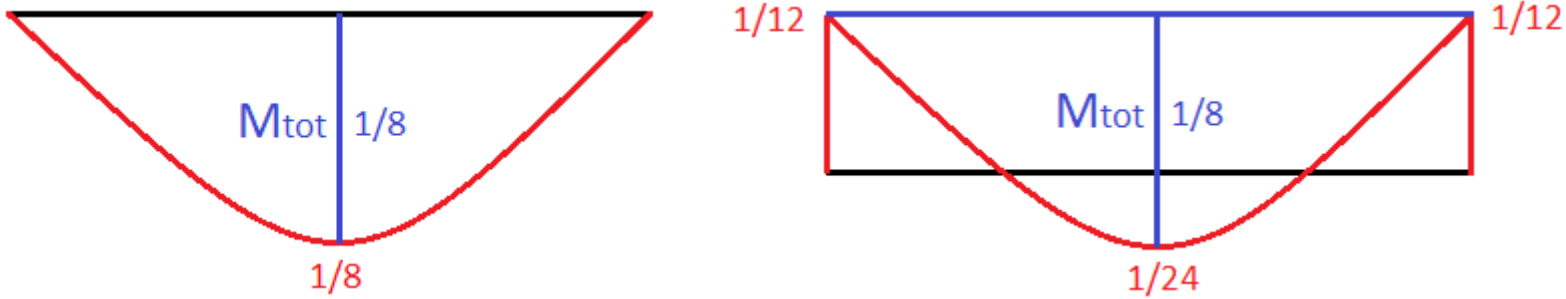
# Metoda součtových momentů

Metoda vychází ze skutečnosti, že vzepětí momentové křivky na libovolném oboustranně podepřeném nosníku je  $\frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$ .



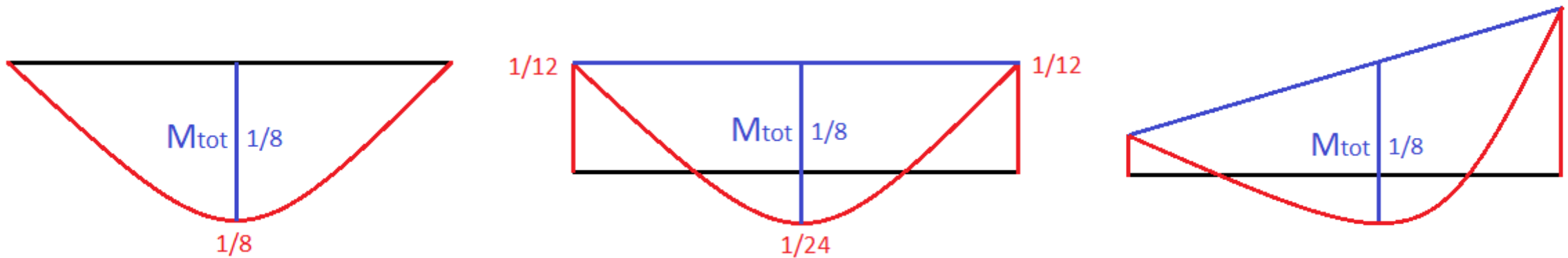
# Metoda součtových momentů

Metoda vychází ze skutečnosti, že vzepětí momentové křivky na libovolném oboustranně podepřeném nosníku je  $1/8 \cdot f \cdot l^2$ .



# Metoda součtových momentů

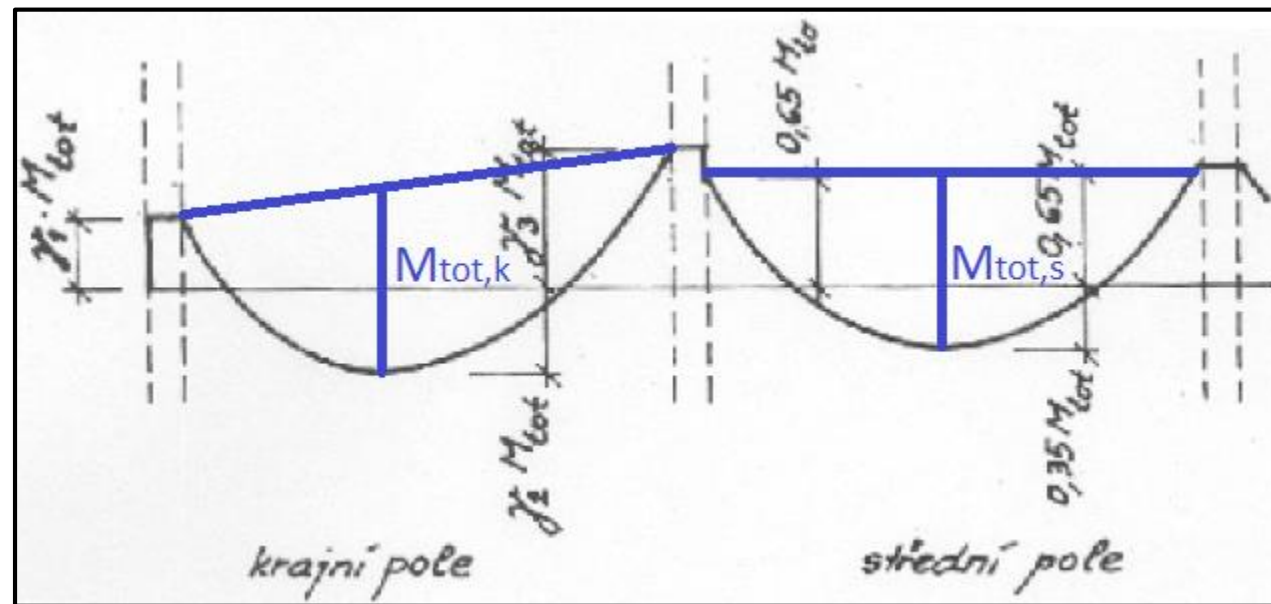
Metoda vychází ze skutečnosti, že vzepětí momentové křivky na libovolném oboustranně podepřeném nosníku je  $1/8 * f * l^2$ .





# Postup stanovení momentů v daném pásu

- 1) Stanovení totálních momentů v jednotlivých polích pásů.

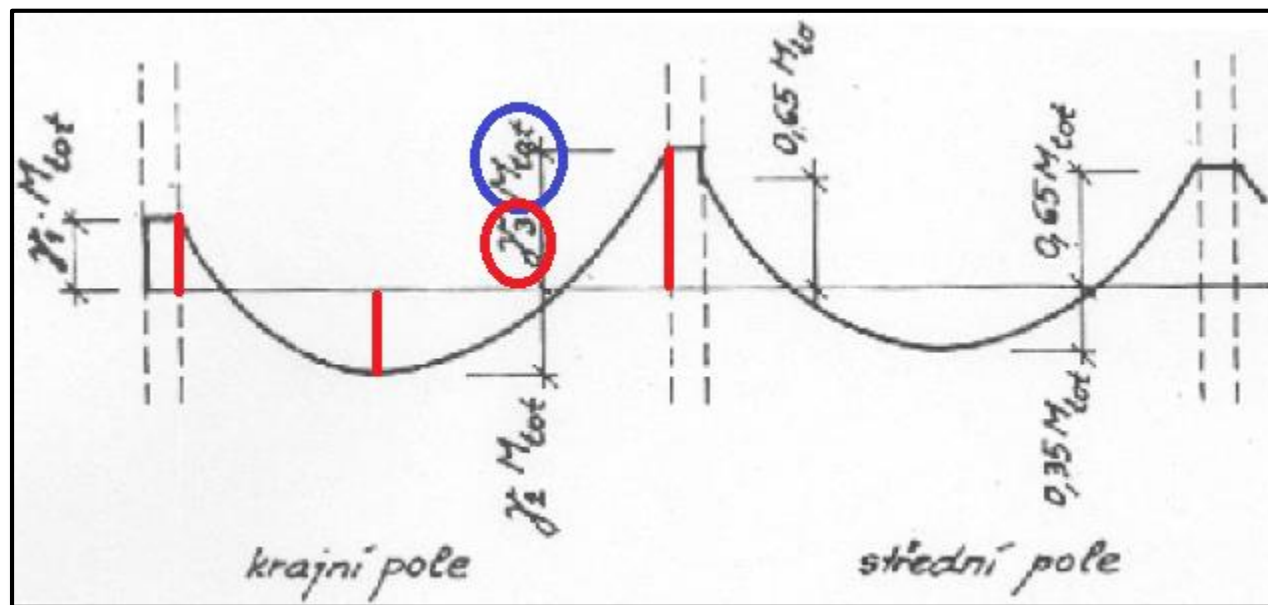


# Postup stanovení momentů v daném pásu

- 1) Stanovení totálních momentů v jednotlivých polích pásů.
- 2) Pro každý totální moment:
  - a) Rozdělení totálního momentu na kladný a záporný moment (ve směru pásu) pomocí součinitelů  $\gamma$ .

# Postup stanovení momentů v daném pásu

- 1) Stanovení totálních momentů v jednotlivých polích pásů.
- 2) Pro každý totální moment:
  - a) Rozdělení totálního momentu na kladný a záporný moment (ve směru pásu) pomocí součinitelů  $\gamma$ .



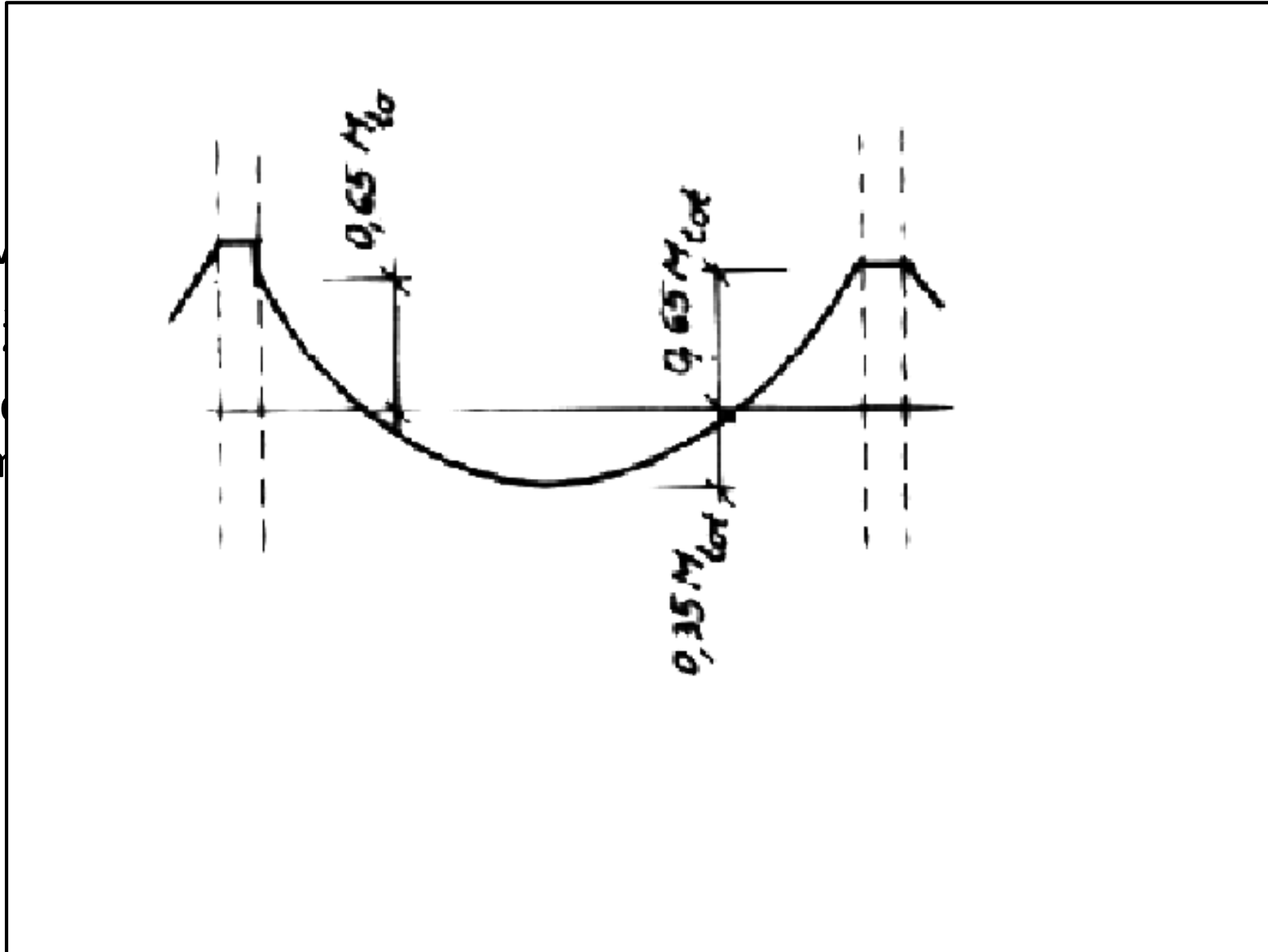
# Postup stanovení momentů v daném pásu

- 1) Stanovení totálních momentů v jednotlivých polích pásů.
- 2) Pro každý totální moment:
  - a) Rozdělení totálního momentu na kladný a záporný moment (ve směru pásu) pomocí součinitelů  $\gamma$ .
  - b) Pro kladný i záporný moment:
    - i. Rozdělení momentu na moment v sloupovém a středním pruhu (kolmo na pás)

Post

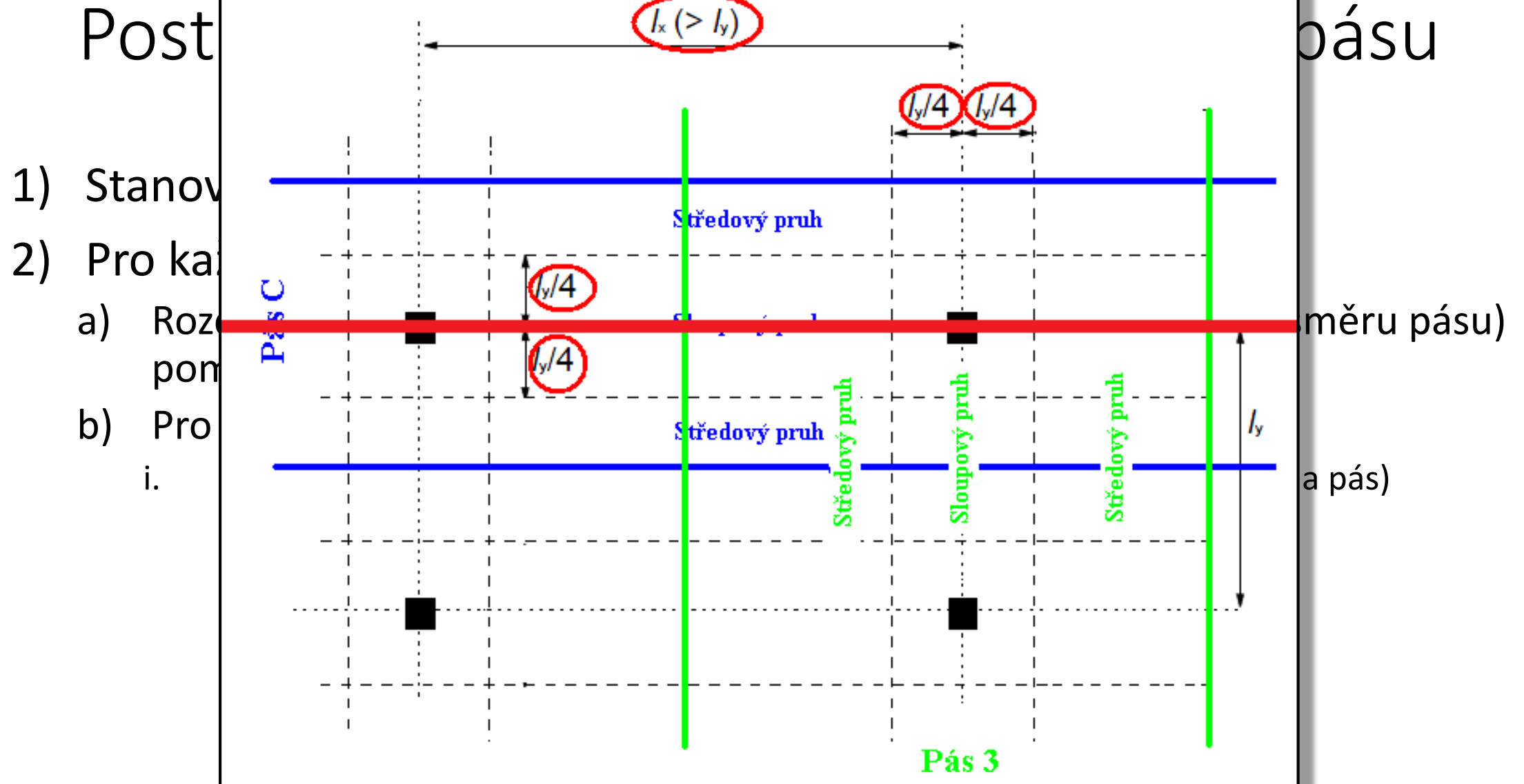
oásu

- 1) Stanov
- 2) Pro ka
- a) Roz
- pon
- b) Pro
- i.



měru pásu)

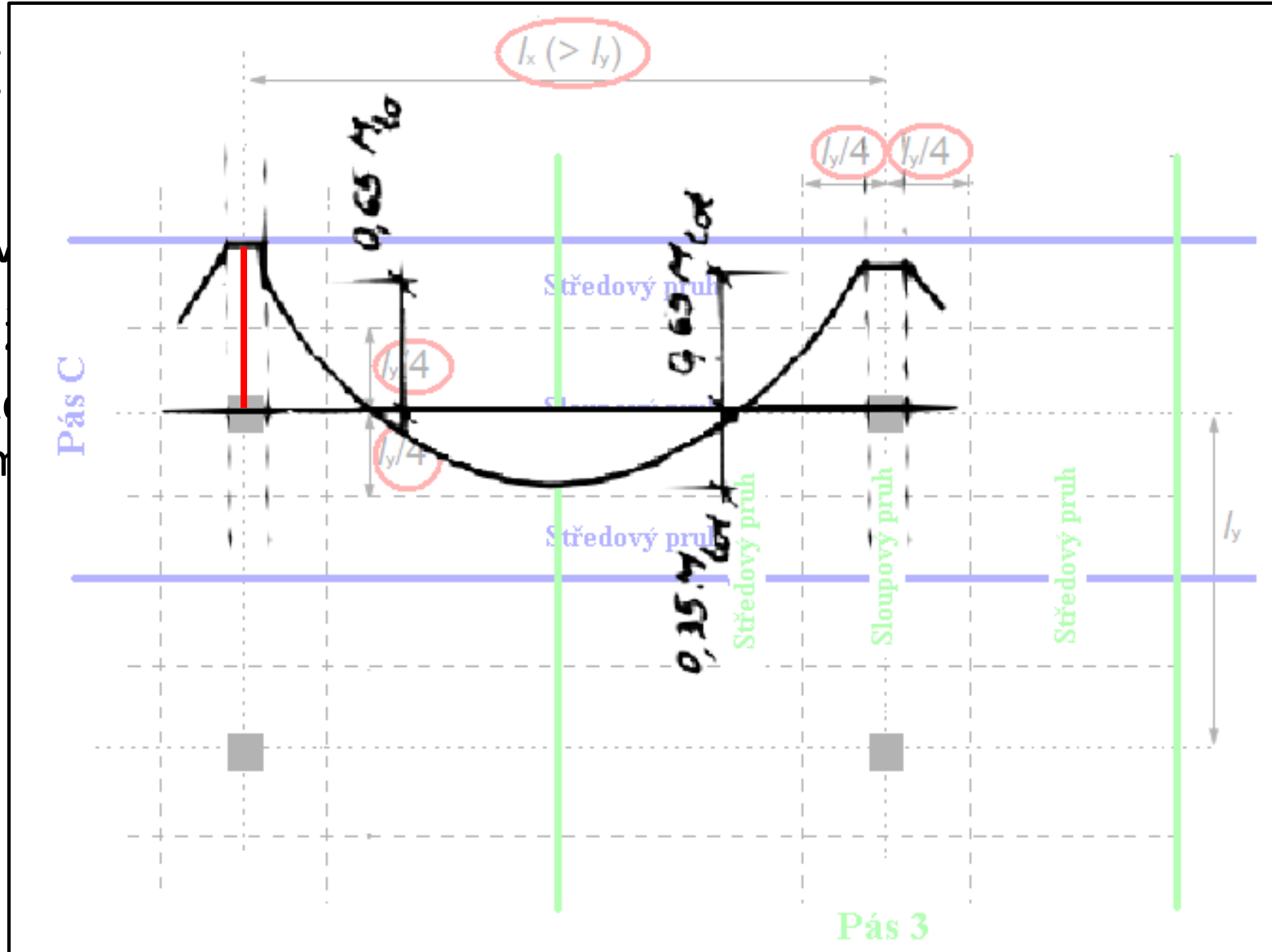
a pás)



Post

o pásu

- 1) Stanov
- 2) Pro ka
- a) Roz
- pon
- b) Pro
- i.



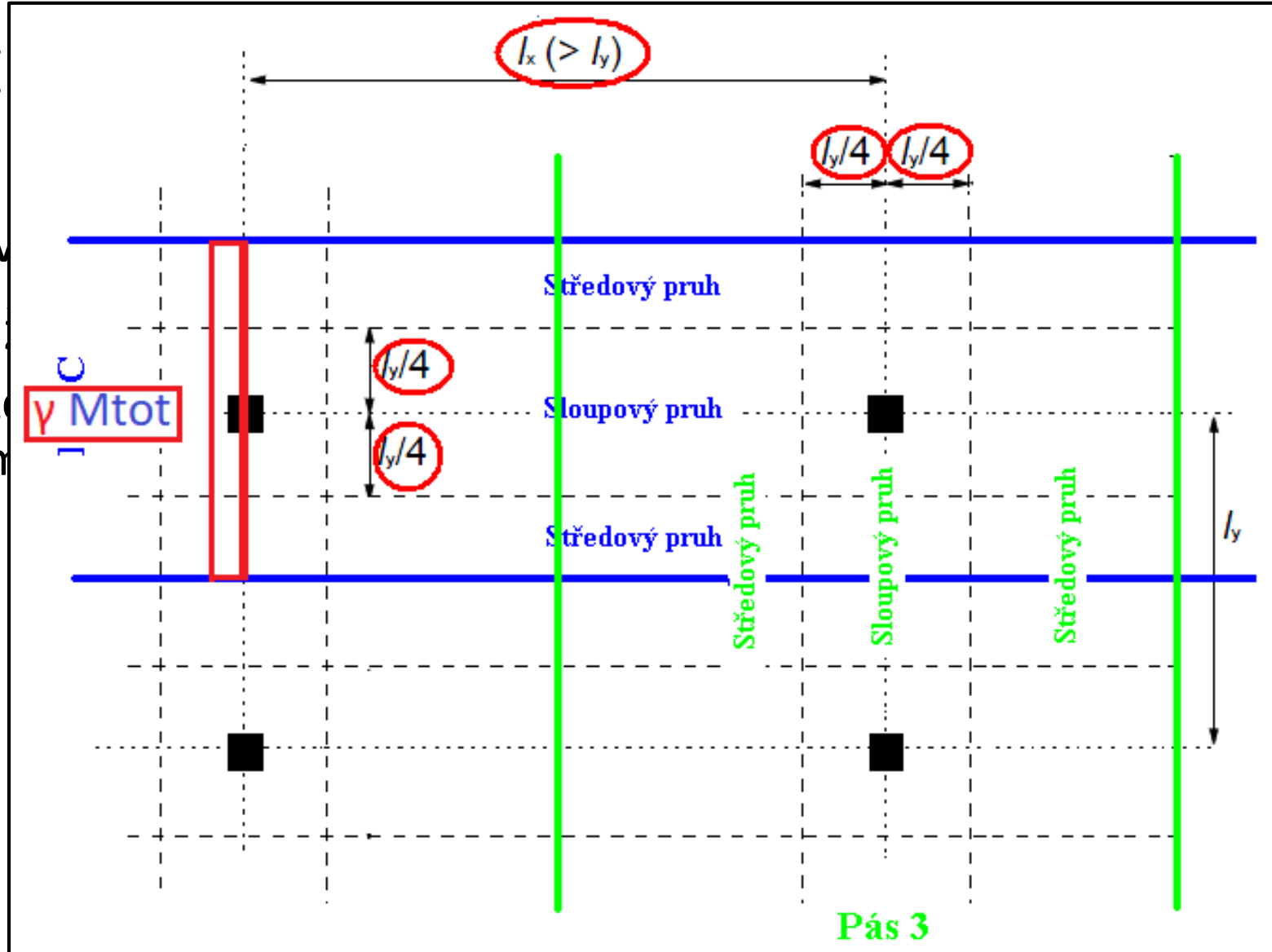
měru pásu)

a pás)

Post

o pásu

- 1) Stanov
- 2) Pro ka
- a) Roz
- pon
- b) Pro
- i.



měru pásu)

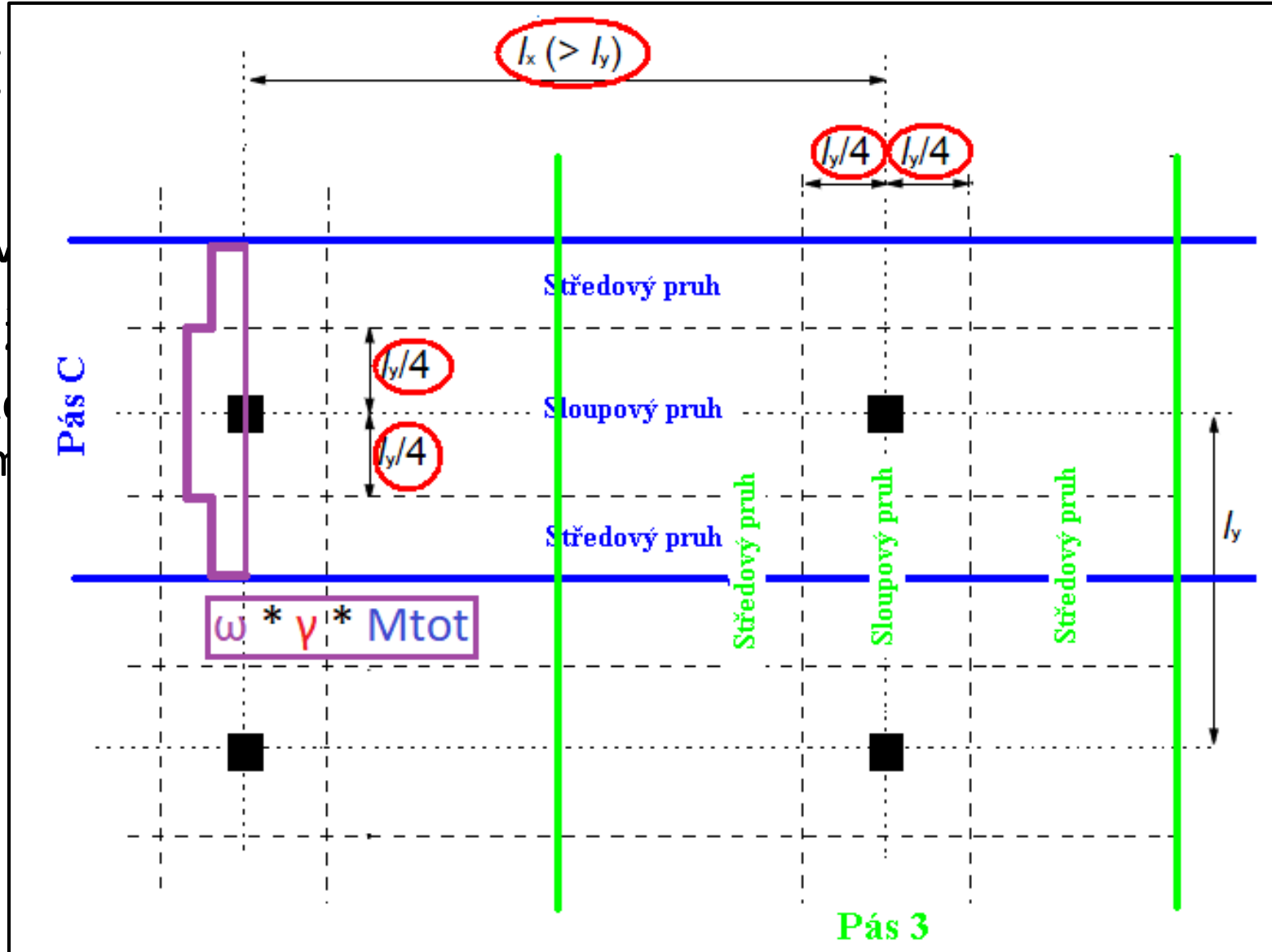
a pás)



Post

o pásu

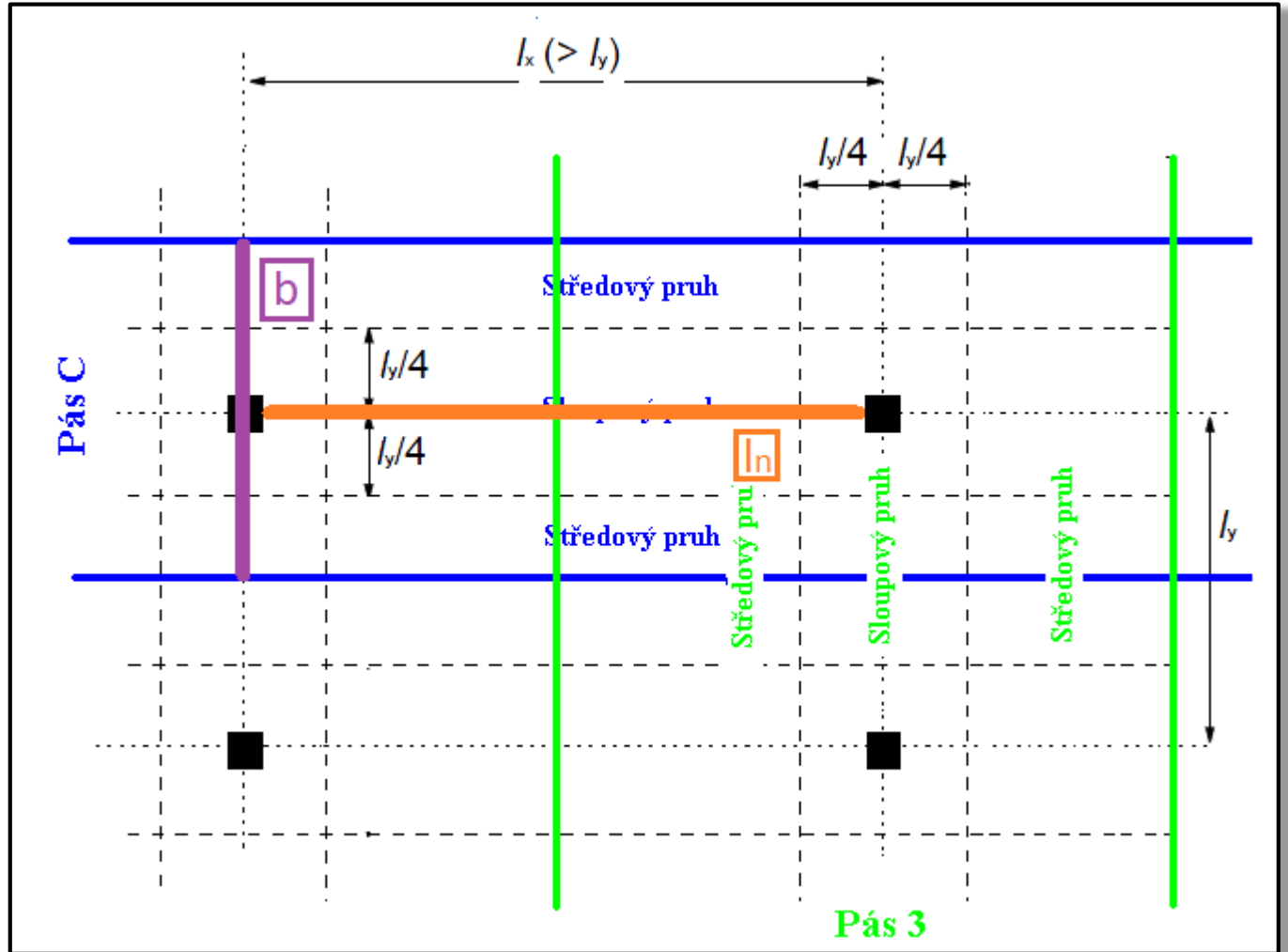
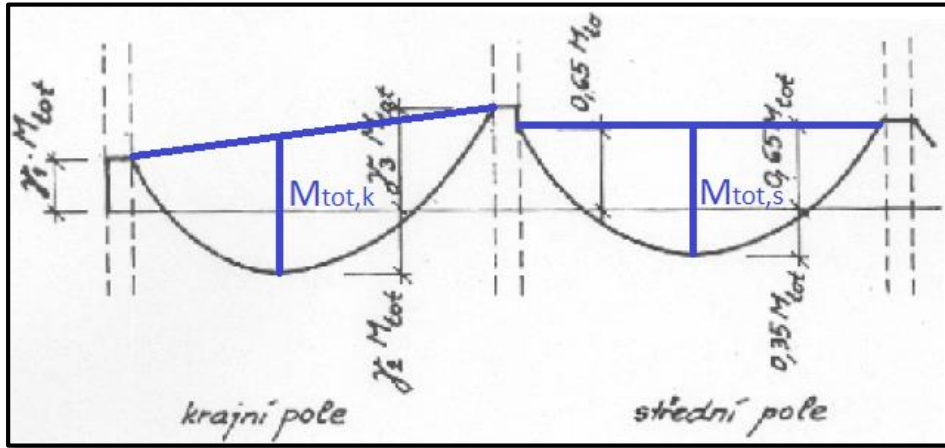
- 1) Stanov
- 2) Pro ka
- a) Roz
- pon
- b) Pro
- i.



měru pásu)

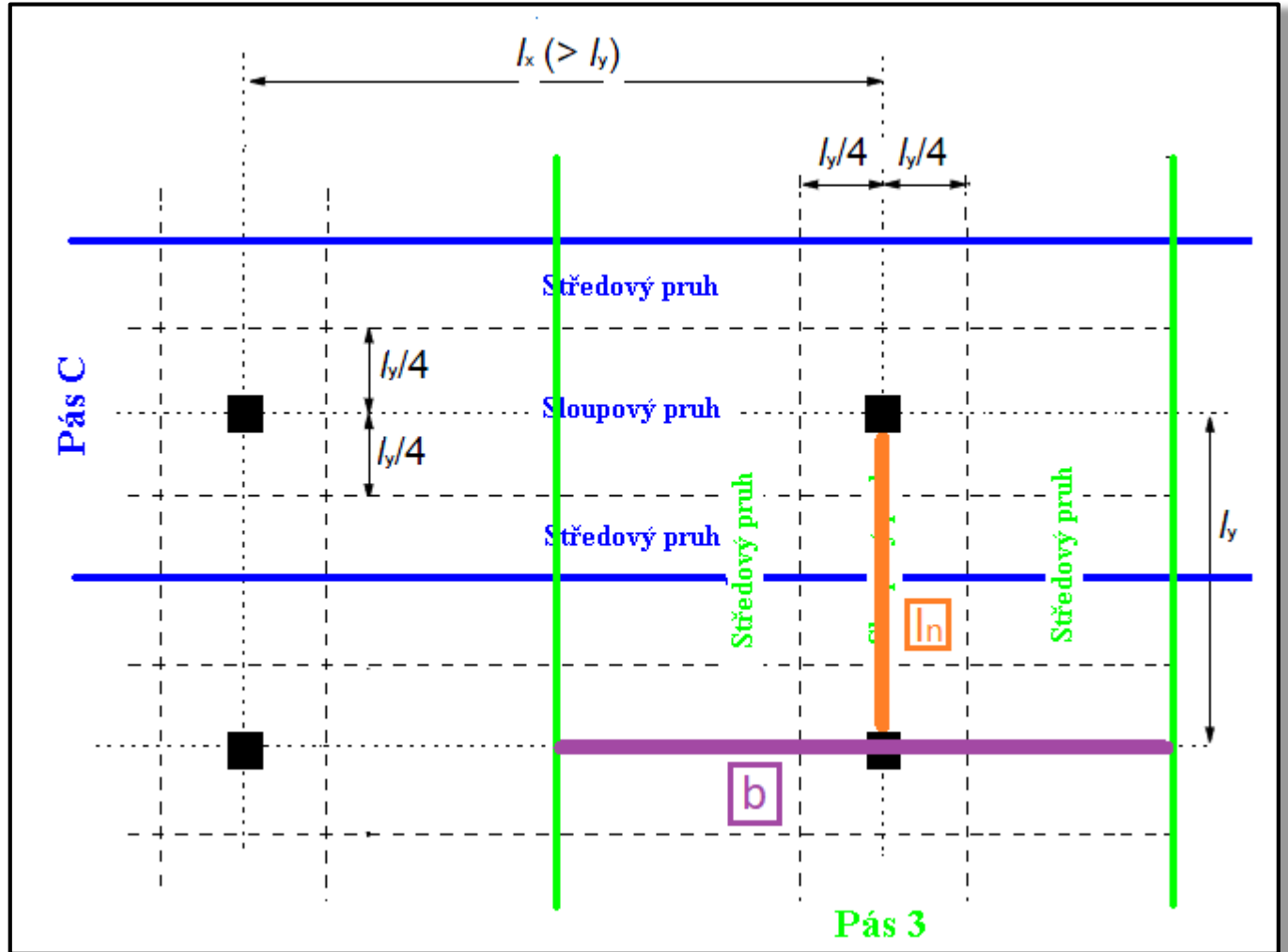
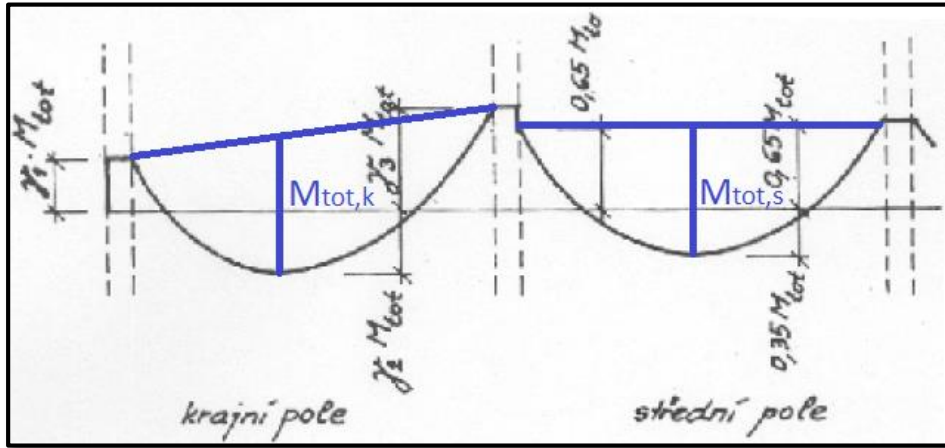
a pás)

# 1) Stanovení totálního momentu



$$M_{tot} = \frac{1}{8} (g_d + q_d) b l_n^2$$

# 1) Stanovení totálního momentu

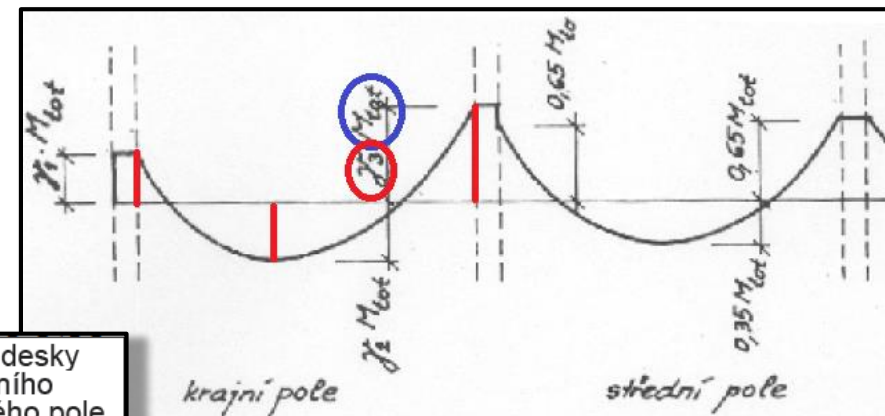


$$M_{tot} = \frac{1}{8} (g_d + q_d) b l_n^2$$

## 2) Záporný a kladný moment

Totální moment rozdělíme na kladný a záporný moment pomocí součinitelů  $\gamma$ .

$$M = \gamma_i * M_{\text{tot}}$$



	Okraj desky krajního deskového pole je prostě uložen na zdi	Deska má ztužující trámy ve všech sloupových pruzích	Deska nemá vnitřní ztužující trámy a je		Okraj desky krajního deskového pole je vetknutý deska spojitě pokračuje nebo je vetknuta do štěny
			bez okrajového ztužujícího trámu	s okrajovým ztužujícím trámem případ s okrajovým rámem	
$\gamma_1$	0,00	0,16	0,26	0,30	0,65
$\gamma_2$	0,63	0,57	0,52	0,50	0,35
$\gamma_3$	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65

## 2) Záporný a kladný moment

Překonzolování → interpolace mezi *okraj bez ztužujícího trámu a vetknutý okraj*.

Kdyby to byla čistě konzola:  $M_k = 1/2 f * b * l_k^2$ .

Kdyby bylo krajní pole vetknuté do stěny:  $M_v = 0,65 * M_{tot}$ .

Hodnotu  $\gamma_1$  pro překonzolování stanovíme interpolací mezi  $\gamma_1 = 0,26$  (pro konzolu,  $M_k$ ) a  $\gamma_1 = 0,65$  (pro vetknutí,  $M_v$ ).

$$\gamma_1 = 0,26 + (M_k / M_v) * (0,65 - 0,26)$$

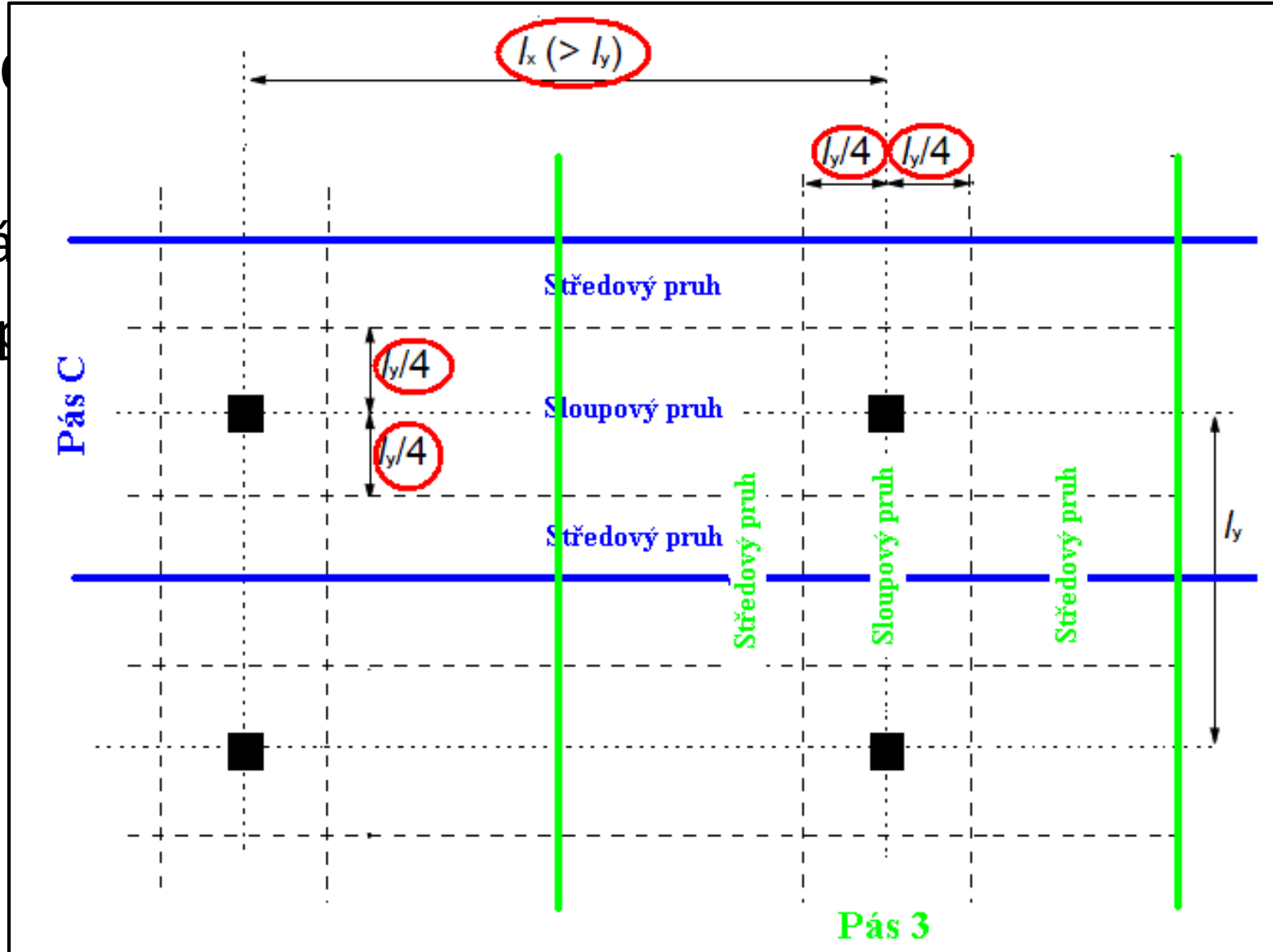
### 3) Rozdělení na moment v sloupovém a středním pruhu

Řešené pásy rozdělíme na sloupový a střední pruh.

Šířka sloupového pruhu je  $\frac{1}{4}$  kratšího rozponu příslušného pole.

### 3) Rozdělení

Řešené pásky  
Šířka sloup



ím pruhu

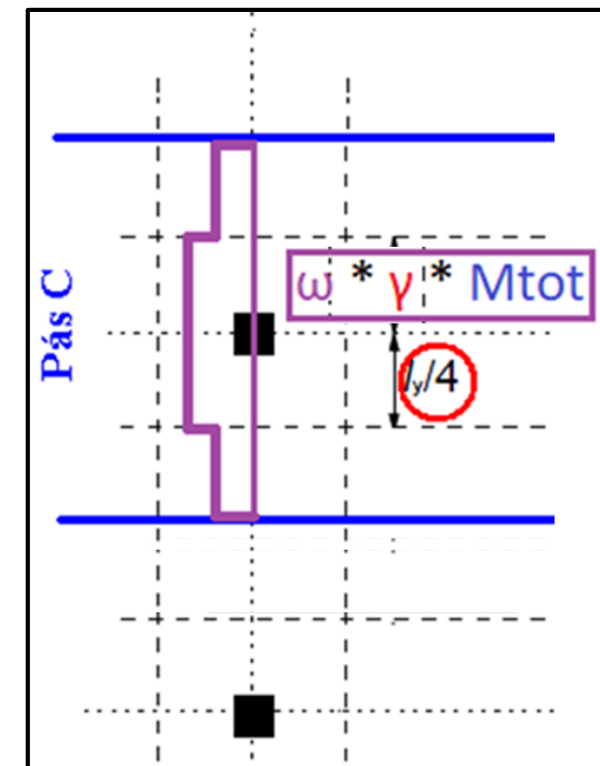
e.

### 3) Rozdělení na moment v sloupovém a středním pruhu

Moment  $\gamma * M_{tot}$  rozdělíme na moment v sloupovém pruhu a moment ve středním pruhu pomocí součinitele  $\omega$ .

Sloupový pruh:  $\omega * \gamma * M_{tot}$

Středový pruh:  $(1-\omega) * \gamma * M_{tot}$





### 3) Sloupový a střední pruh – součinitel $\omega$

Žádný pás není ztužen ve směru vyšetřovaných momentů, zajímají nás proto řádky pro  $\alpha_1 = 0$ .

Moment		$\alpha_1 l_2 / l_1$	$\omega$ pro $l_2 / l_1$			
			0,5	1,00	2,00	
Záporný	v krajní podpoře	$\alpha_1 l_2 / l_1 = 0$	$\beta_t = 0$	1,00	1,00	1,00
			$\beta_t \geq 2,5$	0,75	0,75	0,75
	ve střední podpoře	$\alpha_1 l_2 / l_1 \geq 1,0$	$\beta_t = 0$	1,00	1,00	1,00
			$\beta_t \geq 2,5$	0,90	0,75	0,45
Kladný		$\alpha_1 l_2 / l_1 = 0$		0,75	0,75	0,75
		$\alpha_1 l_2 / l_1 \geq 1,0$		0,90	0,75	0,45

$\alpha = 0$

$\beta$  – souvisí s torzní tuhostí krajní podpory

### 3) Sloupový a střední pruh – součinitel $\omega$

- Pro kladné momenty je  $\omega = 0,6$ .
- Pro záporné momenty:
  - Ve střední podpoře je  $\omega = 0,75$ .
  - Na kraji vetknutém do stěny se moment rozdělí rovnoměrně po celé šířce stěny (nedělíme na sloupový a střední pruh).
  - Konzola:
    - Ve sloupovém pruhu uvažujeme celkový záporný moment ( $\omega = 1,0$ ).
    - Ve středním pruhu uvažujeme 0,65násobek konzolového momentu rovnoměrně rozprostřeného po celé šířce pásu.
  - Kraj pole přiléhajícího ke konzole – součinitel  $\omega$  je nutno stanovit interpolací podle hodnoty součinitele  $\gamma_1$  (slide 35) mezi  $\gamma_1 = 0,26$  (zcela netuhý okraj,  $\omega = 1,0$ ) a  $\gamma_1 = 0,65$  (zcela tuhý okraj,  $\omega = 0,75$ ).

### 3) Sloupový a střední pruh – součinitel $\omega$

- Pro záporné momenty:
  - Na kraji ztuženém žebrem je nutno  $\omega$  stanovit interpolací podle  $\beta_t$  mezi  $\beta_t = 0$  (zcela netuhý okraj) a  $\beta_t = 2,5$  (velmi tuhý okrajový trám).

Tuhostní součinitel krajního trámu:

$$\beta_t = \frac{I_t}{2I_s}$$

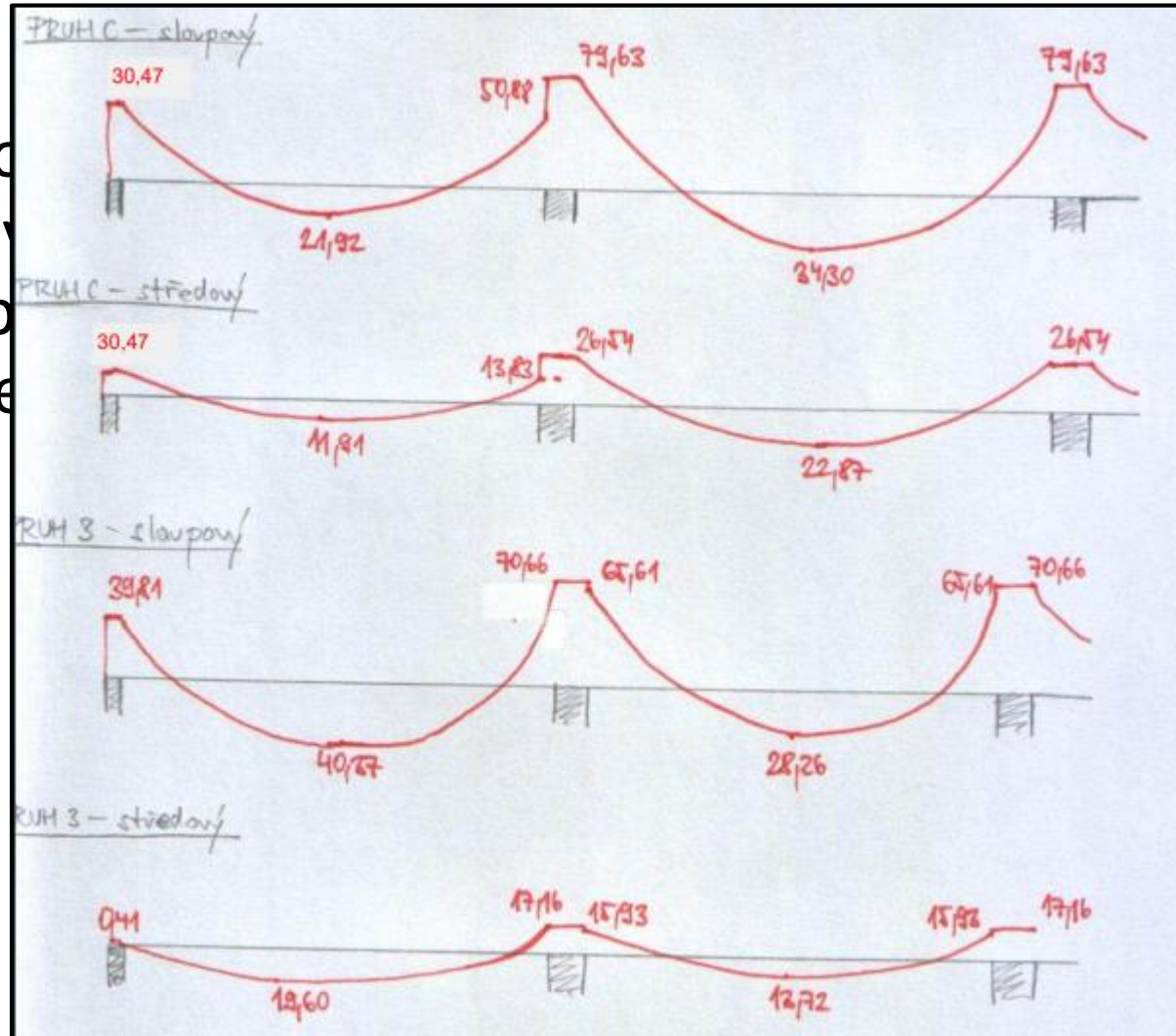
Více viz návod.

## 4) Výsledky a vykreslení

Spočtené hodnoty momentů [kNm] vydělíme šířkou pruhu (sloupového / středního), abychom dostali hodnoty na 1 m šířky desky [kNm / m'], a vykreslíme průběh momentů ve sloupovém a středovém pruhu pro pásy C a 3 (celkem 4 obrázky).

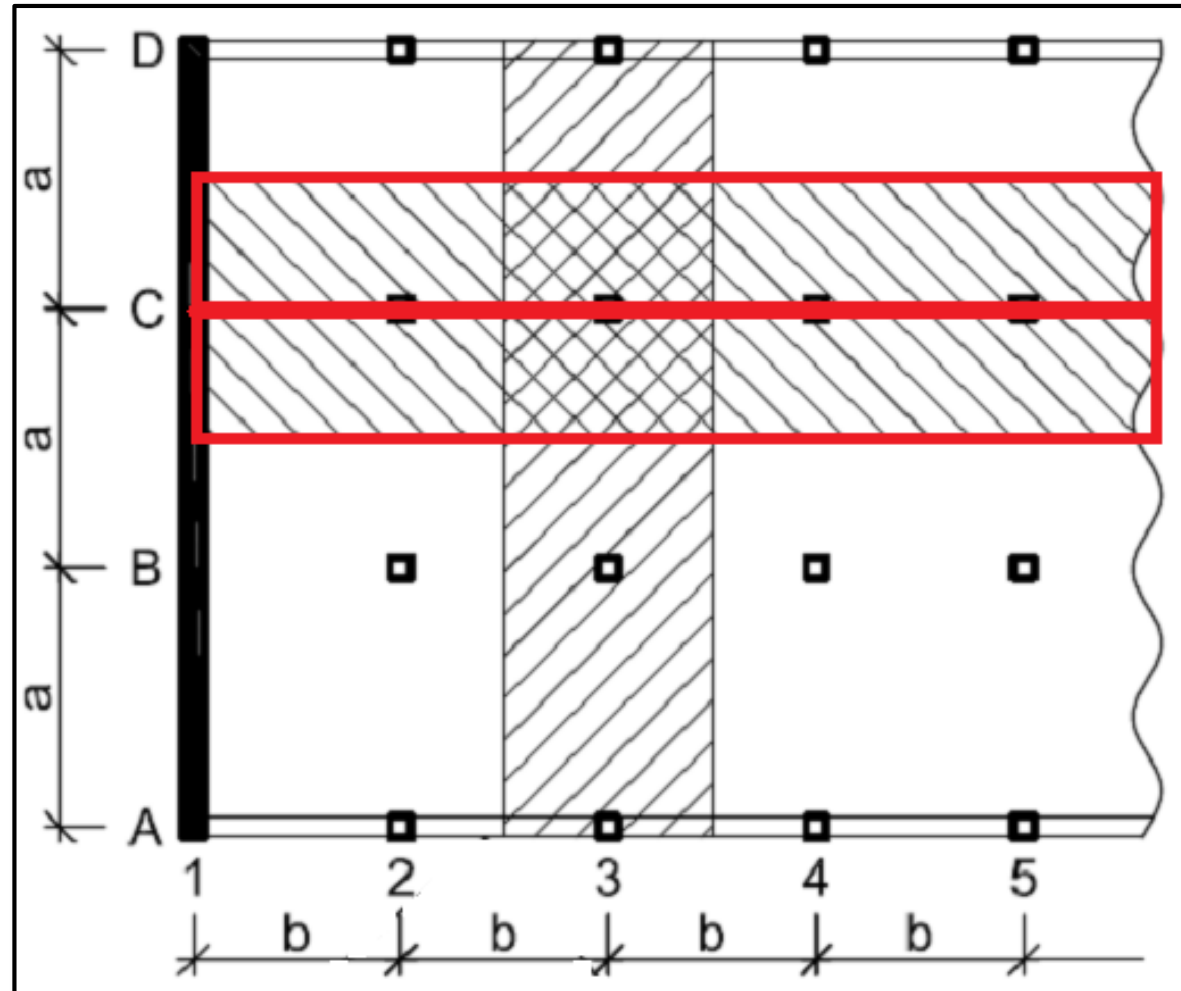
## 4) Vykreslení

Spočtené hodnoty (maximální / středního), aby bylo možné vykreslit průběh momentů pro pásy C a 3 (celkem 4 průběhy)



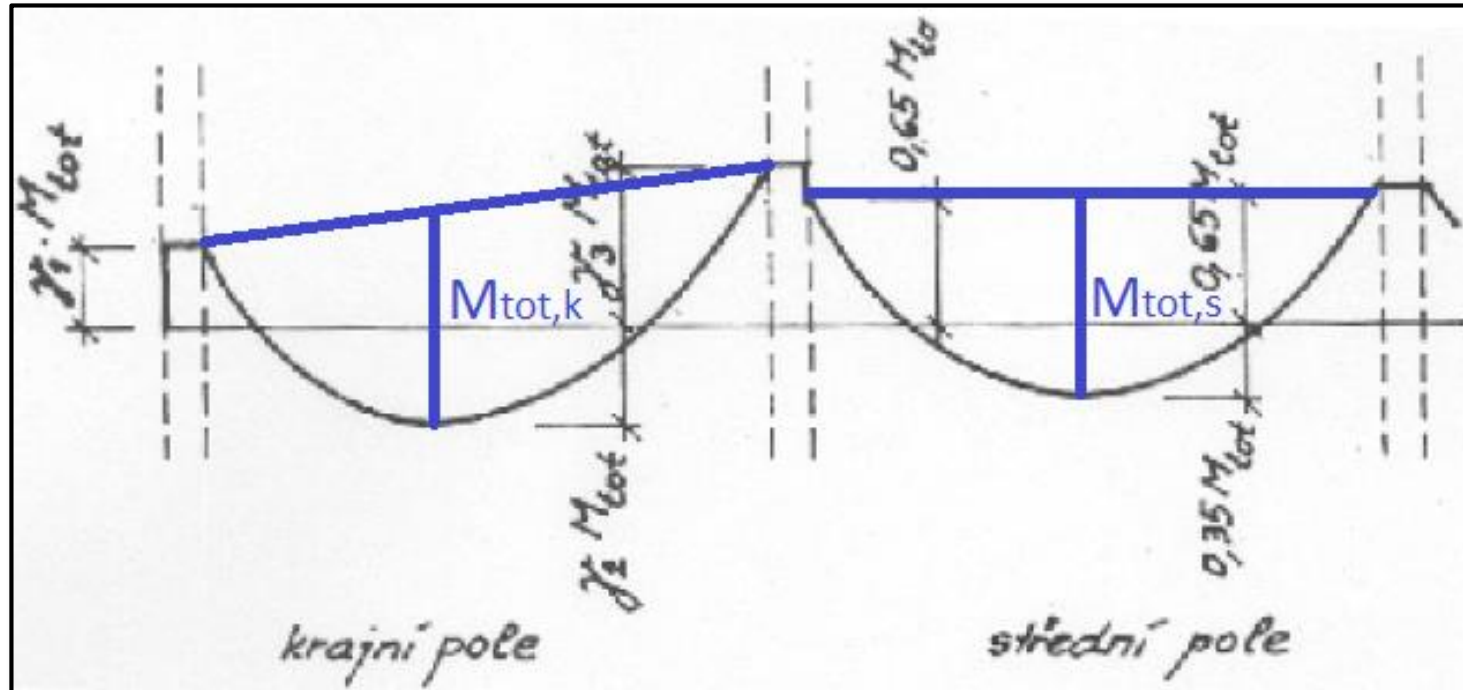
průběhu (sloupového / středového) momentů [kNm / m'], a průběhu pro pásy C a 3 (celkem 4 průběhy)

# Shrnutí – 1) Výběr pásu



## Shrnutí – 1) Výběr pásu

Momenty ve sloupových a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1 m šířky $m_j$ [kNm/m]
	$C_k$						
	$C_s$						
	$3_k$						
	$3_s$						

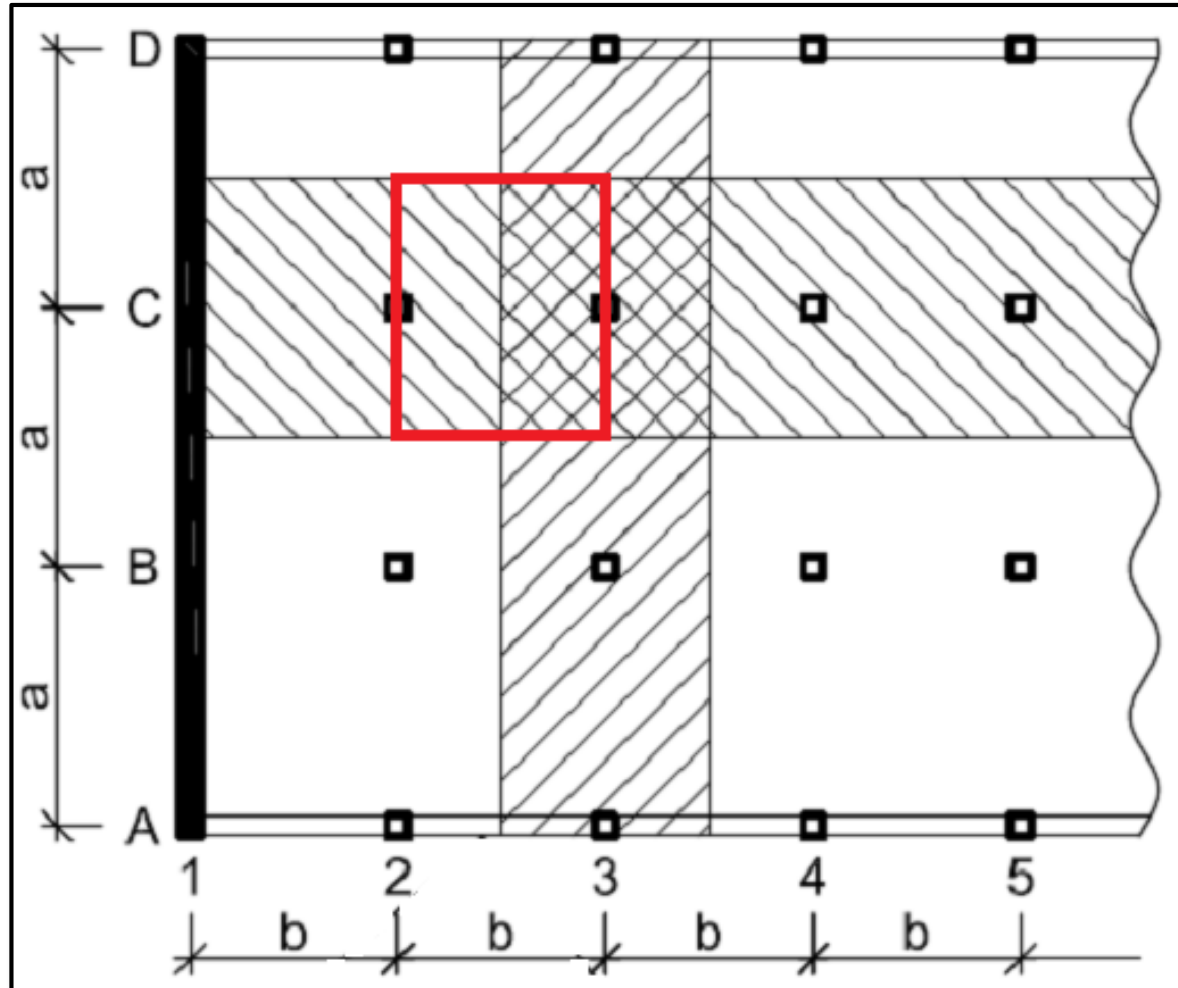
Shrnutí – 2) Výpočet  $M_{tot}$ 



Shrnutí – 2) Výpočet  $M_{tot}$ 

Momenty ve sloupových a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1 m šířky $m_j$ [kNm/m]
	$C_k$	$M_{tot,Ck}$					
	$C_s$	$M_{tot,Cs}$					
	$3_k$						
	$3_s$						

## Shrnutí – 3) Výběr pole

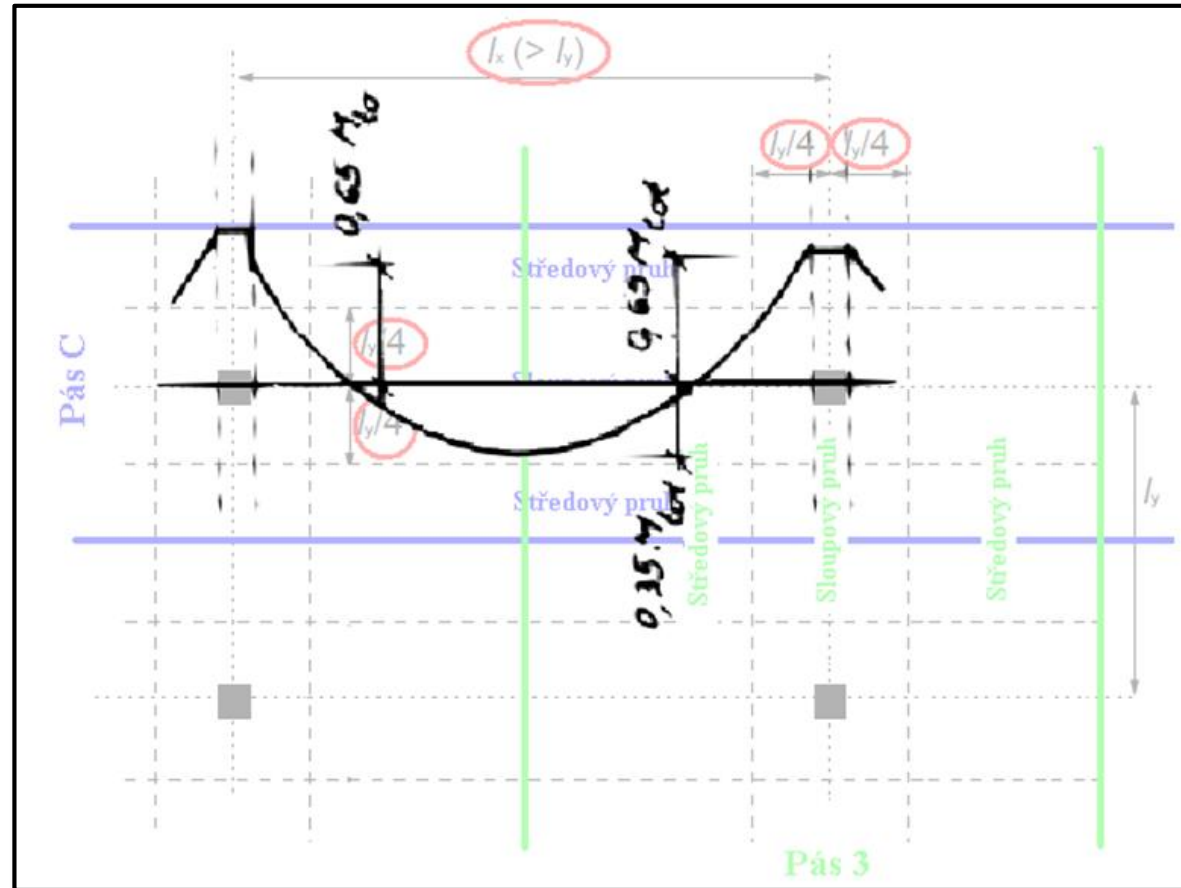


## Shrnutí – 3) Výběr pole

Momenty ve sloupových a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1 m šířky $m_j$ [kNm/m]
$C_k$		$M_{tot,Ck}$					
$C_s$		$M_{tot,Cs}$					
$3_k$							
$3_s$							

## Shrnutí – 4) Výpočet kladných a záporných momentů

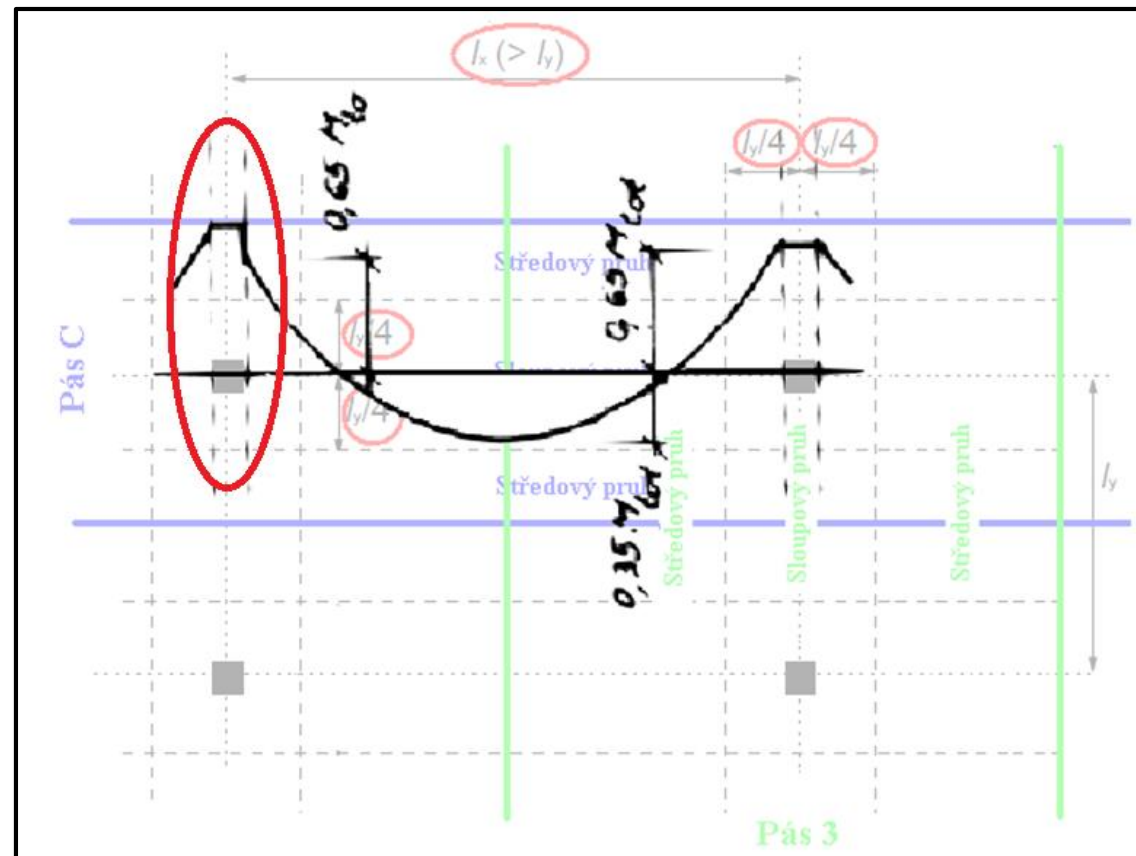
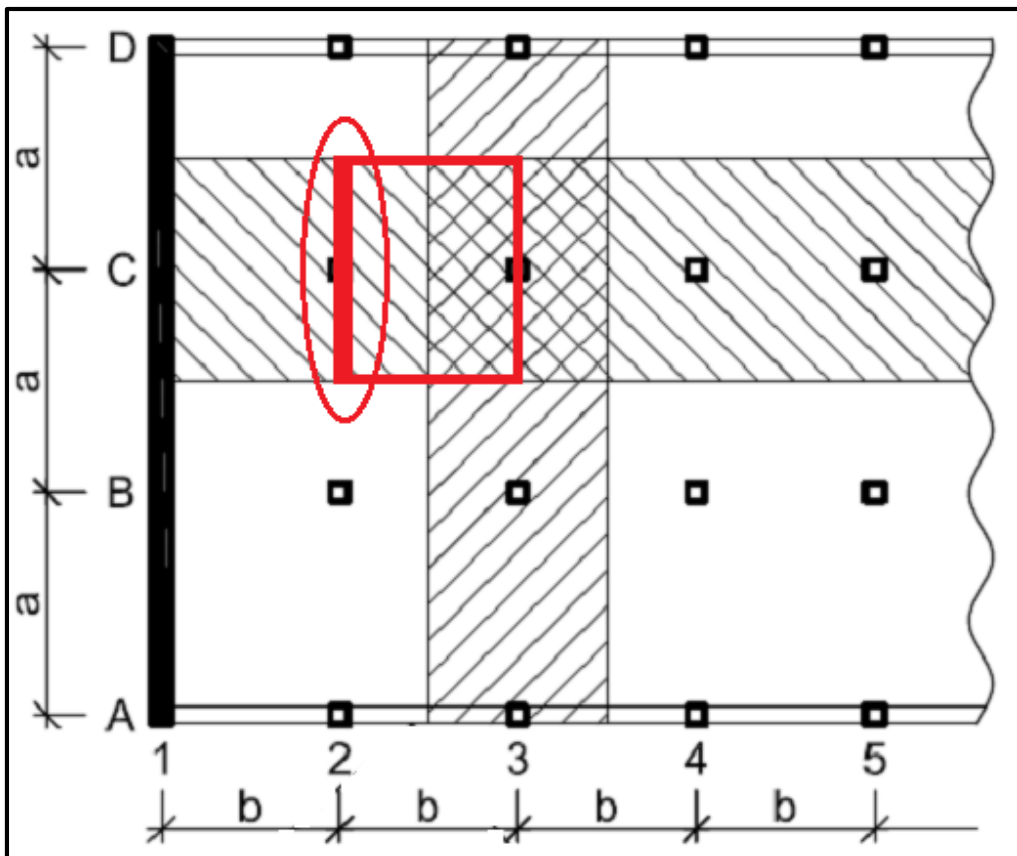
$$\gamma^* M_{\text{tot}}$$



## Shrnutí – 4) Výpočet kladných a záporných momentů

Momenty ve sloupových a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1 m šířky $m_j$ [kNm/m]
$C_k$							
$C_s$	1 (levá podpora)	313,20					
	2 (pole)	168,66					
	3 (pravá podpora)	313,20					
$3_k$							
$3_s$							

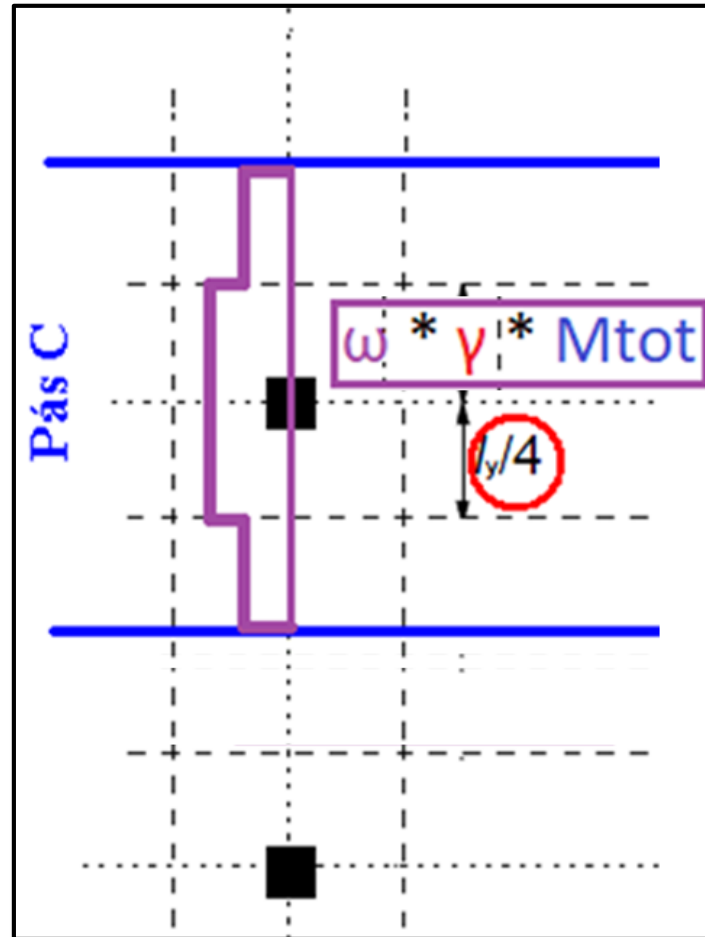
## Shrnutí – 5) Výběr kolmého řezu (pole / podpora)



# Shrnutí – 5) Výběr kolmého řezu (pole / podpora)

Momenty ve sloupových a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1 m šířky $m_j$ [kNm/m]
$C_k$							
$C_s$	1 (levá podpora)	313,20					
	2 (pole)	168,66					
	3 (pravá podpora)	313,20					
$3_k$							
$3_s$							

# Shrnutí – 6) Rozdělení do pruhů





## Shrnutí – 6) Rozdělení do pruhů

Momenty ve sloupových a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1 m šířky $m_j$ [kNm/m]
$C_k$							
$C_s$	1 (levá podpora)	313,20	Sloupový	0,75	234,90		
			Střední		78,30		
	2 (pole)	168,66					
	3 (pravá podpora)	313,20					
$3_k$							
$3_s$							

## Shrnutí – 7) Přepočet momentů na 1m'

Momenty ve sloupových a středních pruzích							
Pole	Průřez	Celkový kladný/záporný moment $M_i$ [kNm]	Pruh	$\omega$	Celkový moment ve sloupovém/středním pruhu $M_j$ [kNm]	Šířka pruhu $s_j$ [m]	Moment ve sloupovém/středním pruhu na 1 m šířky $m_j$ [kNm/m]
$C_k$							
$C_s$	1 (levá podpora)	313,20	Sloupový	0,75	234,90	2,950	79,63
			Střední		78,30	2,950	26,54
	2 (pole)	168,66					
	3 (pravá podpora)	313,20					
$3_k$							
$3_s$							

# Obsah úkolu č. 3

- I. Zatížení desky – tabulkou
- II. Návrh rozměrů prvků – deska, stěna, trám, sloup
- III. Předběžné ověření protlačení – 1. a 2. podmínka
- IV. Skica tvaru – půdorys a sklopené řezy
- V. Momenty na desce
  - 1) Totální momenty:  $M_{tot}$
  - 2) Kladné a záporné momenty:  $\gamma * M_{tot}$
  - 3) Sloupové a středové pruhy:  $\omega * \gamma * M_{tot}$
  - 4) Přepočet na 1m' a vykreslení