



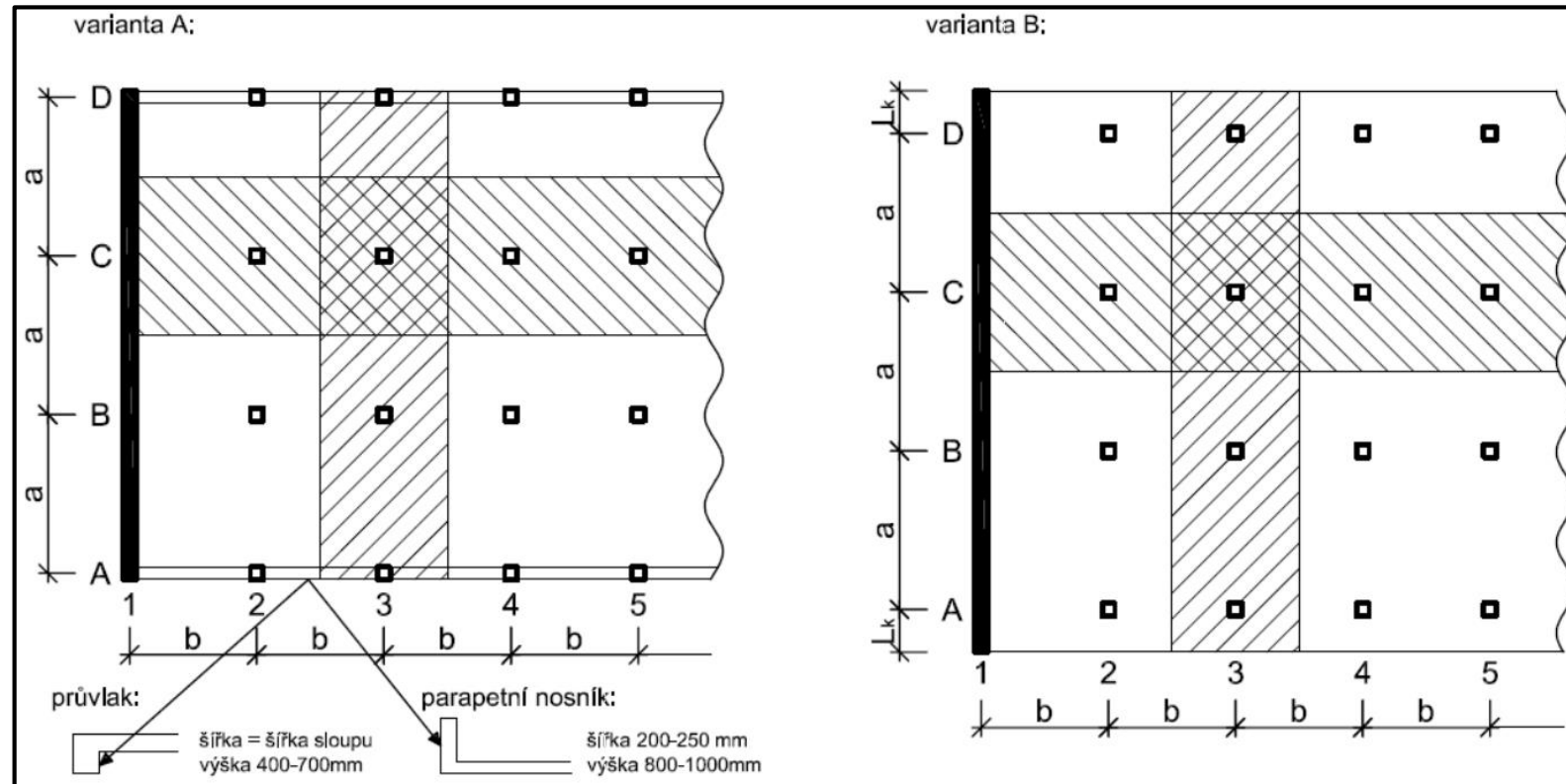
# Lokálně podepřená deska – návrh rozměrů a výpočet momentů

Prezentace k cvičení BK01/BZKQ – Úkol 3.1

# Zadání

# Řešená konstrukce

Železobetonový skelet bez vnitřních průvlaků\* s ŽB stěnou ve štítu.



# Úkol

**Předběžný návrh rozměrů nosných prvků.**

**Předběžné ověření protlačení.**

**Výpočet ohybových momentů v pásech C a 3.**

# Předběžný návrh rozměrů nosných prvků

# Návrh rozměrů nosných prvků

Nejprve musíme navrhnout rozměry všechno nosných prvků – tj.

- tloušťku ŽB **desky**,
- tloušťku ŽB **stěny**,
- rozměry **obvodového trámu**,
- rozměry **sloupu**.

# Tloušťka desky

Tloušťku desky opět navrhujeme s ohledem na **empirický vztah** a **ohybovou štíhlost**.

# Tloušťka desky

Pro **empirický** návrh použijeme vztah

$$h_{d,1} = \frac{L_{n,max}}{30},$$

kde  $L_{n,max}$  je největší světlé rozpětí desky.



# Tloušťka desky

Pro návrh pomocí **ohybové štíhlosti** použijeme vztah

$$h_{d,2} = c + \frac{\varnothing_s}{2} + \frac{L_{max}}{\kappa_{c1}\kappa_{c2}\kappa_{c3}\lambda_{d,tab}}$$

- kde
- $c$  je krycí vrstva výztuže (převzeme z úlohy 1),
  - $\varnothing_s$  je průměr výztuže (odhadneme jako  $\varnothing_s = 14$  mm),
  - $L_{max}$  je největší teoretický rozpon desky (zadáno),
  - $\kappa_{c1}$  je součinitel tvaru průřezu (pro obdélník  $\kappa_{c1} = 1$ ),
  - $\kappa_{c2}$  je součinitel rozpětí ( $\kappa_{c2} = \min(7/L_{max}, 1)$ ),
  - $\kappa_{c3}$  je součinitel napětí v tahové výztuži (odhadneme  $\kappa_{c3} = 1.2$ ),
  - $\lambda_{d,tab}$  je tabulková hodnota vymežující ohybové štíhlosti z tabulky pro lokálně podepřenou desku, třídu betonu a stupeň vyztužení (předběžně budeme uvažovat  $\rho = 0.5$  %),

# Tloušťka desky

Pro návrh pomocí **ohybové štíhlosti** použijeme vztah

$$h_{d,2} = c + \frac{\varnothing_s}{2} + \frac{L_{max}}{\kappa_{c1}\kappa_{c2}\kappa_{c3}\lambda_{d,tab}}$$

$\lambda_{d,tab}$  **pro lokálně podepřenou desku a různé třídy betonu**

$\rho$ [%]	Pevnostní třída betonu								
	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
0,5	17,5	19,0	20,4	22,2	24,6	27,6	30,9	34,5	38,4
1,5	14,6	15,1	15,6	16,2	16,8	17,4	18,0	18,6	19,2

lokálně podepřenou desku, třídu betonu a stupeň vyztužení  
(předběžně budeme uvažovat  $\rho = 0.5$  %),

# Tloušťka desky

**Tloušťku desky** navrhujeme přibližně **okolo empiricky stanovené hodnoty**. S ohledem na ohybovou štíhlosti\*.

**Nenavrhuje desky s tloušťkou menší než 200 mm.** (200 mm je nutná tloušťka pro výztuž na protlačení.)

## Příklad 1:

empiricky:	180 mm
dle ohyb. štíhlosti:	350 mm
<b>návrh:</b>	<b>250 mm</b>

## Příklad 2:

empiricky:	250 mm
dle ohyb. štíhlosti:	200 mm
<b>návrh :</b>	<b>250 mm</b>

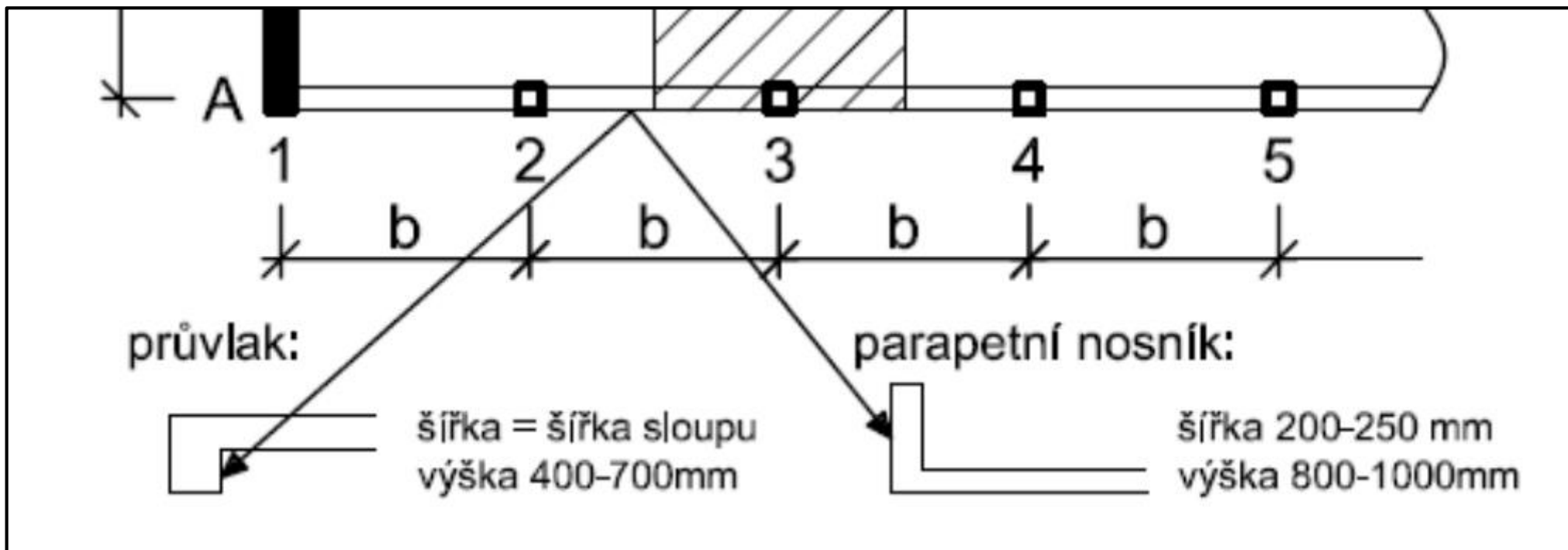
\*Pokud podle ohybové štíhlosti vyjde větší hodnota, tak se snažte se jí přiblížit, ale ne nutně za každou cenu (návrh pak může být zbytečně neekonomický).

# Tloušťka stěny

Tloušťku stěny zvolíme **odhadem 200 nebo 250 mm.**

# Rozměry trámu

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



# Rozměry sloupu

Rozměry sloupu stanovíme **podle jeho zatížení (síly) v patě 1 NP.**

Abychom mohli vypočítat sílu v patě sloupu 1 NP, **musíme nejprve stanovit**

- **plošné zatížení** desky,
- **zatěžovací plochu** sloupu.

# Plošné zatížení desky

Plošné zatížení desky stanovíme klasicky **formou tabulky**.

Zatížení stropní desky						
Typ zatížení	Název zatížení	h	$\gamma$	$f_{pl,k}$	$\gamma$	$f_{pl,d}$
		mm	$\text{kN/m}^3$	$\text{kN/m}^2$		$\text{kN/m}^2$
STÁLÉ	vl. tíha ŽB desky	250	25.0	6.25	1.35	8.44
	ostatní stálé	viz zadání		1.50		2.03
	$\Sigma$		$g_k =$	7.75		$g_d =$
PROM	užitné zatížení	viz zadání		5.00	1.5	7.50
	$\Sigma$		$q_k =$	5.00	$q_d =$	7.50
$\Sigma$			$f_k =$	12.75	$f_d =$	17.96

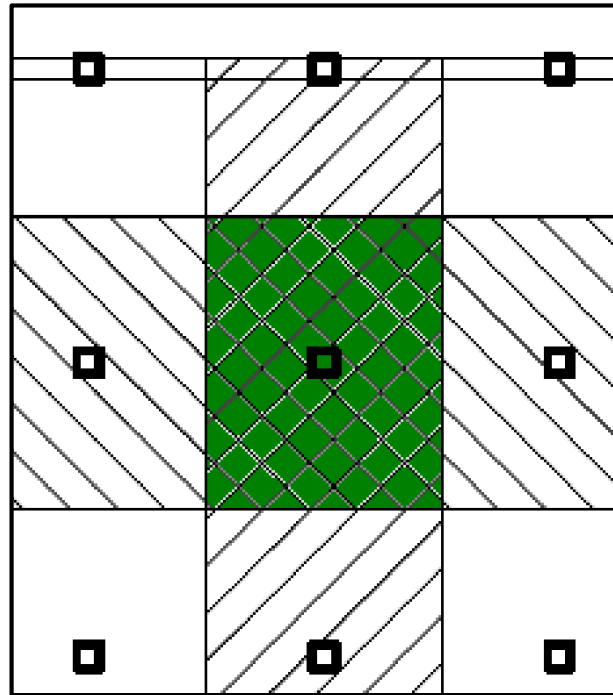
**Ostatní stálé a užitné zatížení** budeme uvažovat jako  $(g - g_0)_{patro,k}$  a  $q_{patro,k}$  z Úlohy 1\*.

\*Zatížení vypočítáme pouze pro stropní desku. (Zjednodušeně budeme uvažovat, že na střeše působí stejné zatížení.)

# Zatěžovací plocha sloupu

Abychom mohli určit sílu ve sloupu, musíme stanovit z jaké **plochy desky se přenáší zatížení do daného sloupu**.

Opět platí pravidlo „**zatížení si hledá nejkratší cestu do podpory**“.





# Síla v patě sloupu

Nakonec pomocí tabulky vypočítáme sílu v patě sloupu. Nesmíme zapomenout, že máme **více podlaží\***.

		Charakteristické				γ	Návrhové
		plošné zat.	zat. plocha	počet	bodová síla		bodová síla
		kN/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ks	kN		kN
Stálé	od stropní desky	7.75	56	4	1736	1.35	2344
	vl. tíha sloupu	25·0.3·0.3·(3.7-0.25)		4	31		42
	Σ				1767		2386
Proměnné	od stropní desky	5	56	4	1120	1.5	1680
	Σ				1120		1680
<b>Celkem</b>					<b>2887</b>		<b>4066</b>

# Rozměry sloupu

**Pomocí vypočtené normálové síly** od zatížení a **předpokladu dostředného tlaku** vypočteme potřebnou plochu průřezu

$$A_{c,req} = \frac{N_{Ed}}{0.8f_{cd} + 0.02\sigma_s}$$

kde  $N_{Ed}$  je působící síla (z tabulky),  
 $f_{cd}$  je návrhová pevnost betonu (ze zadání),  
 $\sigma_s$  je napětí ve výztuži ( $\sigma_s = 400$  MPa),  
0.02 je odhad stupně vyztužení.

# Rozměry sloupu

Průřez sloupu navrhne **čtvercový** o průřezové ploše **splňující podmínku**

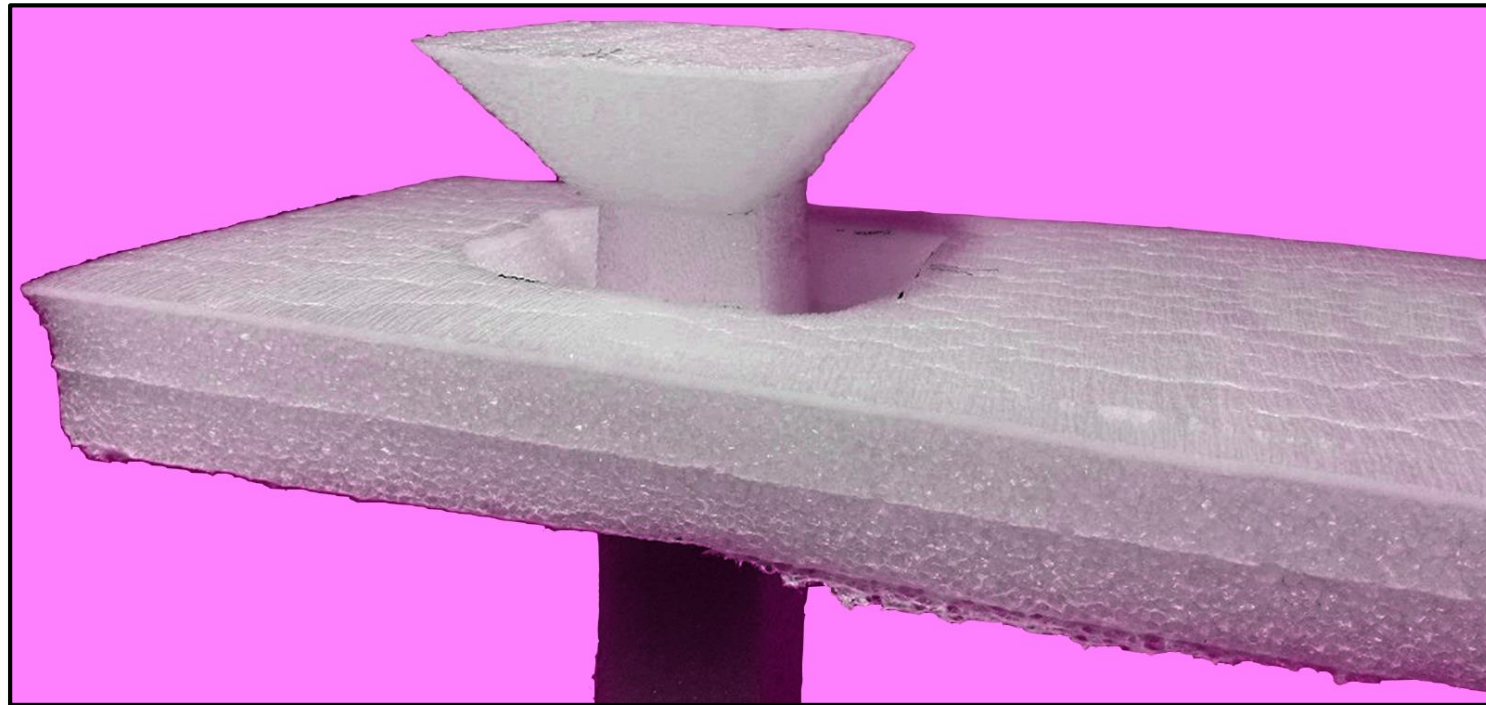
$$A_c \geq A_{c,req},$$

kde  $A_c = b_s^2$ .

# Předběžné ověření protlačení

# Protlačení desky

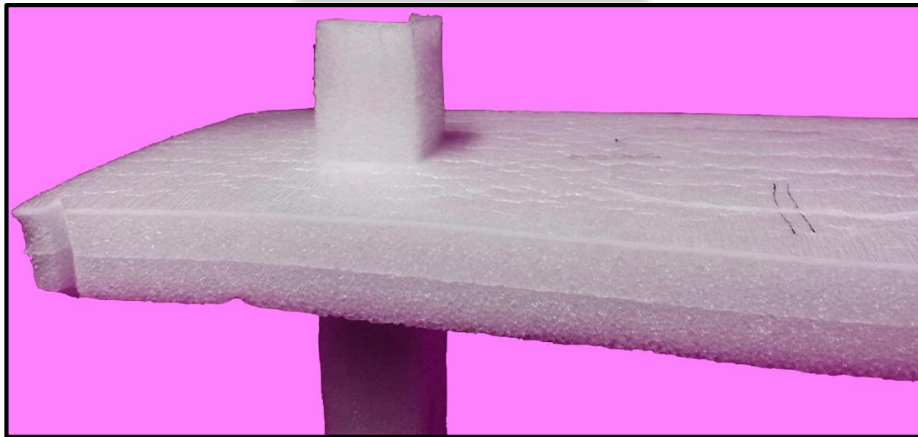
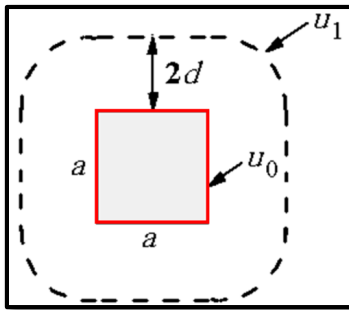
U lokálně podepřených desek působí **velká síla ze sloupu na malou plochu na desky** a může dojít k ***protlačení***\* desky.



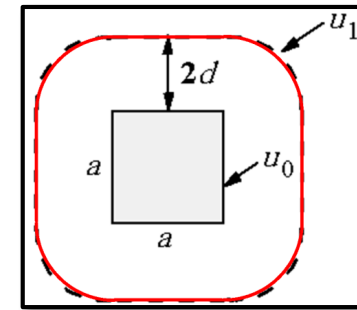
# Protlačení desky

Z hlediska protlačení hrozí zejména **dva druhy porušení**.

protlačení v **obvodu  $u_0$**



protlačení v **obvodu  $u_1$**



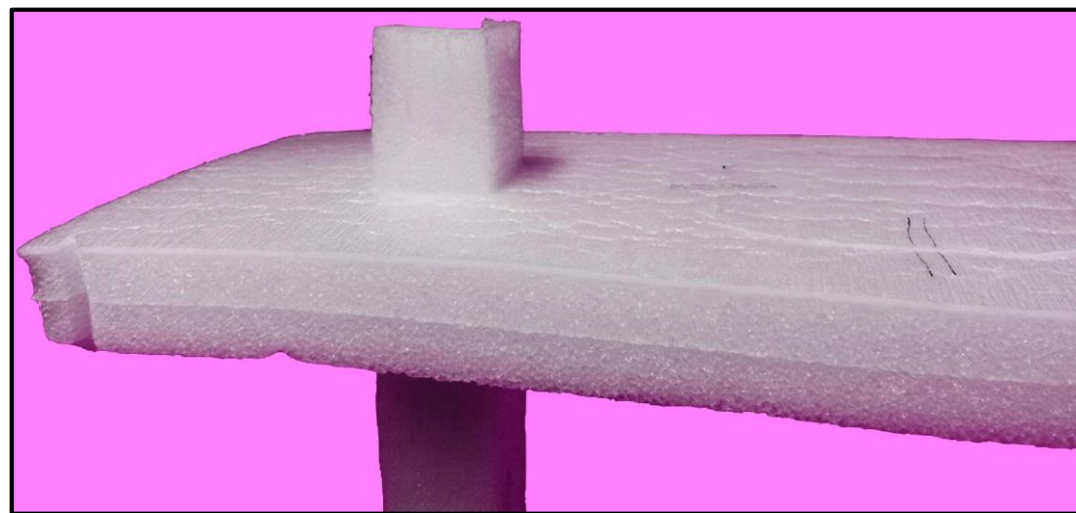
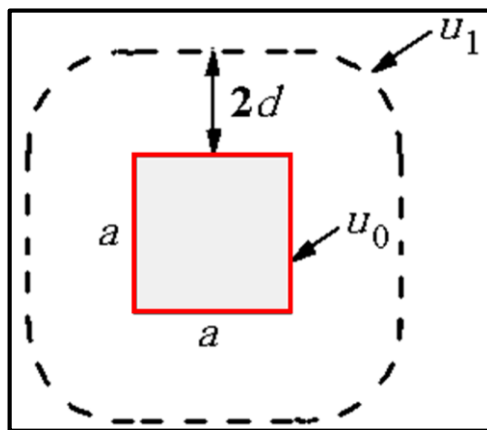
# Protlačení v obvodu $u_0$

Protlačení **v obvodu  $u_0$**  se týká porušení, kdy **sloup „projede“\* deskou**.

Obvod  $u_0$  odpovídá obvodu průřezu podpory – v našem případě tedy

$$u_0 = 4b_s,$$

kde  $b_s$  je šířka sloupu.



# Protlačení v obvodu $u_0$

Při tomto typu porušení nám **nijak nepomůže výztuž** proti protlačení, a **musíme** tedy **ověřit**, že **samotný beton zvládne odolat** tomuto namáhání\*. Ověření provádíme pomocí vztahu

$$v_{Ed,0} \leq v_{Rd,max}$$

kde  $v_{Ed,0}$  je **účinek** návrhového **zatížení** v obvodu  $u_0$ ,  
 $v_{Rd,max}$  je **únosnost v protlačení** v obvodu  $u_0$ .



# Protlačení v obvodu $u_0$

Při tomto typu porušení nám **nijak nepomůže výztuž** proti protlačení, a **musíme** tedy **ověřit**, že **samotný beton zvládne odolat** tomuto namáhání\*. Ověření provádíme pomocí vztahu

$$\frac{\beta V_{Ed}}{du_0} \leq 0.4\nu f_{cd},$$

kde  $V_{Ed}$  je celkové návrhové zatížení **pouze z jednoho podlaží** (zatížení běžného podlaží vynásobené se zatěžovací plochou sloupu),  
 $\beta$  je součinitel polohy sloupu (pro vnitřní sloup  $\beta = 1.15$ ),  
 $d$  je statický účinná výška (vypočteno dříve),  
 $\nu = 0.6(1 - f_{ck}/250)$ .

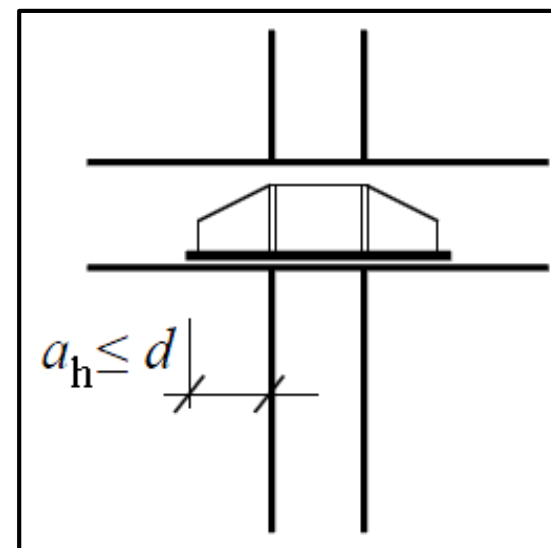
# Protlačení v obvodu $u_0$

**Pokud podmínka nevyhoví**, deska neodolá namáhání, a je **nutné návrh upravit**. Například můžeme **navrhnout manžetovou hlavici**, která nám **zvětší délku kontrolovaného obvodu**, a tím **sníží účinek zatížení**. Pro nový kontrolovaný obvod

$$u_0 = u_h,$$

kde  $u_h$  je obvod hlavice, **provedte posouzení znovu**.

Zkuste vymyslet, jaké další úpravy návrhu by pomohly, aby byla podmínka splněna.



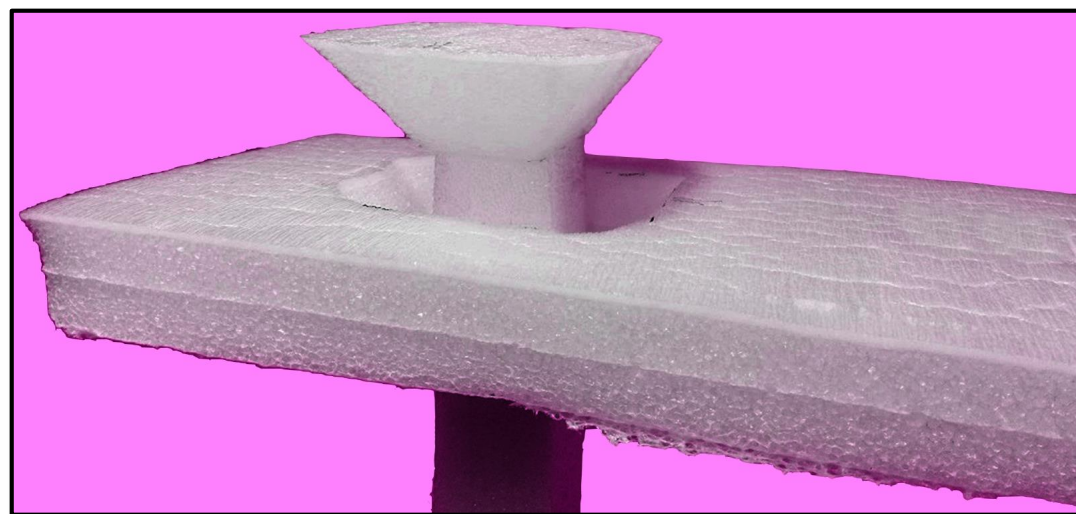
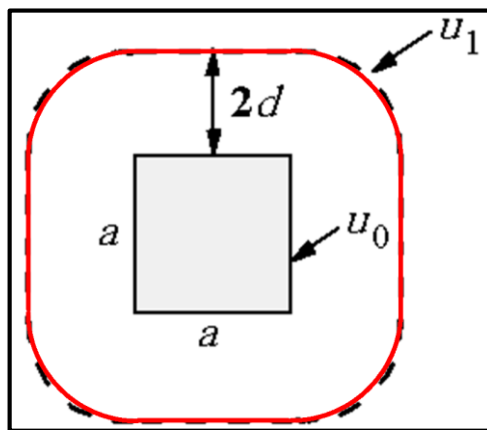
# Protlačení v obvodu $u_1$

Protlačení v obvodu  $u_1$  se týká porušení, kdy sloup „vytrhne“\* část desky.

Obvod  $u_1$  odpovídá „rozšířenému“ obvodu podpory sloupu o  $2d$  – v našem případě tedy

$$u_1 = 4b_s + 2\pi 2d,$$

kde  $b_s$  je šířka sloupu,  
 $d$  je účinná výška.



# Protlačení v obvodu $u_1$

Při tomto typu porušení nám zajišťuje **únosnost beton, podélná výztuž a výztuž na protlačení.**

**Únosnost** je navíc **shora omezena hodnotou  $k_{max}v_{Rd,c}$** , která vyjadřuje to, že **nemůžeme „donekonečna“ přidávat výztuž** a očekávat, že bude růst únosnost.

Zatím  
nepotřebujeme

## Protlačení v obvodu $u_1$

Při výpočtech **nejprve** ověřujeme **únosnost bez výztuže** na protlačení\*

$$v_{Ed,1} \leq v_{Rd,c},$$

kde  $v_{Ed,1}$  je účinek návrhového zatížení v obvodu  $u_1$ ,

$v_{Rd,c}$  je únosnost v protlačení bez výztuže v obvodu  $u_1$ .

Pokud **první podmínka nevyhoví**, navrhujeme výztuž na protlačení, a poté ověřujeme **únosnost s výztuží** na protlačení

$$v_{Ed,1} \leq v_{Rd,cs},$$

kde  $v_{Ed,1}$  je účinek návrhového zatížení v obvodu  $u_1$ ,

$v_{Rd,cs}$  je únosnost v protlačení s výztuží v obvodu  $u_1$ .

# Protlačení v obvodu $u_1$

**Vyztužení desky zatím neznáme, a proto pouze ověříme, jestli účinek zatížení není větší než normová limitující hodnota pro únosnost\***

$$v_{Ed,1} \leq k_{max} v_{Rd,c},$$

kde  $v_{Ed,1}$  je **účinek** návrhového **zatížení** v obvodu  $u_1$ ,  
 $k_{max} = 1.35 + h_d/2000$ ,  
 $v_{Rd,c}$  je **únosnost** v protlačení **bez výztuže** v obvodu  $u_1$ .

# Protlačení v obvodu $u_1$

**Vyztužení desky zatím neznáme, a proto pouze ověříme, jestli účinek zatížení není větší než normová limitující hodnota pro únosnost**

$$\frac{\beta V_{Ed}}{du_1} \leq \left( 1.35 + \frac{h_d}{2000} \right) \cdot \max \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3}; 0.035 \sqrt{k^3 f_{ck}} \right],$$

kde  $V_{Ed}$  je celkové návrhové zatížení **pouze z jednoho podlaží** (zatížení běžného podlaží vynásobené se zatěžovací plochou sloupu),

$\beta$  je součinitel polohy sloupu (pro vnitřní sloup  $\beta = 1.15$ ),

$u_1$  je kontrolovaný obvod,

$d$  je statický účinná výška (vypočteno dříve),

$h_d$  je tloušťka desky,

$C_{Rd,c} = 0.12$ ,

$$k = \min \left( 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}; 2 \right),$$

$\rho_l$  je stupeň vyztužení podélnou výztuží (odhadneme 0.005),

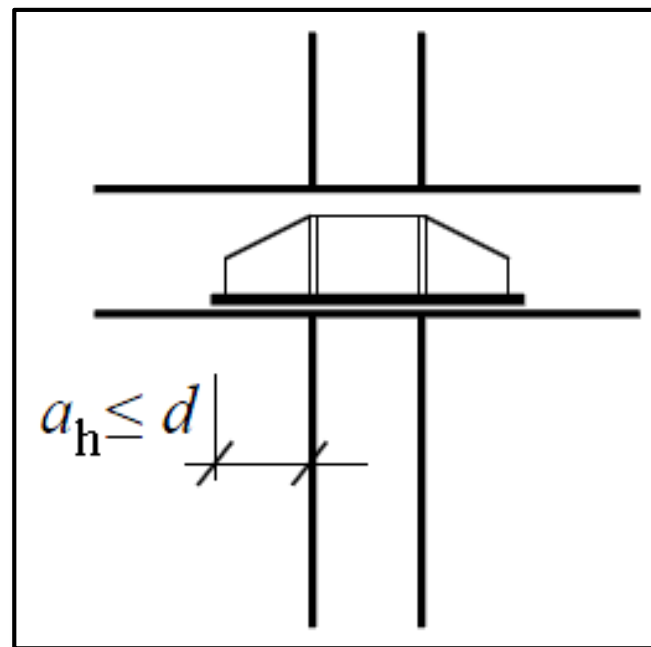
$f_{ck}$  je charakteristická hodnota pevnosti betonu.

# Protlačení v obvodu $u_1$

Pokud **podmínka nevyhoví**, znamená to, že **nebude možné dostatečně vyztužit desku** pro přenesení namáhání a **musíme upravit návrh**. Například můžeme **navrhnout manžetovou hlavici**, která nám **zvětší délku kontrolovaného obvodu**, a tím **sníží účinek zatížení**. Pro nový kontrolovaný obvod

$$u_1 = u_h + 2\pi 2d,$$

kde  $u_h$  je obvod hlavice a  $d$  je účinná výška, **provedte posouzení znovu**.



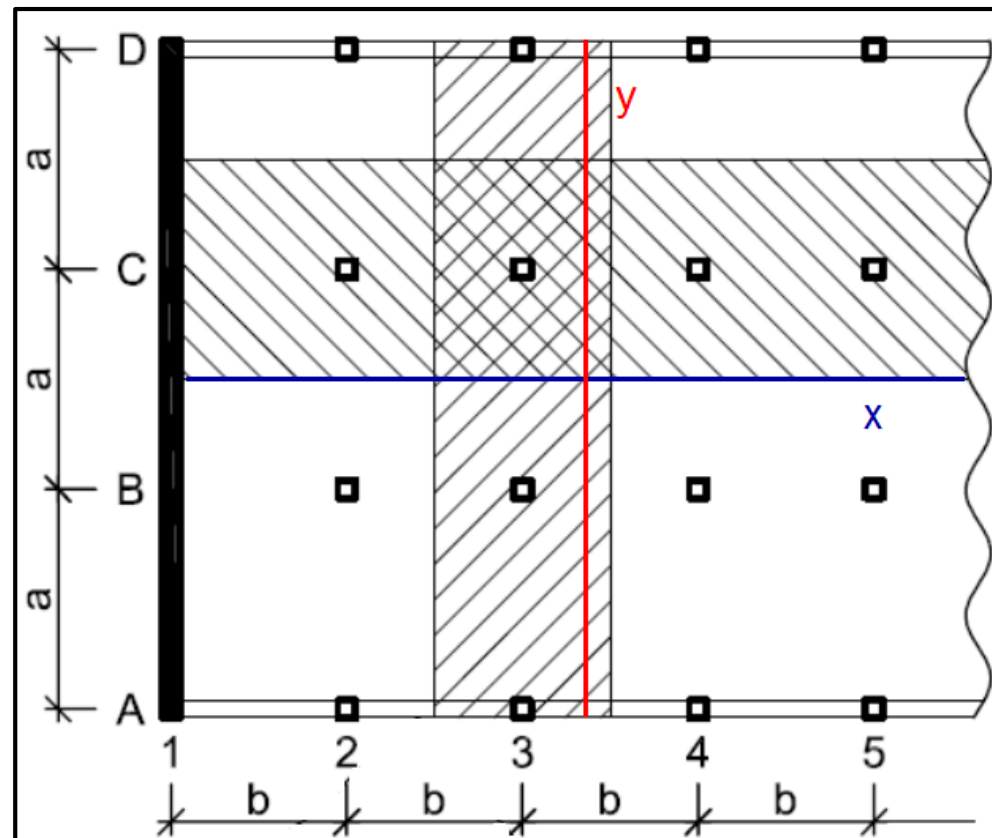


# Výpočet momentů na lokálně podepřené desce

obecný postup

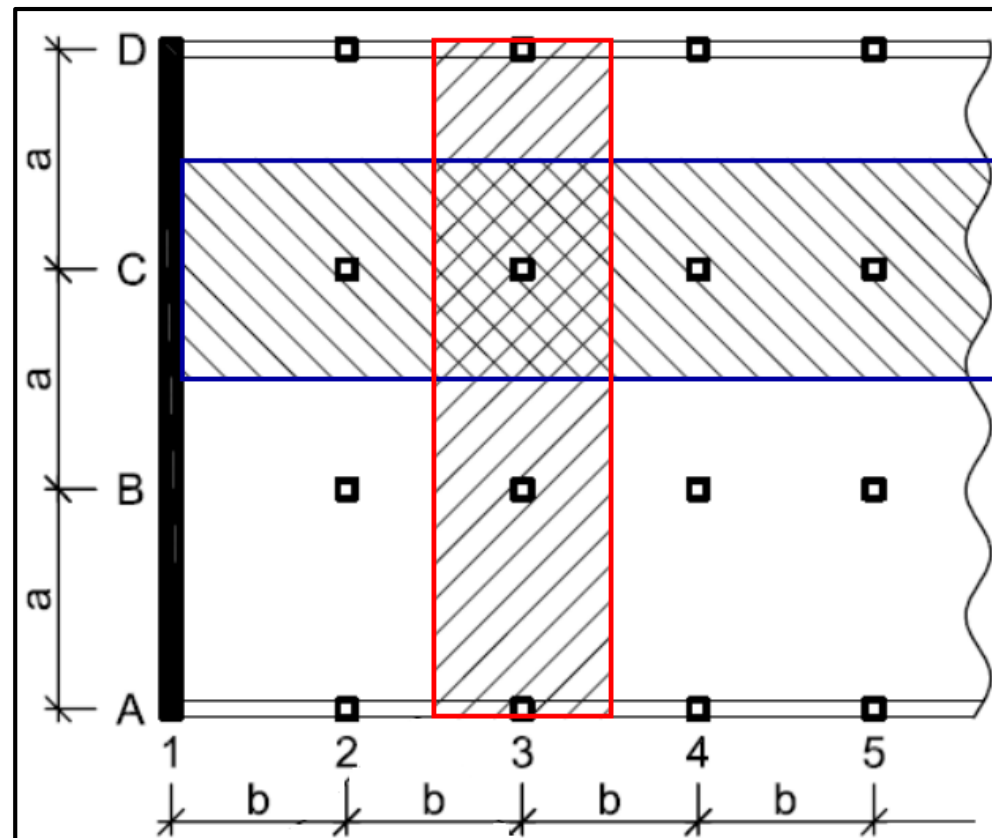
# Směry

Pokud navrhujeme výztuž **ručně**, pak se deska řeší **zvlášť v jednotlivých směrech**.



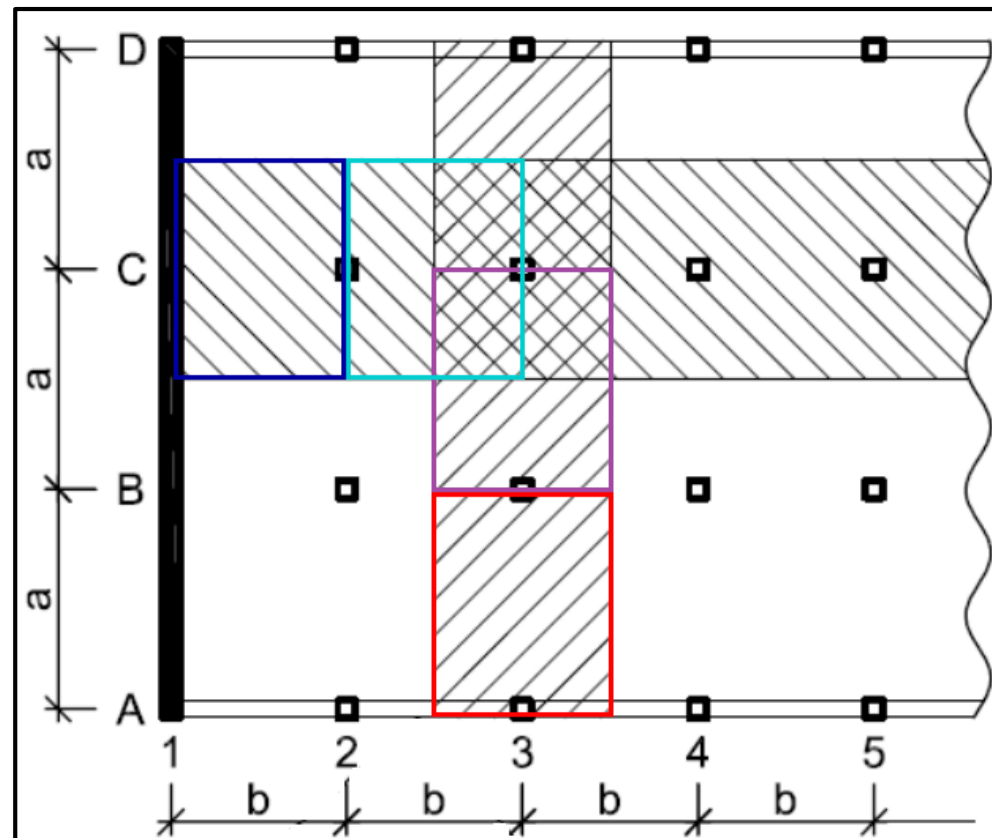
# Pásy

My **budeme** v každém směru **řešit jen jeden pás** – tj. **pás C a 3.**



# Pole

V každém pásu **budeme řešit jen krajní a první vnitřní pole.**



# Metoda součtových momentů

**První**, co potřebujeme stanovit, je **průběh momentů v daném pásu**.

Průběh momentu v pásu **určíme metodou součtových momentů**.  
(Teorie a omezení pro použití metody viz přednášky.)

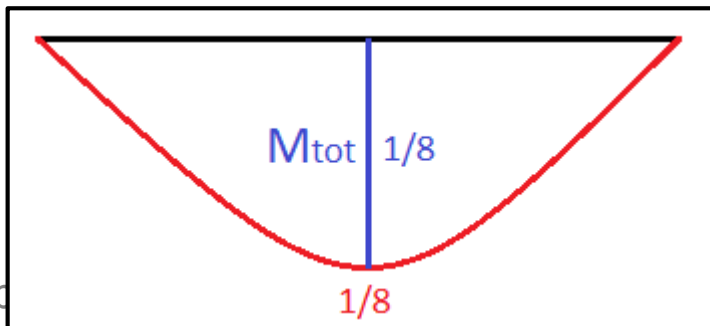
Metoda vychází ze skutečnosti, že **vzepětí momentové křivky** na libovolném oboustranně podepřeném nosníku je **vždy  $fl^2/8$**  – této hodnotě říkáme **totální moment**.

# Metoda součtových momentů

**První**, co potřebujeme stanovit, je **průběh momentů v daném pásu**.

Průběh momentu v pásu **určíme metodou součtových momentů**.  
(Teorie a omezení pro použití metody viz přednášky.)

Metoda vychází ze skutečnosti, že **vzepětí momentové křivky** na libovolném oboustranně podepřeném nosníku je **vždy  $fl^2/8$**  – této hodnotě říkáme

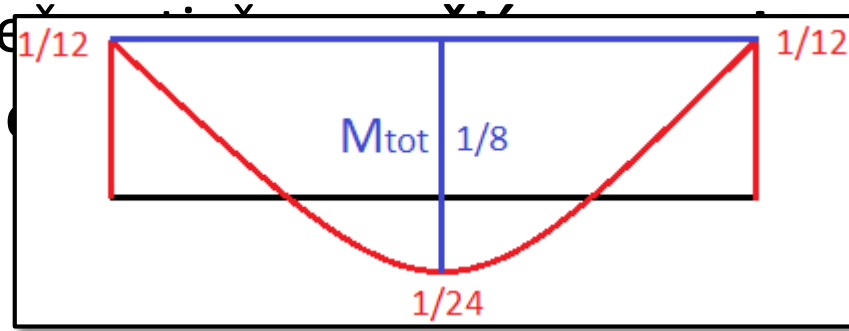
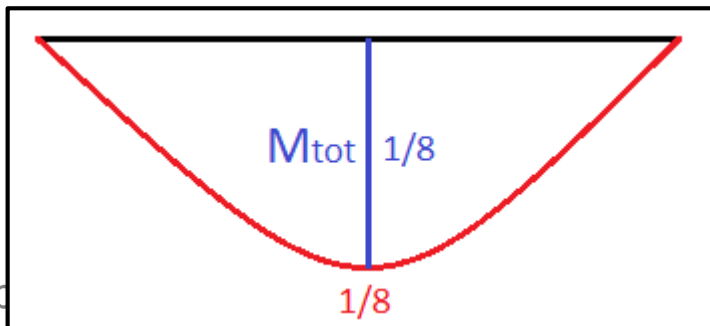


# Metoda součtových momentů

**První, co potřebujeme stanovit, je průběh momentů v daném pásu.**

Průběh momentu v pásu **určíme metodou součtových momentů**.  
(Teorie a omezení pro použití metody viz přednášky.)

Metoda vychází ze skutečnosti, že průběh momentů v pásu je **parabola** na libovolném oboustranně podepřené desce. **Průměrná hodnota momentu** této hodnotě říkáme



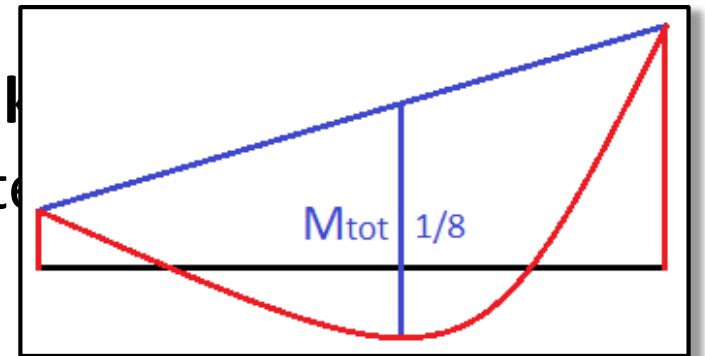
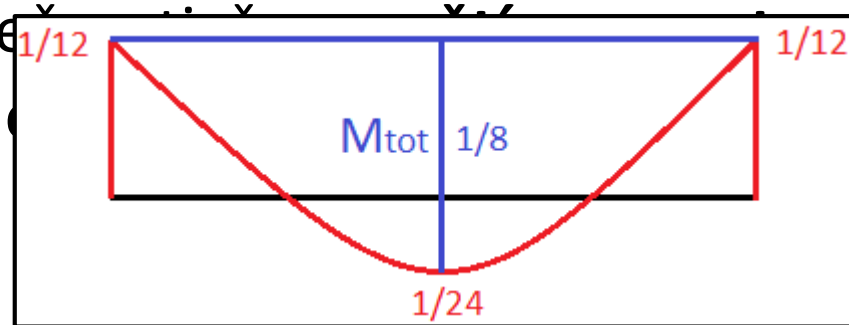
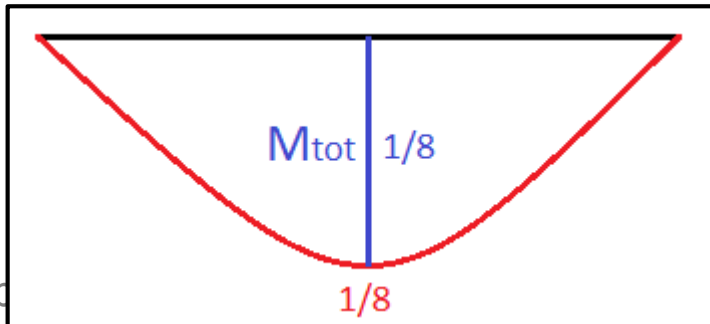
# Metoda součtových momentů

**První, co potřebujeme stanovit, je průběh momentů v daném pásu.**

Průběh momentu v pásu **určíme metodou součtových momentů**.

(Teorie a omezení pro použití metody viz přednášky.)

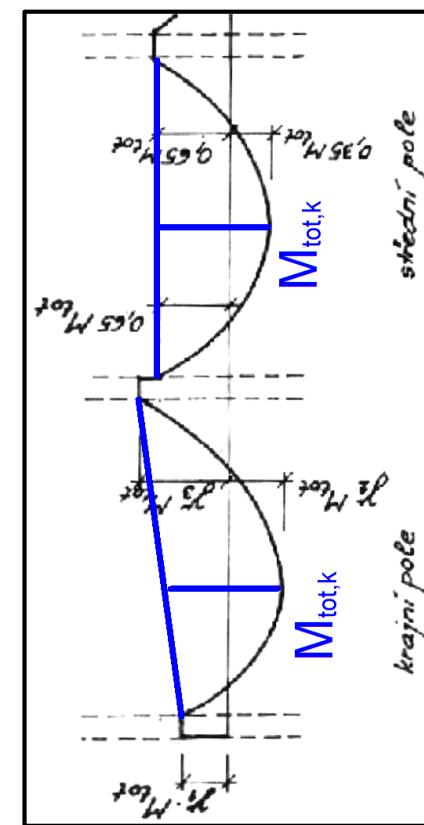
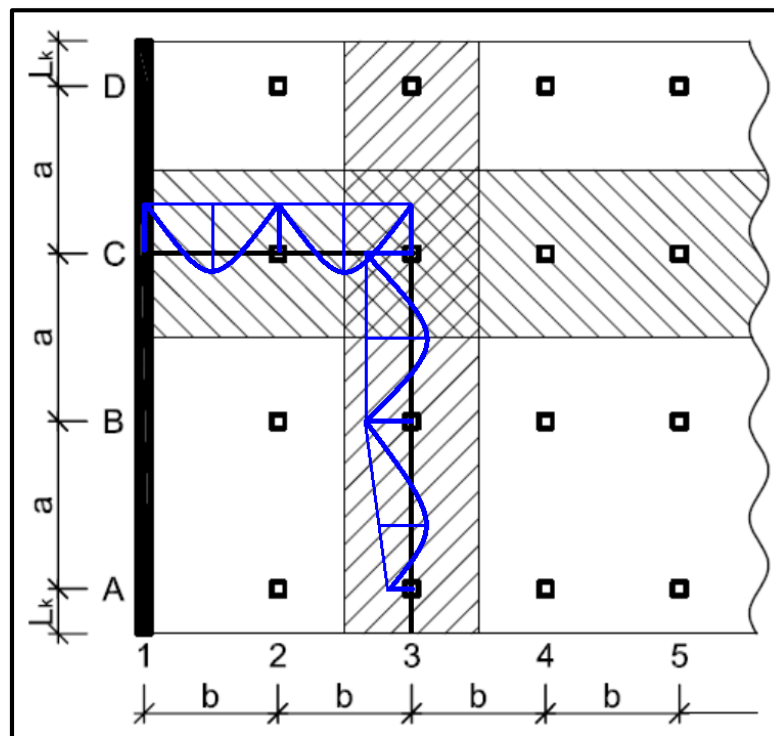
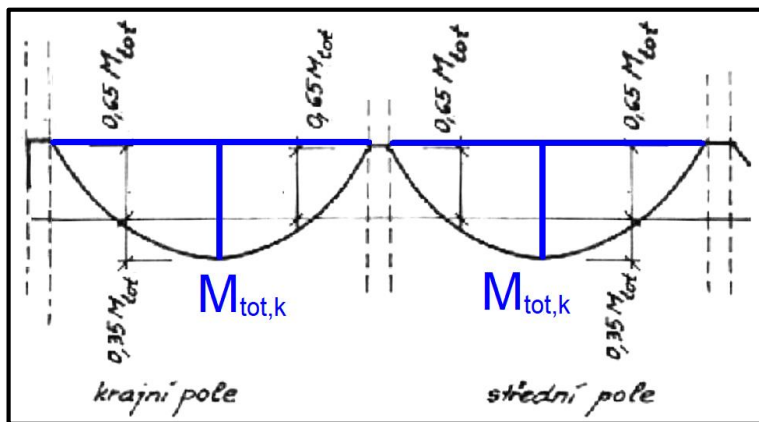
Metoda vychází ze skutečnosti, že průběh momentů v pásu je lineární a parabola. Průběh momentů v pásu je lineární a parabola. Průběh momentů v pásu je lineární a parabola.





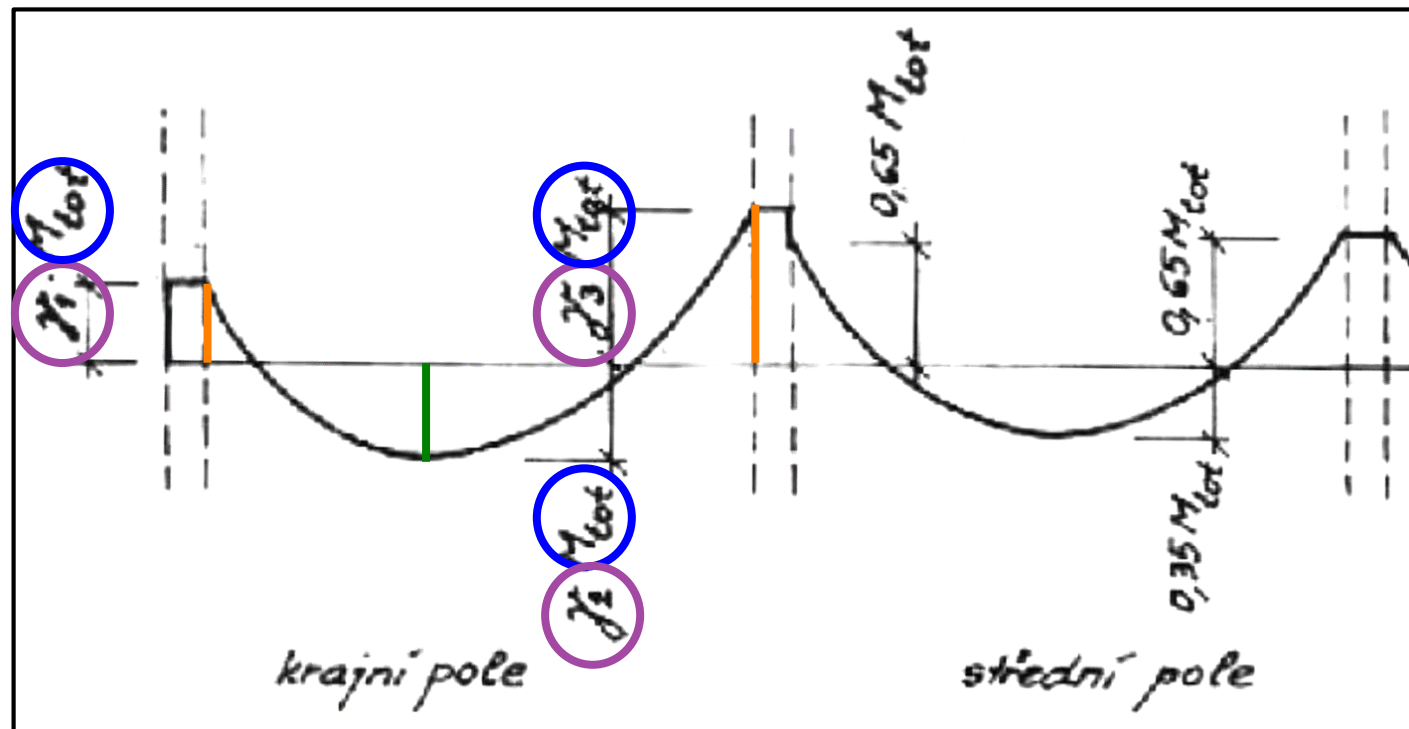
# Stanovení momentů v pásu

Nejprve **stanovíme totální moment ( $fl^2/8$ )** pro každé pole daného pásu.



# Stanovení momentů v pásu

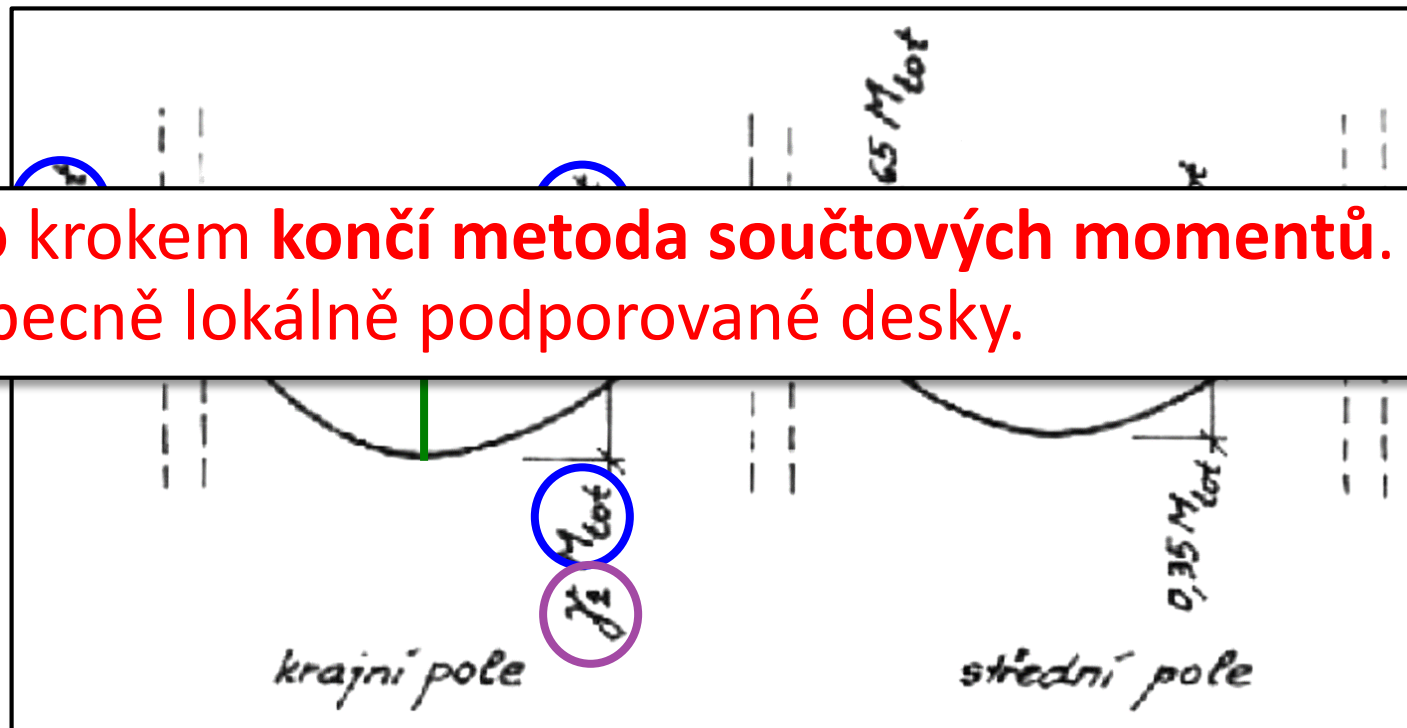
Dál každý **totální moment** rozdělíme pomocí **součinitelů  $\gamma$** , čímž získáme **nadpodporové** a **mezipodporové** momenty.



# Stanovení momentů v pásu

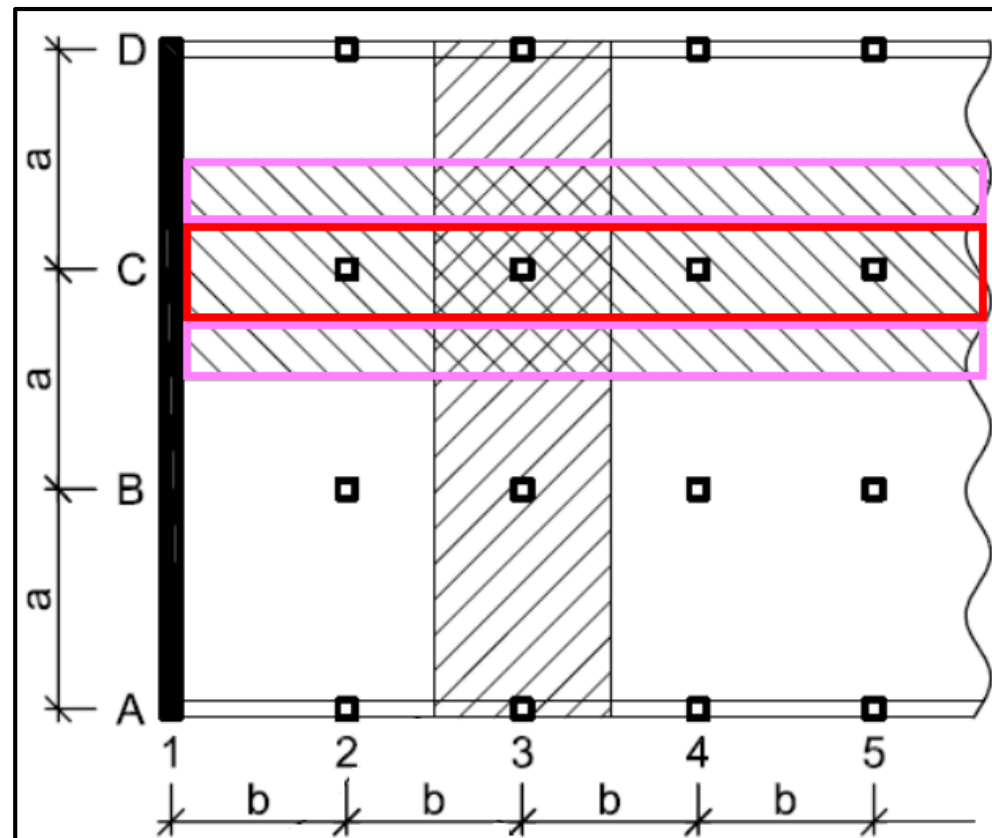
Dál každý **totální moment** rozdělíme pomocí **součinitelů  $\gamma$** , čímž získáme **nadpodporové** a **mezipodporové** momenty.

Pozn.: Tímto krokem **končí metoda součtových momentů**. Další postup se již týká obecně lokálně podporované desky.



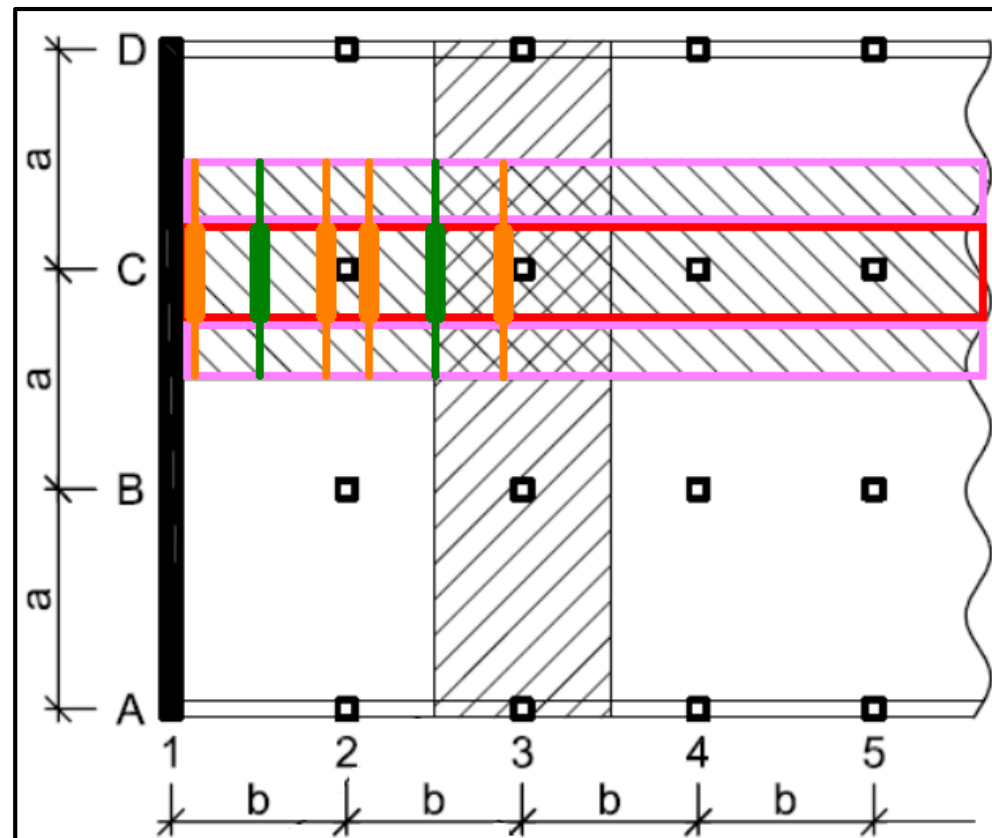
# Rozdělení momentu do pruhů

Řešený pás není namáhán všude stejně. V oblasti **mezi sloupy** je větší namáhání než v oblasti **v polích**.



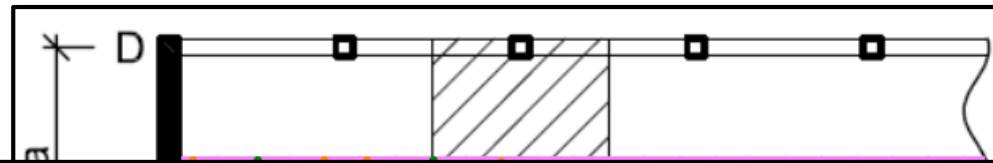
# Rozdělení momentu do pruhů

Nadpodporové a mezipodporové momenty tedy musíme ještě rozdělit do **sloupového** a **středního** pruhu.

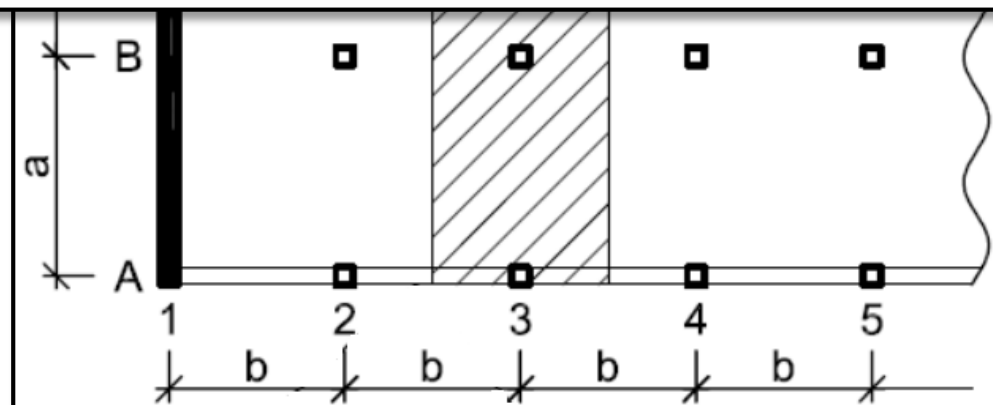


# Rozdělení momentu do pruhů

Nadpodporové a mezipodporové momenty tedy musíme ještě rozdělit do **sloupového** a **středního** pruhu.

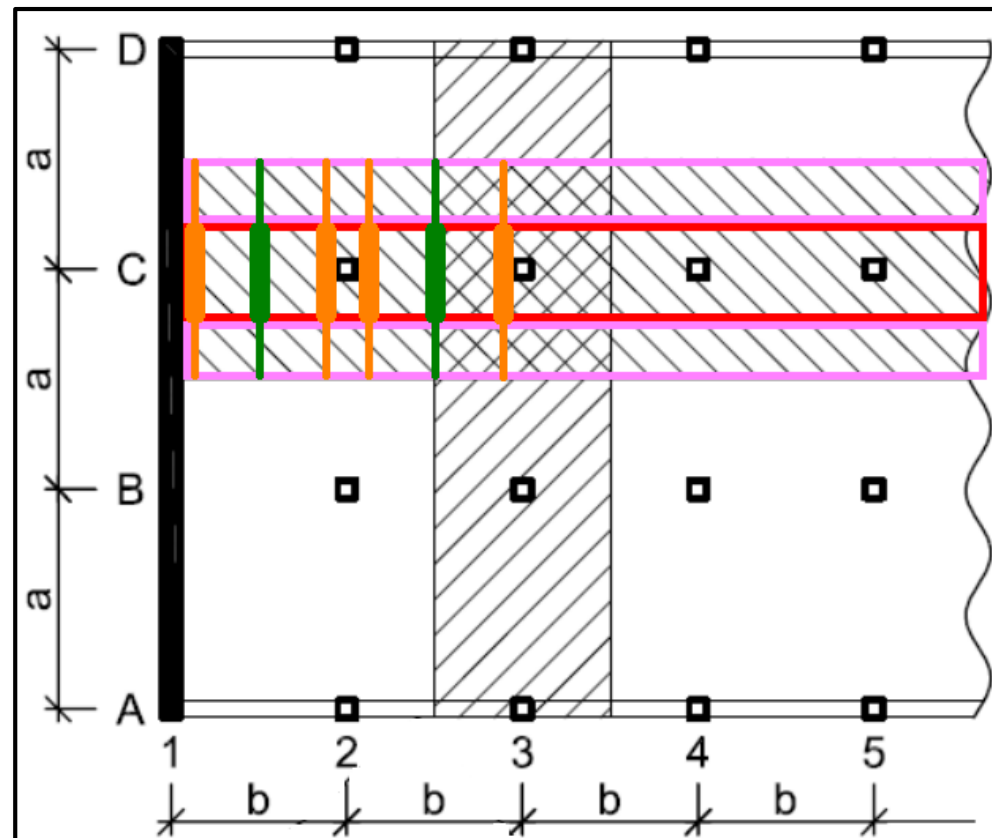


**Rozdělení do sloupového a středového pruhu se netýká metody součtových momentů. Toto rozdělení se provádí i při využití metody náhradních rámců.**



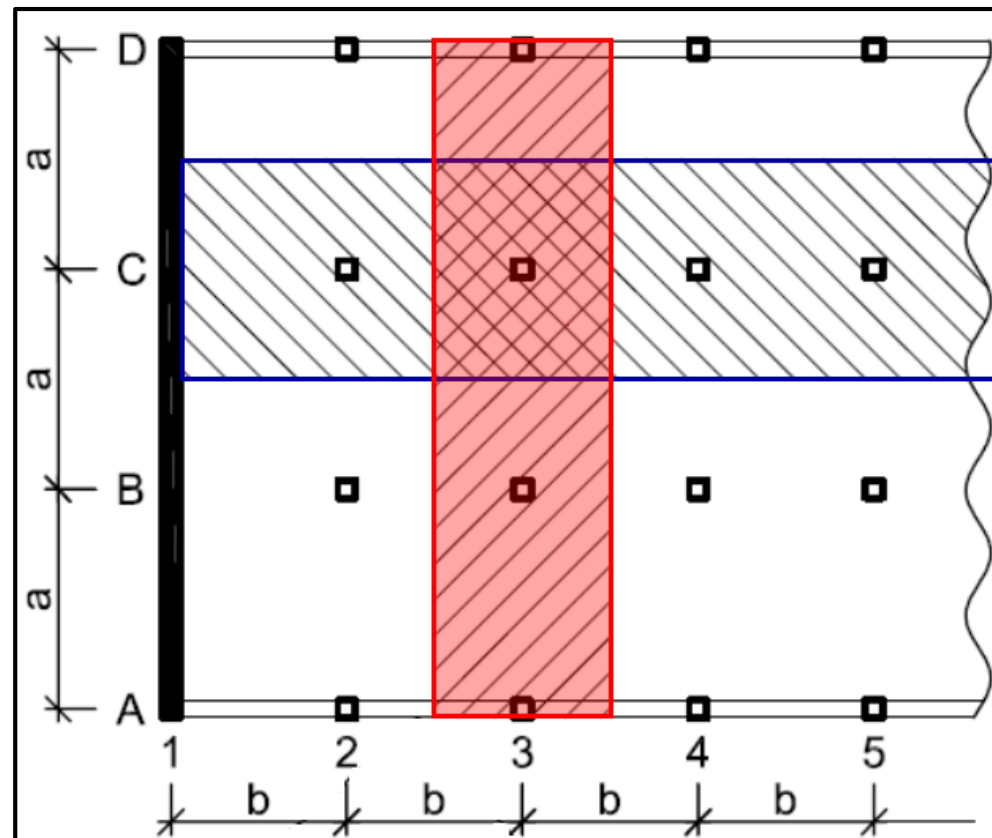
# Rozdělení momentu do pruhů

Výstupem výpočtů pro pás C tedy budou **nadpodporové** a **mezipodporové** momenty v **sloupovém** a **středním** pruhu – celkem tedy 12 hodnot.



# Rozdělení momentu do pruhů

To samé je nutné spočítat pro i pro druhý pás – pás 3.

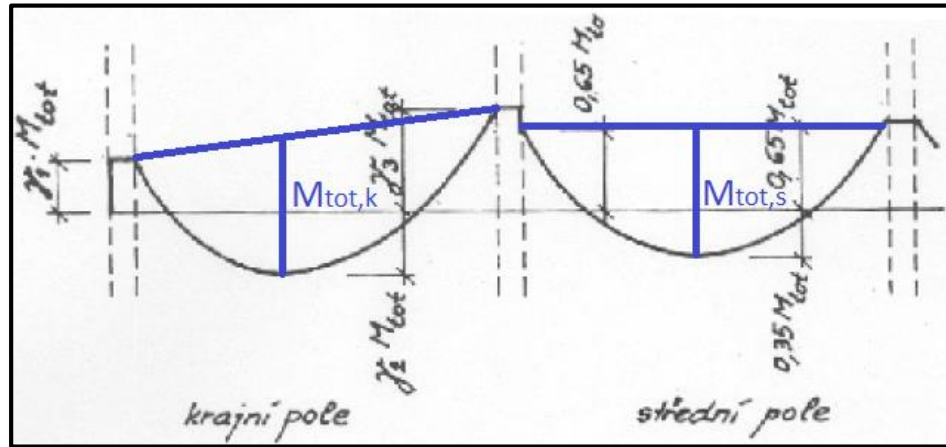




# Výpočet momentů na lokálně podepřené desce

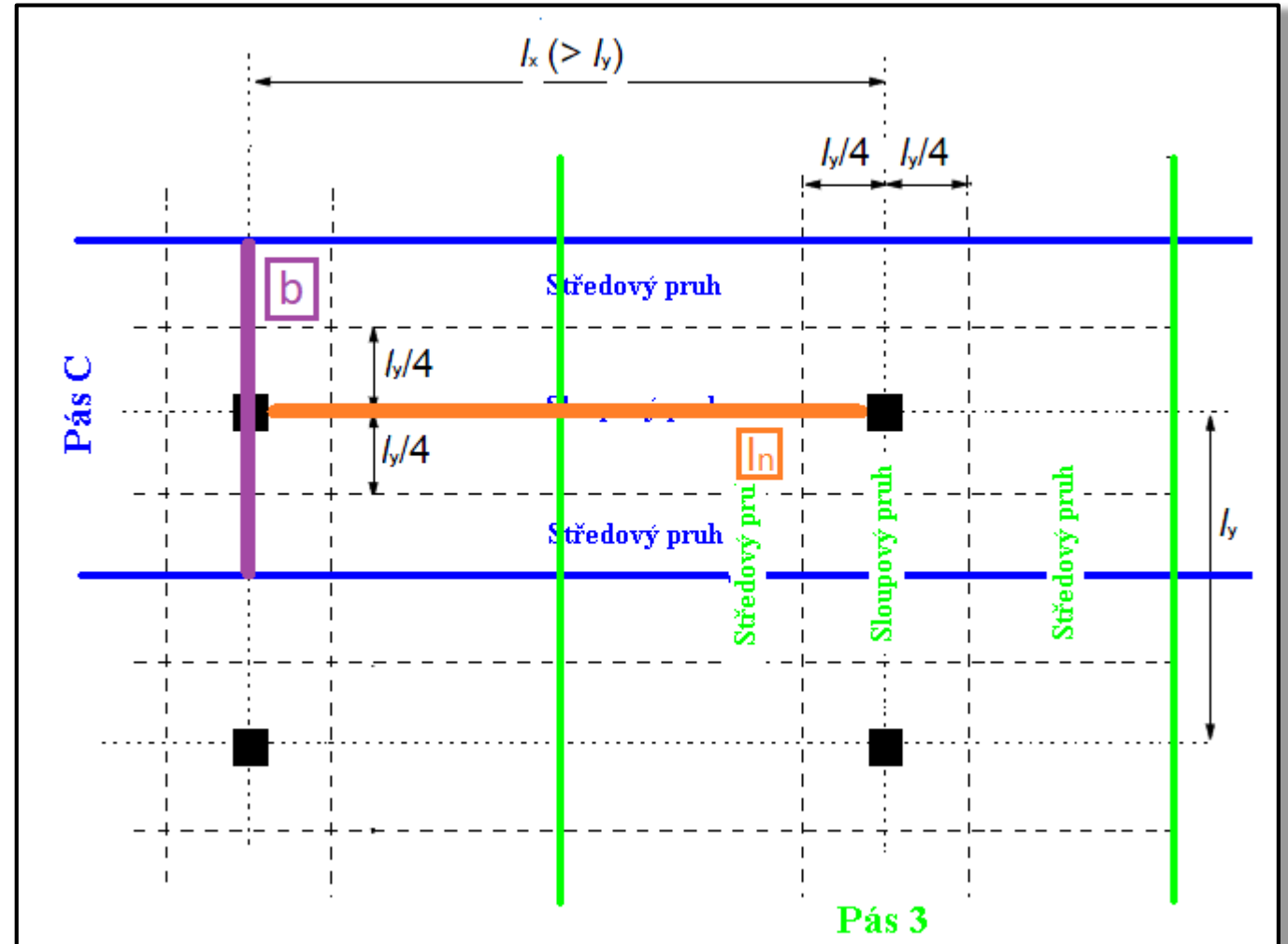
podrobně

# Stanovení totálního momentu – pás C

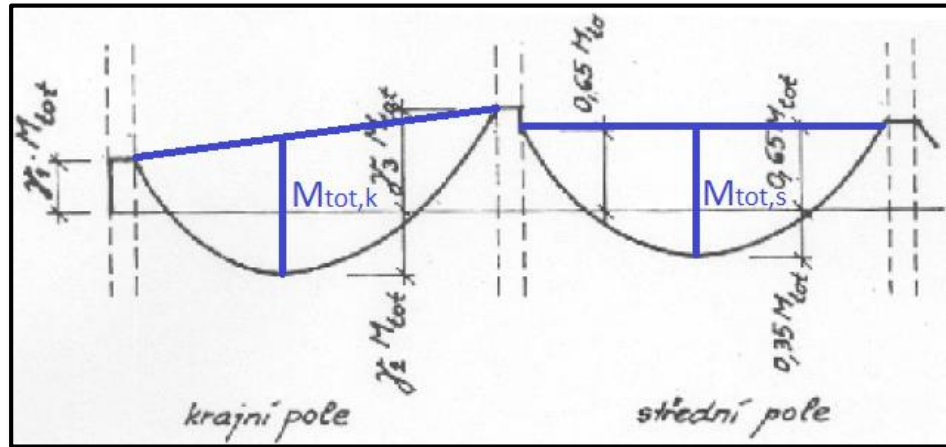


$$M_{tot} = \frac{1}{8} (g_d + q_d) b l_n^2$$

(Nepočítáme to na metr šířky, ale na celkovou šířku pásu – takže vlastně, jako kdyby to byl velmi široký „trám“ o šířce  $b$  zatížený plošně na jeho horním povrchu.)

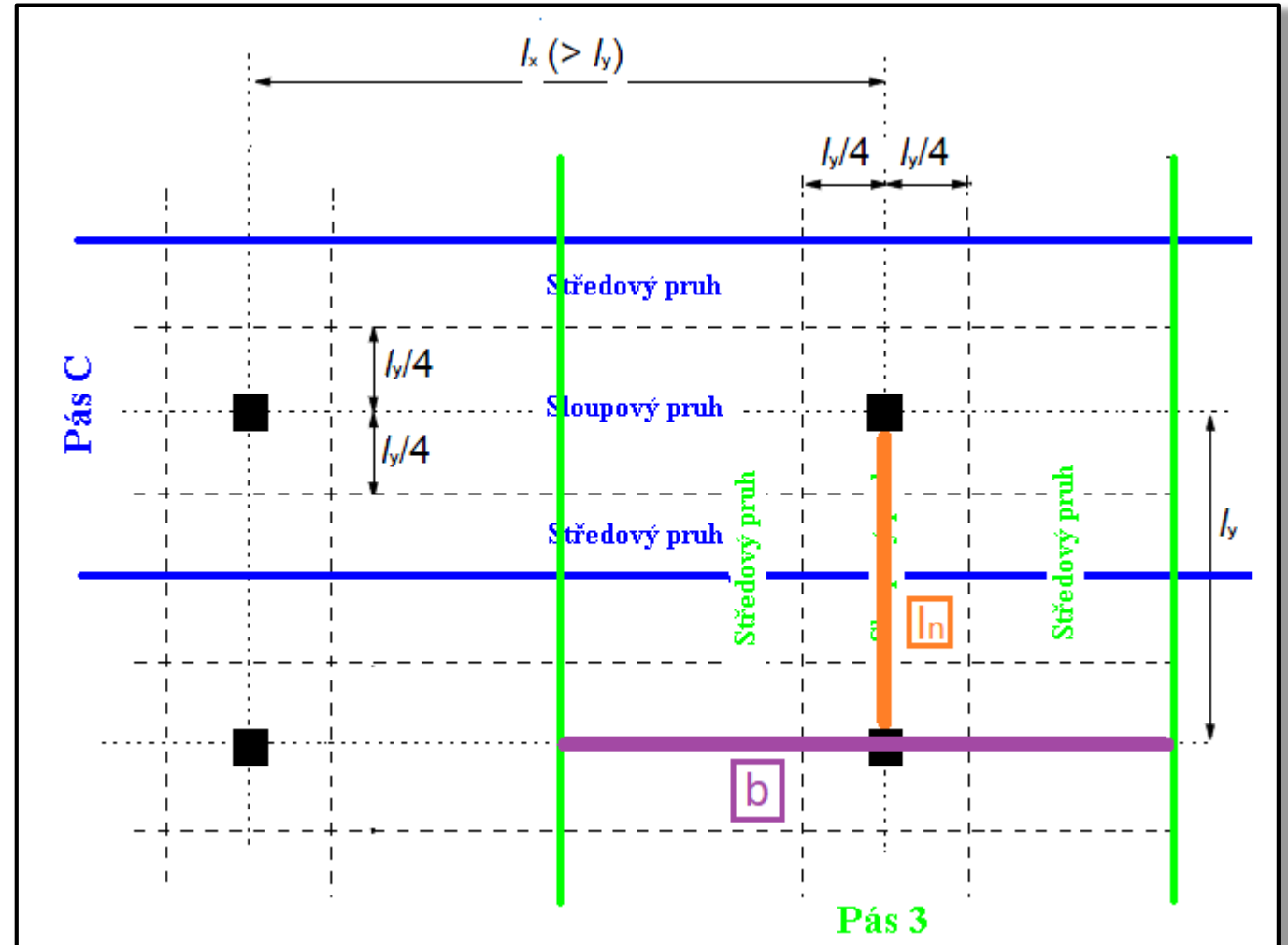


# Stanovení totálního momentu – pás 3



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

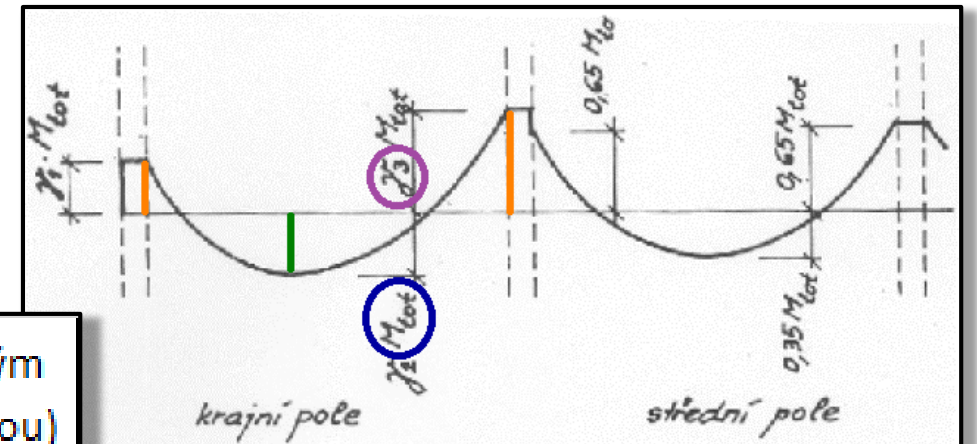
(Nepočítáme to na metr šířky, ale na celkovou šířku pásu – takže vlastně, jako kdyby to byl velmi široký „trám“ o šířce  $b$  zatížený plošně na jeho horním povrchu.)



# Moment nad podporou a v poli daného pole

Totální moment v daném poli rozdělíme pomocí součinitelů  $\gamma_i$ .

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



	Vetknutí (stěna / spojitá deska)	Ztužení okrajovým trámem	Ztužení převislým koncem (konzolou)
$\gamma_1$	0.65	0.3	$0.26 + 0.6 * M_k / M_{tot}$
$\gamma_2$	0.35	0.5	0.52
$\gamma_3$	0.65	0.7	0.72

Pozn.: Hodnota  $\gamma_1$  u převislého konce vychází z interpolace mezi volným okrajem (0.26) a vetknutím (0.65). Blíže viz [http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/vyuka\\_soubory/BK01/pomucky\\_BK01\\_soubory/06\\_souctove\\_momenty\\_priklad.pdf](http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/vyuka_soubory/BK01/pomucky_BK01_soubory/06_souctove_momenty_priklad.pdf).

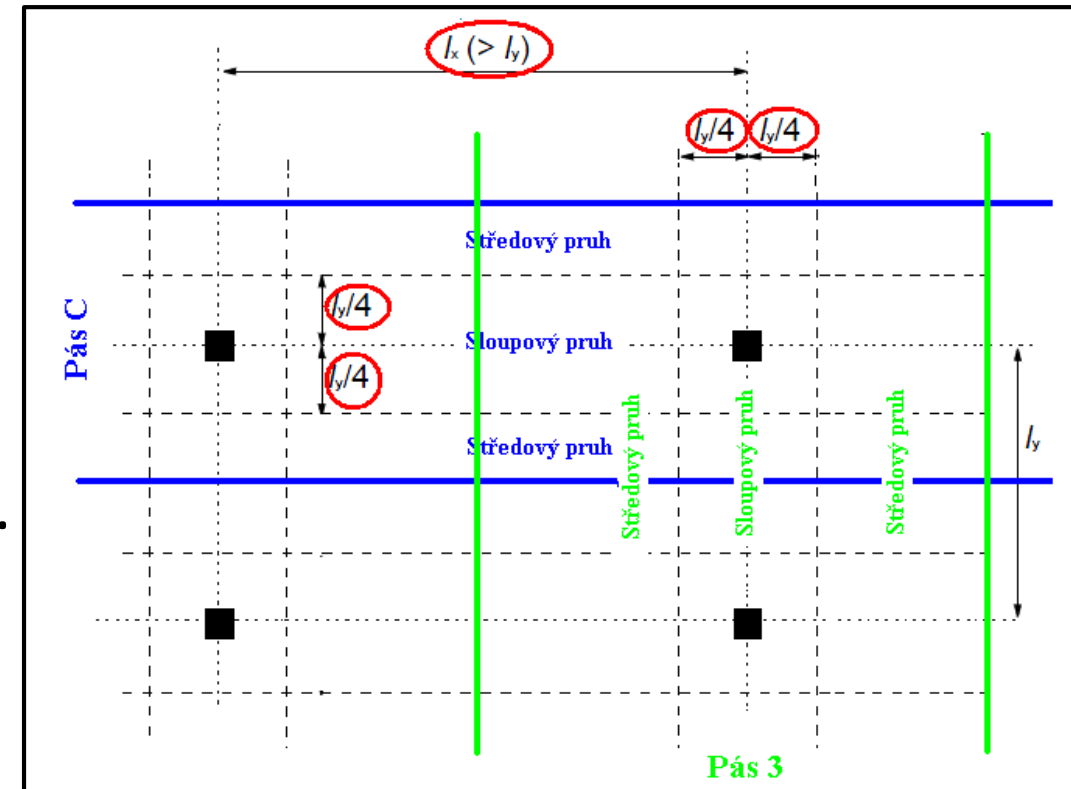
# Rozdělení do sloupového a středního pruhu

Řešený pás rozdělíme na sloupový a střední pruh tak, že

$$b_{p,sl} = 0.5 \min(l_x, l_y),$$

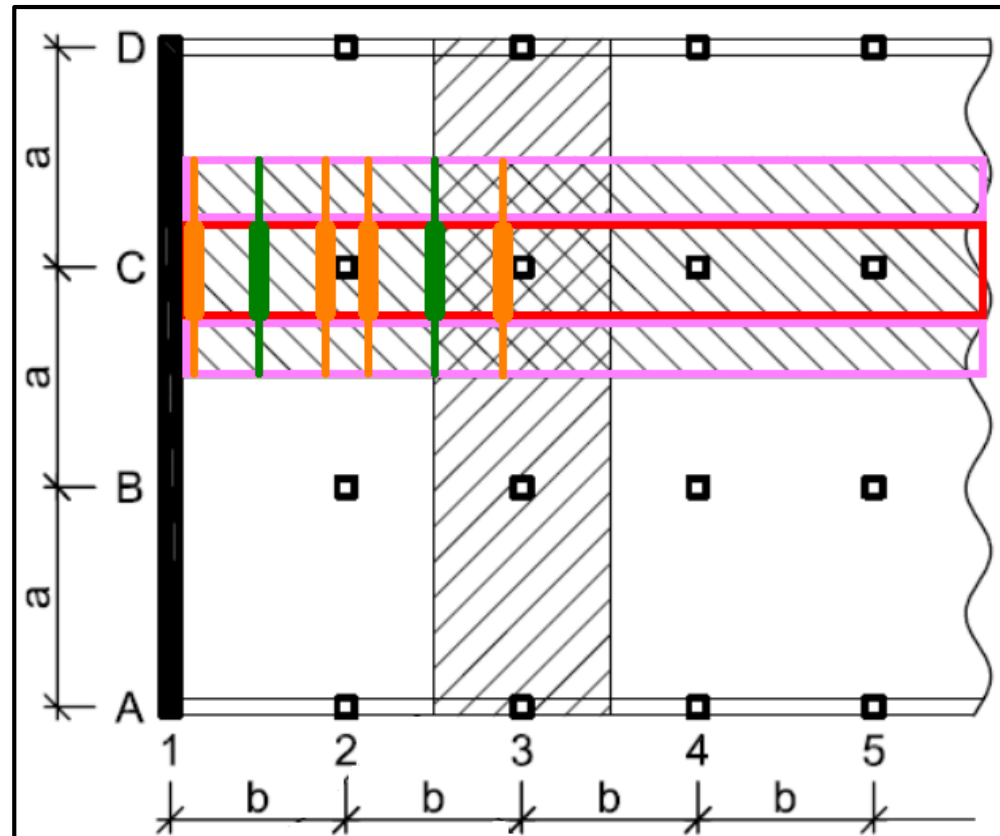
$$b_{p,st} = b_p - b_{sl},$$

kde  $b_p$  je celková šířka pásu,  
 $b_{p,sl}$  je šířka sloupového pruhu,  
 $b_{p,st}$  je šířka středního pruhu,  
 $l_x$  a  $l_y$  jsou rozpony desky v daném poli.



# Rozdělení do sloupového a středního pruhu

**Moment** v každém řezu pásem  $M_i$  rozdělíme na moment ve **sloupovém pruhu**  $M_{i,sl}$  a moment **ve středním pruhu**  $M_{i,st}$ .

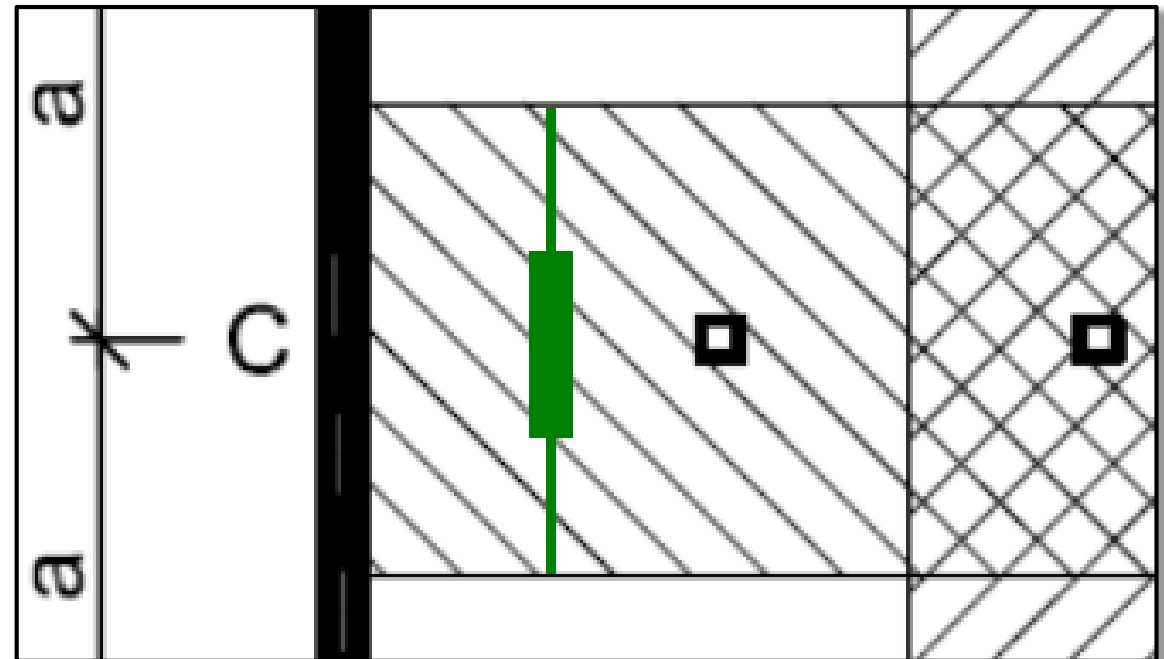


# Rozdělení do pruhů v poli

Kladný moment (v poli) rozdělíme součinitelem  $\omega = 0.6$ .

$$M_{i,sl} = \omega M_i = 0.6 M_i$$

$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i = 0.4 M_i$$

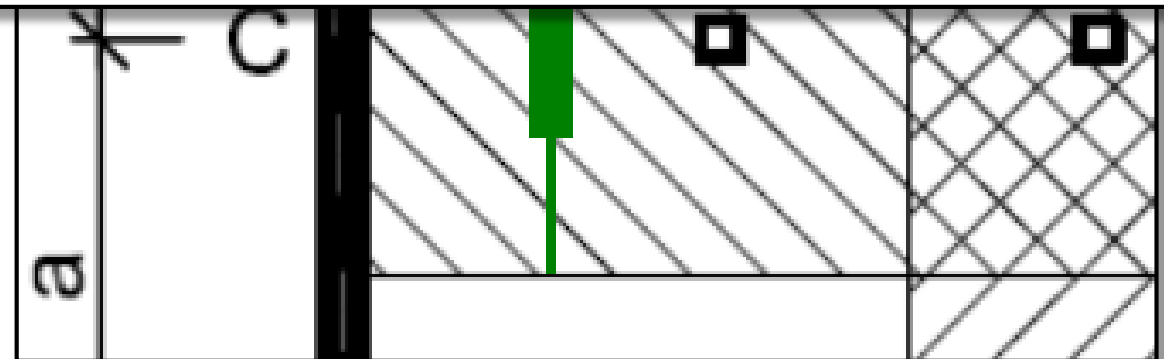
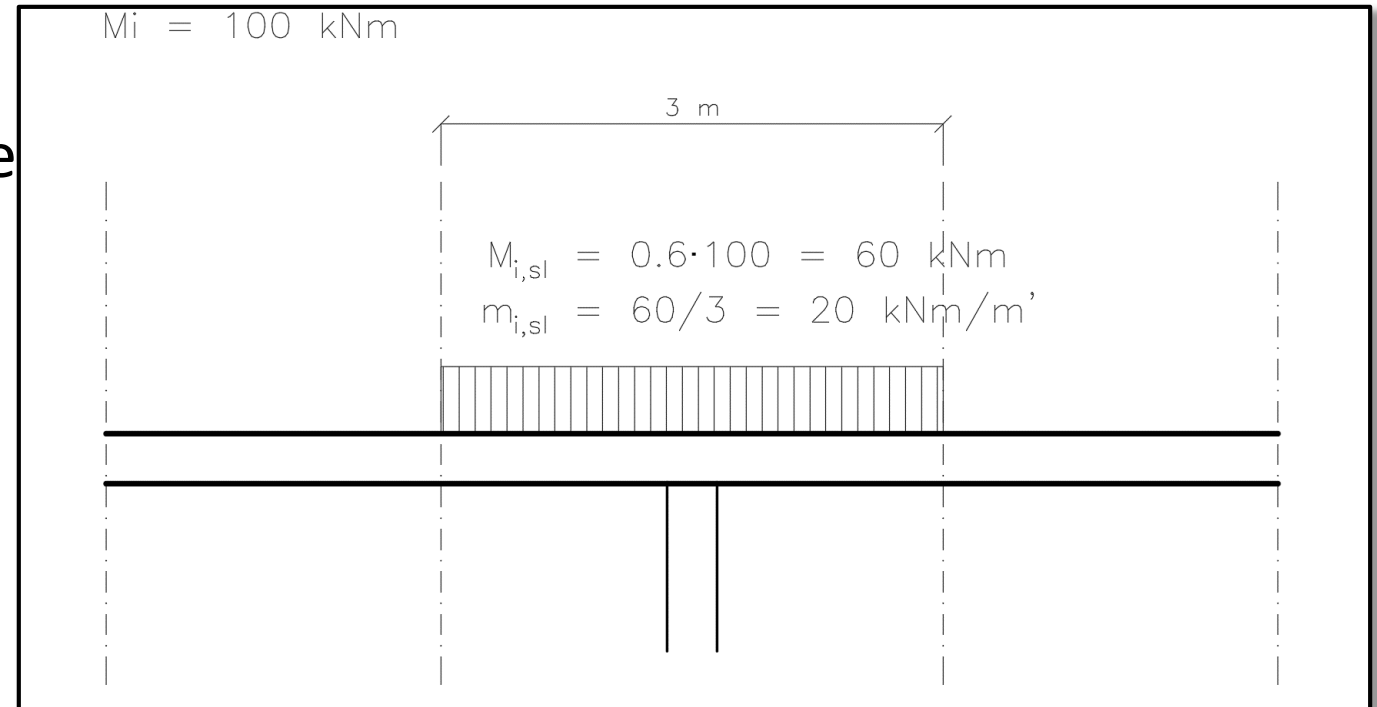


# Rozdělení do pruhů v poli

Kladný moment (v poli) rozdělíme

$$M_{i,sl} = \omega M_i = 0.6 M_i$$

$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i = 0.4 M_i$$



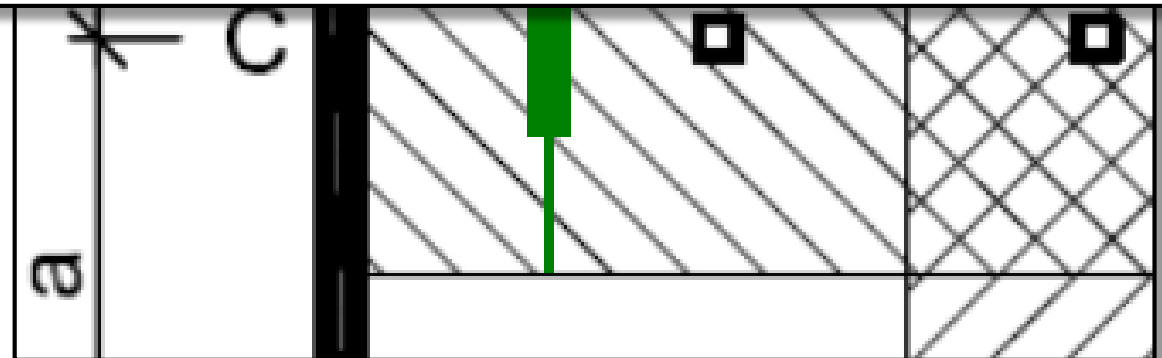
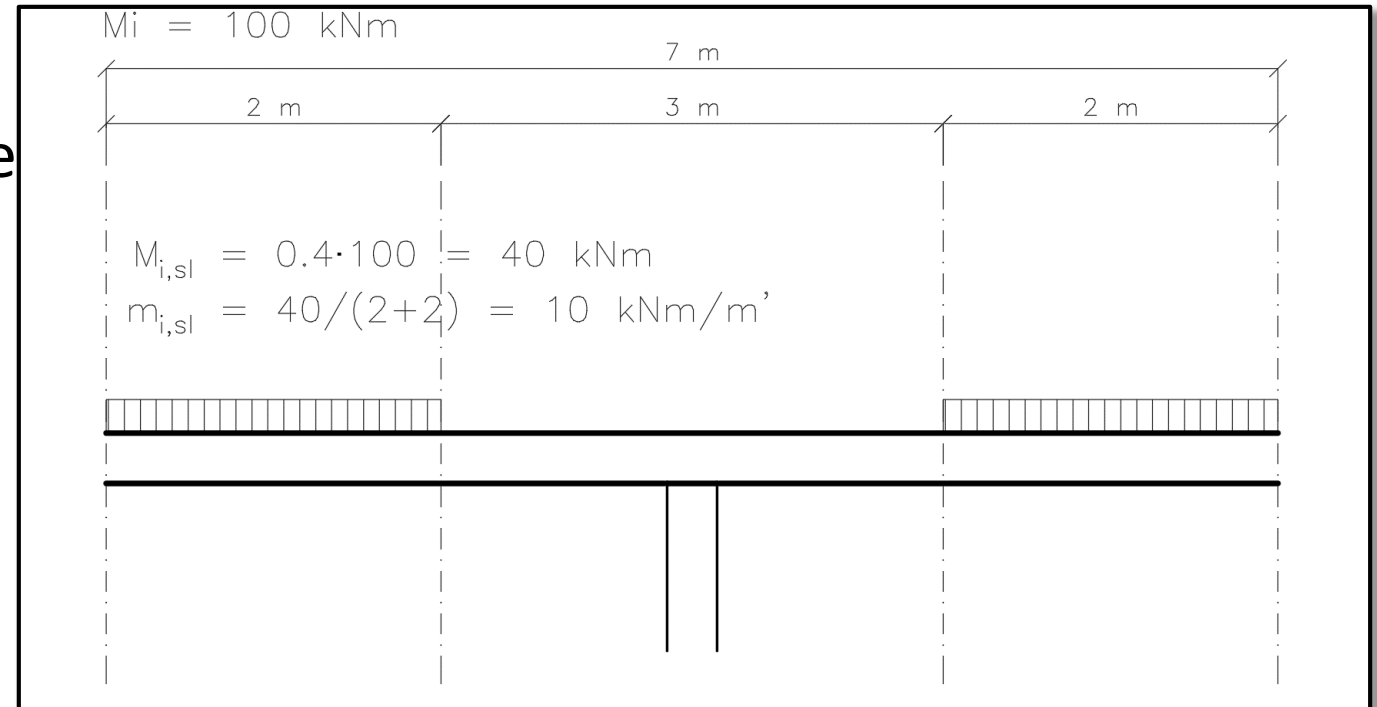


# Rozdělení do pruhů v poli

Kladný moment (v poli) rozdělíme

$$M_{i,sl} = \omega M_i = 0.6 M_i$$

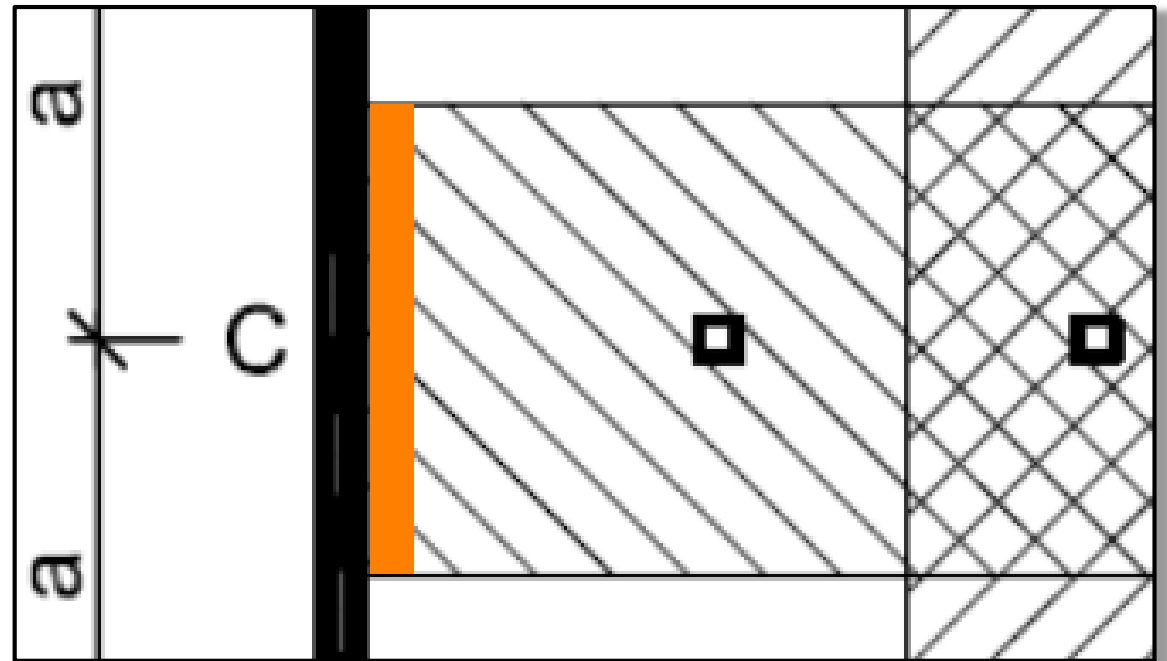
$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i = 0.4 M_i$$



# Rozdělení do pruhů u stěny

Celkový moment nad stěnou se uvažujeme rovnoměrně po celé šířce pásu.  
(Nedělíme na sloupový a střední pruh.)

$$M_{i,sl} = M_{i,st} = M_i$$

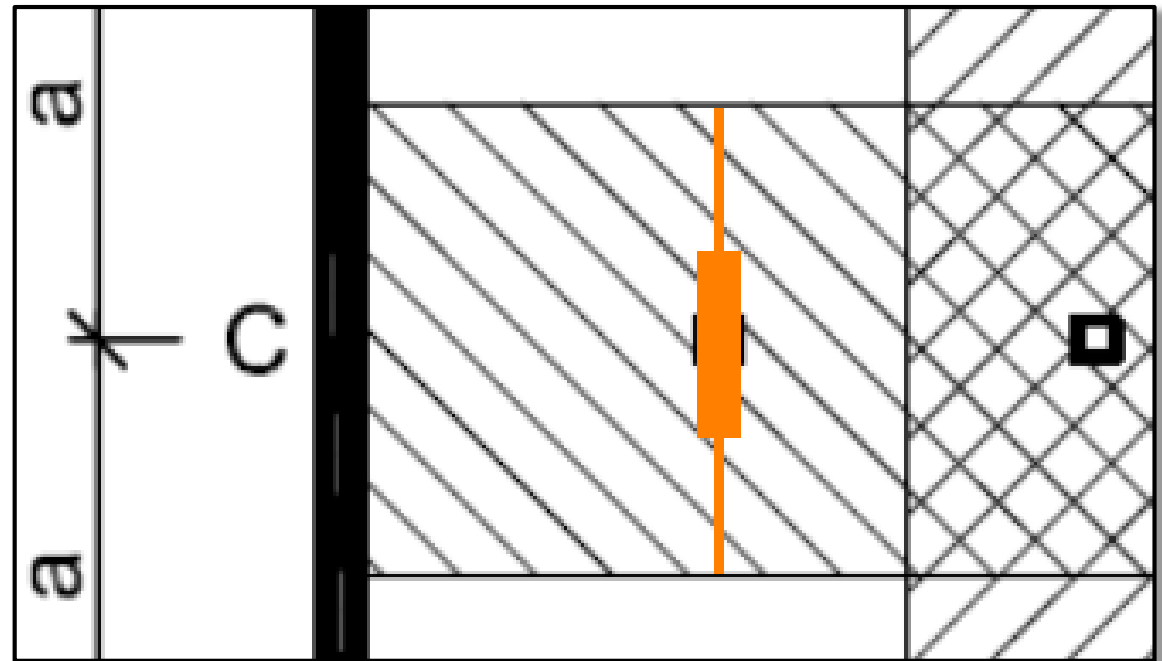


# Rozdělení do pruhů nad vnitřní podporou

Moment nad střední podporou rozdělíme součinitelem  $\omega = 0.75$

$$M_{i,sl} = \omega M_i = 0.75 M_i,$$

$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i = 0.25 M_i.$$



# Rozdělení do pruhů u obvodového průvlaku

Moment nad podporou na **kraji pole ztuženého žebrem** rozdělíme součinitelem  $\omega$ , který stanovíme **v závislosti na torzní tuhosti krajního žebra**,

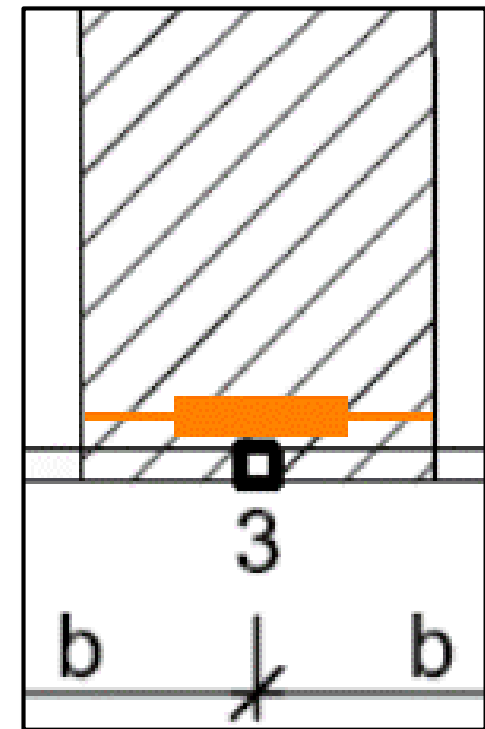
$$\omega = \min \left( \max \left( 1 - \frac{\beta_t}{10}; 0.75 \right); 1 \right),$$

kde  $\beta_t$  je torzní tuhost krajního žebra (viz návod).

Momenty ve sloupovém a středním pruhu se pak určí ze vztahů

$$M_{i,sl} = \omega M_i,$$

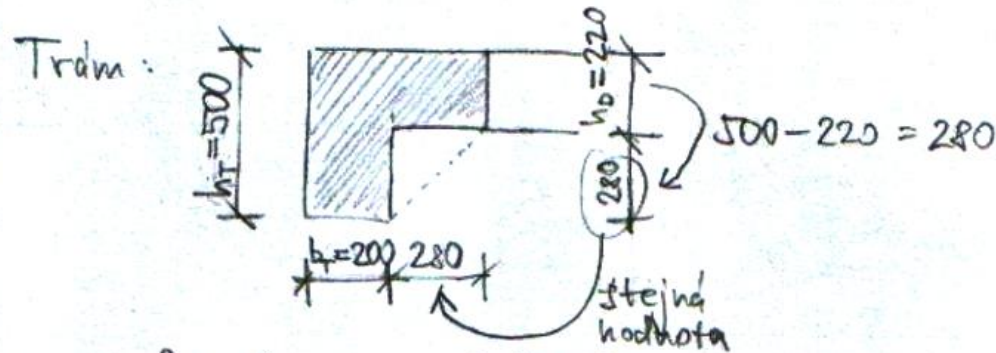
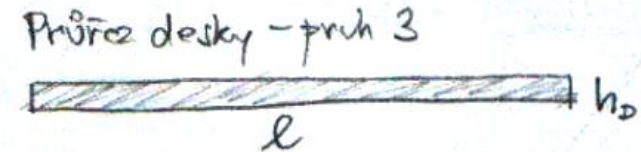
$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i.$$



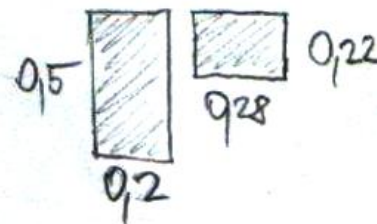
# Rozdělení do pruhů u obvodového průvlaku

Výpočet  $B_t$  pro krajní trám

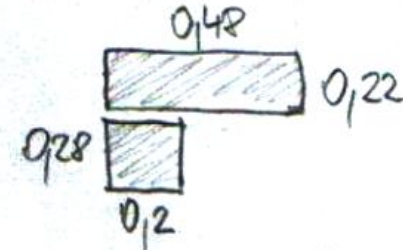
$$I_s = \frac{1}{12} \cdot l \cdot h_D^3 = \frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 0,22^3 = 6,21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$



Alt. 1.



Alt. 2



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

$$I_{t1} = \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,2}{0,5}\right) \cdot \frac{0,2^3 \cdot 0,5}{3} + \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,22}{0,28}\right) \cdot \frac{0,22^3 \cdot 0,28}{3} = 1,499 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{t2} = \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,2}{0,28}\right) \cdot \frac{0,2^3 \cdot 0,28}{3} + \left(1 - 0,63 \cdot \frac{0,22}{0,48}\right) \cdot \frac{0,22^3 \cdot 0,48}{3} = 1,622 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4 \leftarrow \text{uvažují}$$

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



b

# Rozdělení do pruhů vedle konzoli

Moment nad podporou na **kraji pole přiléhajícího ke konzole** rozdělíme součinitelem  $\omega$ , který stanovíme **interpolací** mezi  $\omega = 1$  (zcela netuhý okraj) a  $\omega = 0.75$  (zcela tuhý okraj),

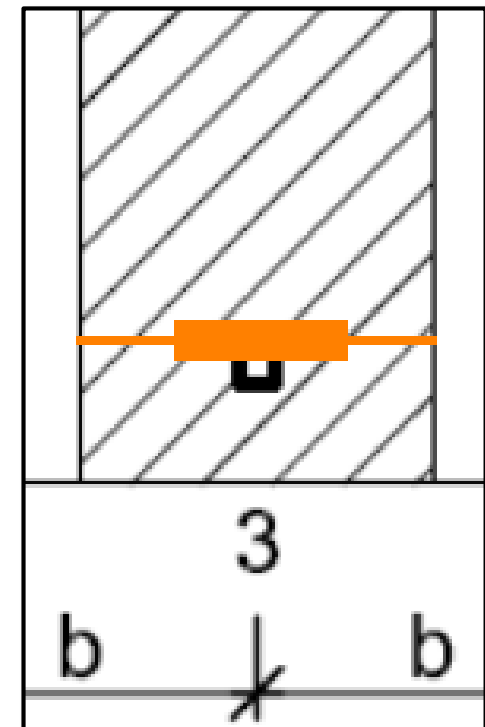
$$\omega = \frac{7}{6} - \frac{\gamma_k}{1.56},$$

kde  $\gamma_k$  je hodnota  $\gamma_1$  stanovená pro ztužení převislým koncem.

Momenty ve sloupovém a středním pruhu se pak určí ze vztahů

$$M_{i,sl} = \omega M_i,$$

$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i.$$



# Rozdělení do pruhů vedle konzoli

Moment nad podporou na k součinitelem  $\omega$ , který stanoví a  $\omega = 0.75$  (zcela tuhý okraj),

$$\omega = \frac{7}{6} - \frac{\gamma_k}{1.56}$$

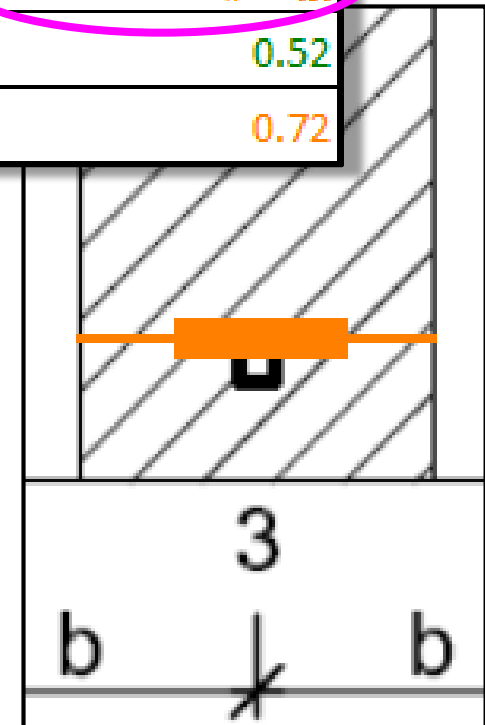
kde  $\gamma_k$  je hodnota  $\gamma_1$  stanovená pro ztužení převislým koncem.

Momenty ve sloupovém a středním pruhu se pak určí ze vztahů

$$M_{i,sl} = \omega M_i,$$

$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i.$$

	Vetknutí (stěna / spojitá deska)	Ztužení okrajovým trámem	Ztužení převislým koncem (konzolou)
$\gamma_1$	0.65	0.3	$0.26 + 0.6 * M_k / M_{tot}$
$\gamma_2$	0.35	0.5	0.52
$\gamma_3$	0.65	0.7	0.72



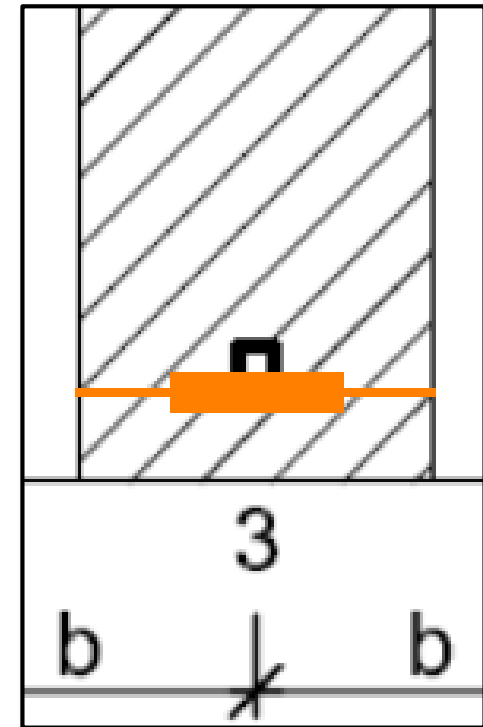
# Rozdělení do pruhů na konzole

Na konzole uvažujeme **ve sloupovém pruhu** celkový konzolový moment

$$M_{i,sl} = M_i.$$

a **ve středním pruhu navíc** uvažujeme 0.65 celkového konzolového momentu rovnoměrně rozprostřeného po celé šířce pásu

$$M_{i,st} = \frac{0.65M_i}{b_{sl} + b_{st}} b_{st}.$$





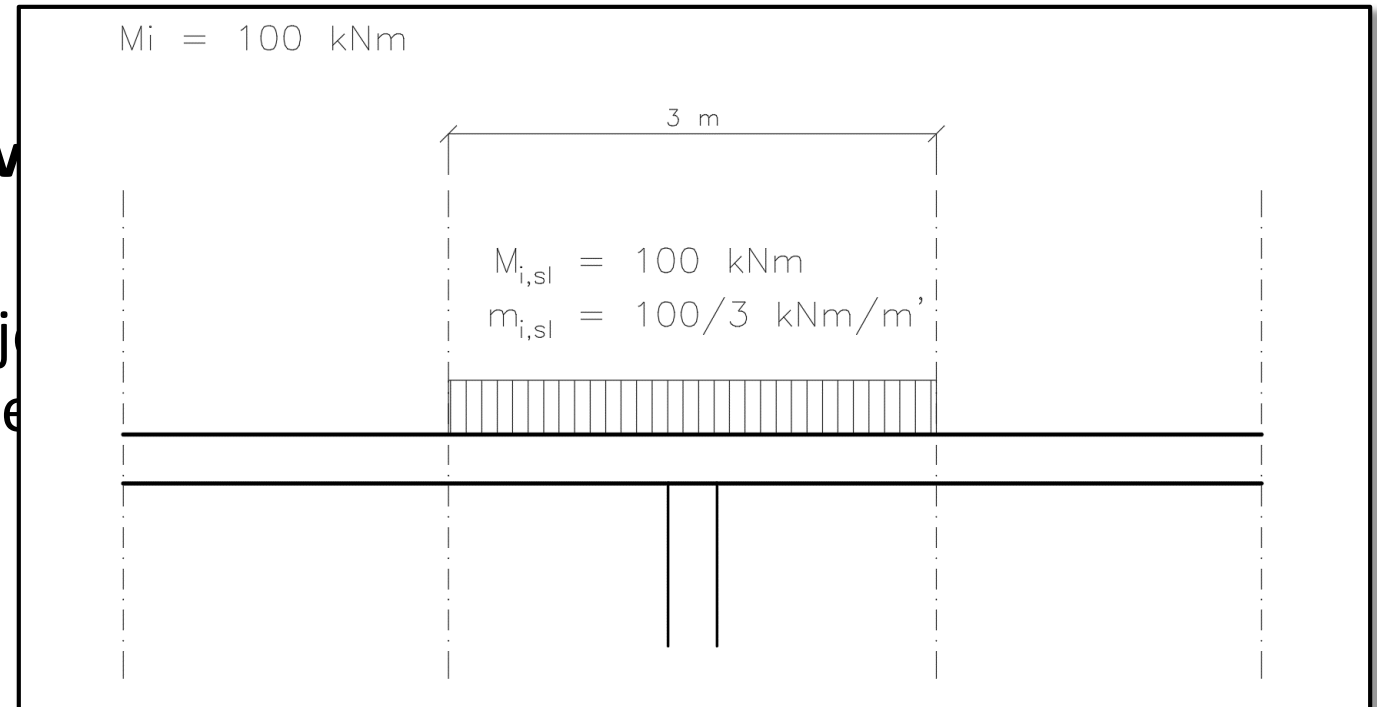
# Rozdělení do pruhů na konzole

Na konzole uvažujeme **ve sloupovém pruhu**

$$M_{i,sl} = M_i.$$

a **ve středním pruhu navíc** uvažujeme rovnoměrně rozprostřeného po celé šířce

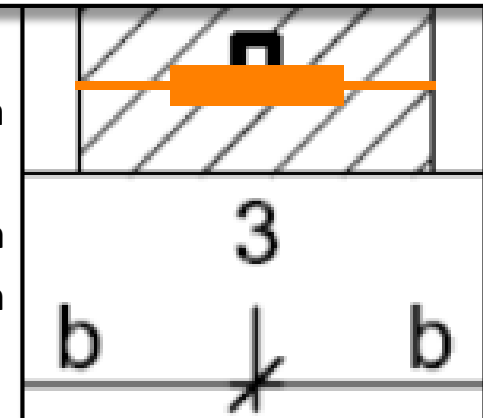
$$M_{i,st} = \frac{0.65M_i}{b_{sl} + b_{st}} b_{st}.$$



Pozn.: Na konzole to řešíme úplně jinak než v předchozích částech desky.

V předchozích částech jsme vždy rozdělili celkový moment na pásu (100 %) do jednotlivých pruhů (např. 60 % + 40 %).

Na konzole uvažujeme, že **celkový moment na pásu (100 %) působí celý na sloupovém pruhu (100 %)**. A ve středním pruhu uvažujeme, že působí takový moment, jako kdybychom 65 % celkového momentu rozprostřeli po celém pásu.



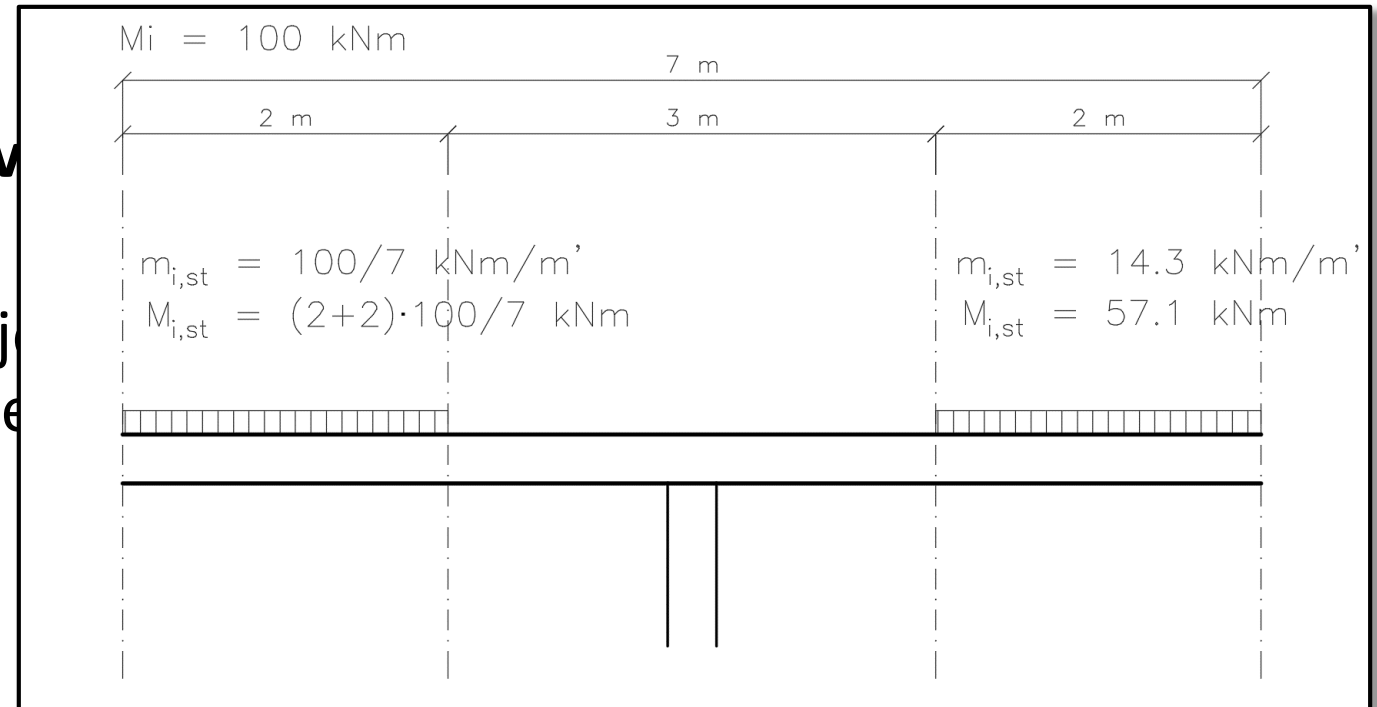
# Rozdělení do pruhů na konzole

Na konzole uvažujeme **ve sloupovém pruhu**

$$M_{i,sl} = M_i.$$

a **ve středním pruhu navíc** uvažujeme rovnoměrně rozprostřeného po celé šířce pásu

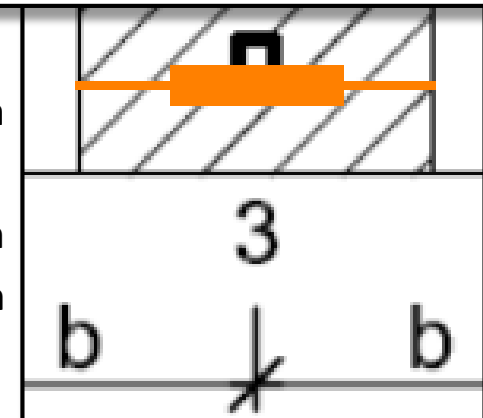
$$M_{i,st} = \frac{0.65M_i}{b_{sl} + b_{st}} b_{st}.$$



Pozn.: Na konzole to řešíme úplně jinak než v předchozích částech desky.

V předchozích částech jsme vždy rozdělili celkový moment na pásu (100 %) do jednotlivých pruhů (např. 60 % + 40 %).

Na konzole uvažujeme, že celkový moment na pásu (100 %) působí celý na sloupovém pruhu (100 %). A **ve středním pruhu uvažujeme, že působí takový moment, jako kdybychom 65 % celkového momentu rozprostřeli po celém pásu.**



# Výsledky a vykreslení

Spočtené **hodnoty momentů ve** sloupových a středových **pruzích** [kNm] **vydělíme šířkami pruhů**, abychom získali **hodnoty na 1 m šířky desky** [kNm/m'].

Dále **vykreslíme průběhy momentů ve** sloupových a středových **pruzích pásů C a 3** (celkem 4 obrázky).

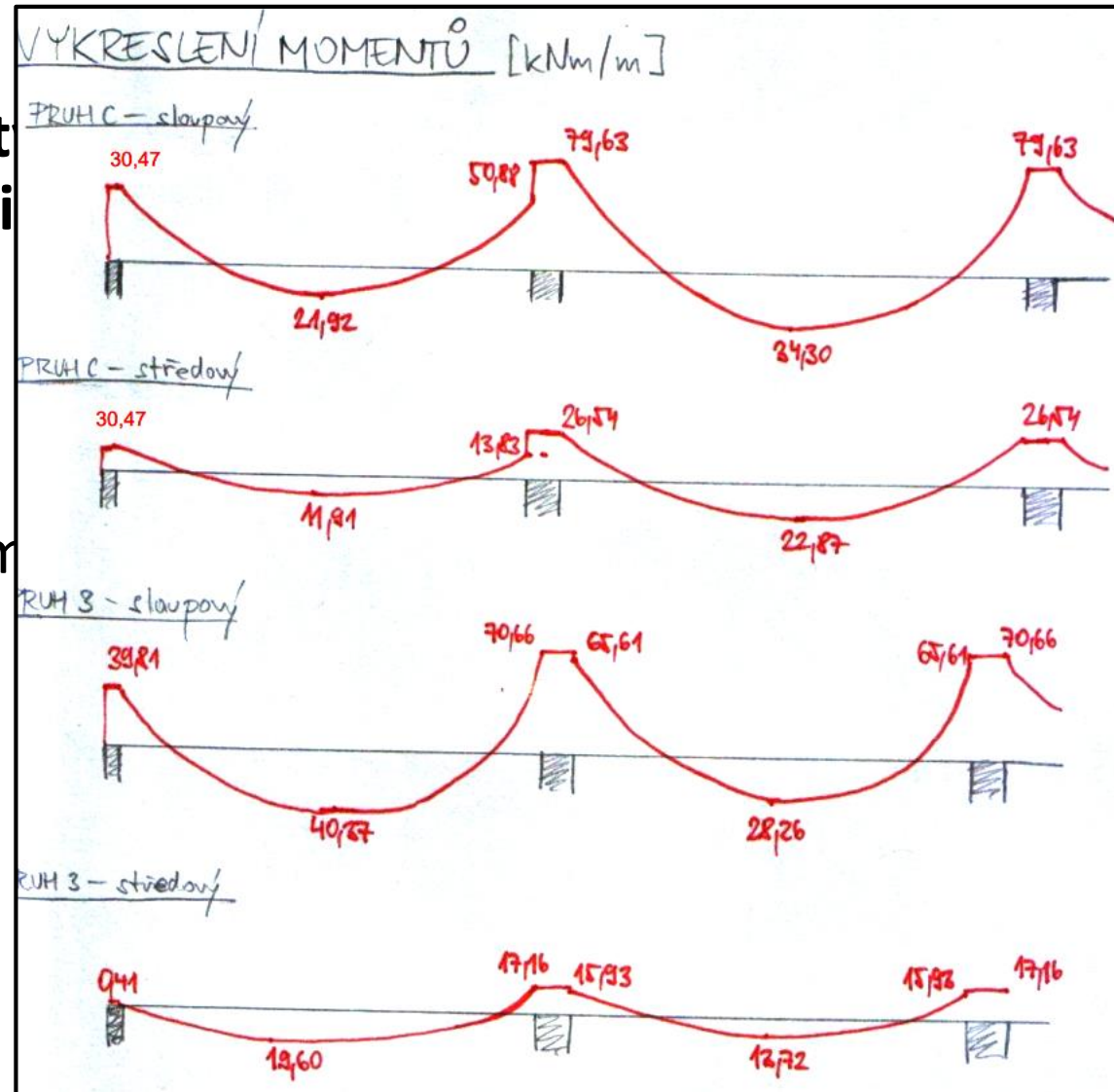
# Výsledky a vykreslení

Spočtené hodnoty momentů vydělíme šířkami pruzích [kNm/m'].

Dále vykreslíme pásů C a 3 (celkem 6 pruzích [kNm] 1 m šířky desky

ch pruzích [kNm] 1 m šířky desky

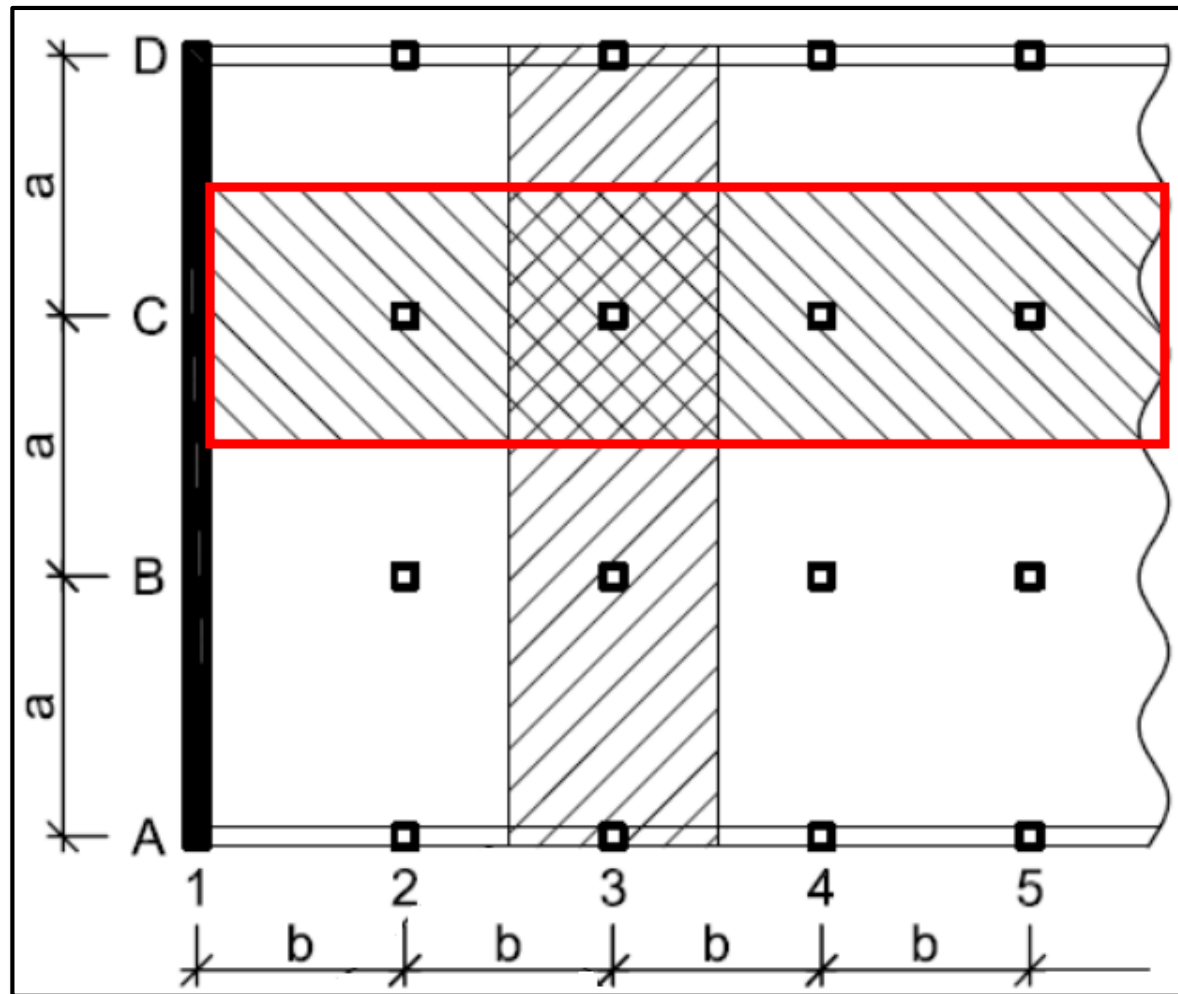
středových pruzích



# Výpočet momentů na lokálně podepřené desce

shrnutí

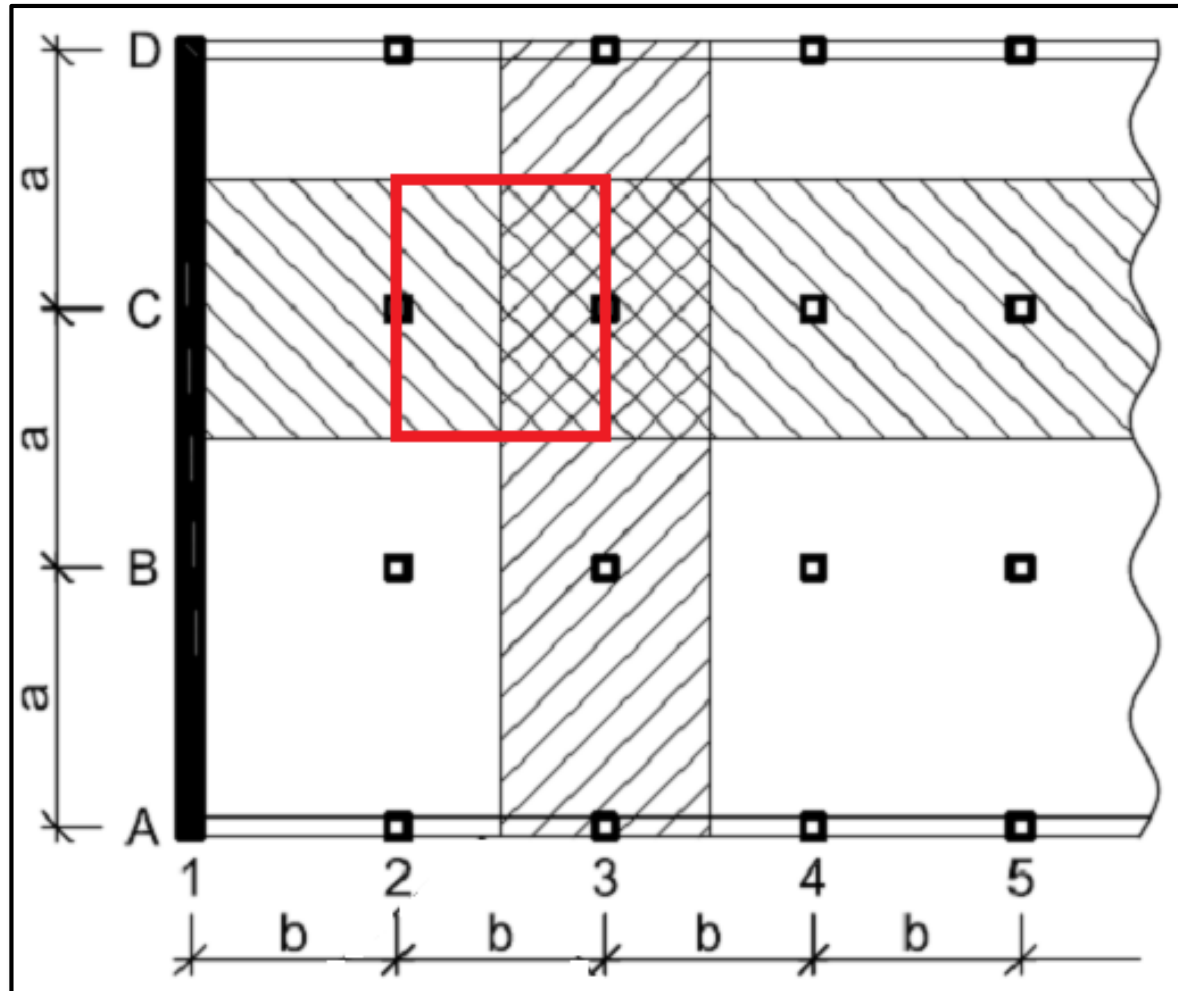
# 1) Výběr pásu



# 1) Výběr pásu

Momenty ve sloupových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$y$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C											

## 2) Výběr pole

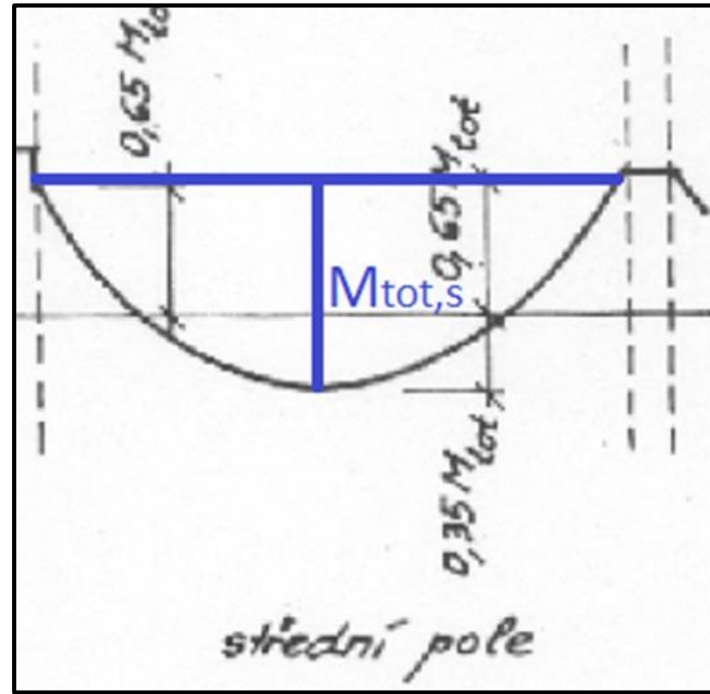




## 2) Výběr pole

Momenty ve sloupových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$y$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C											
	C <sub>s</sub>										

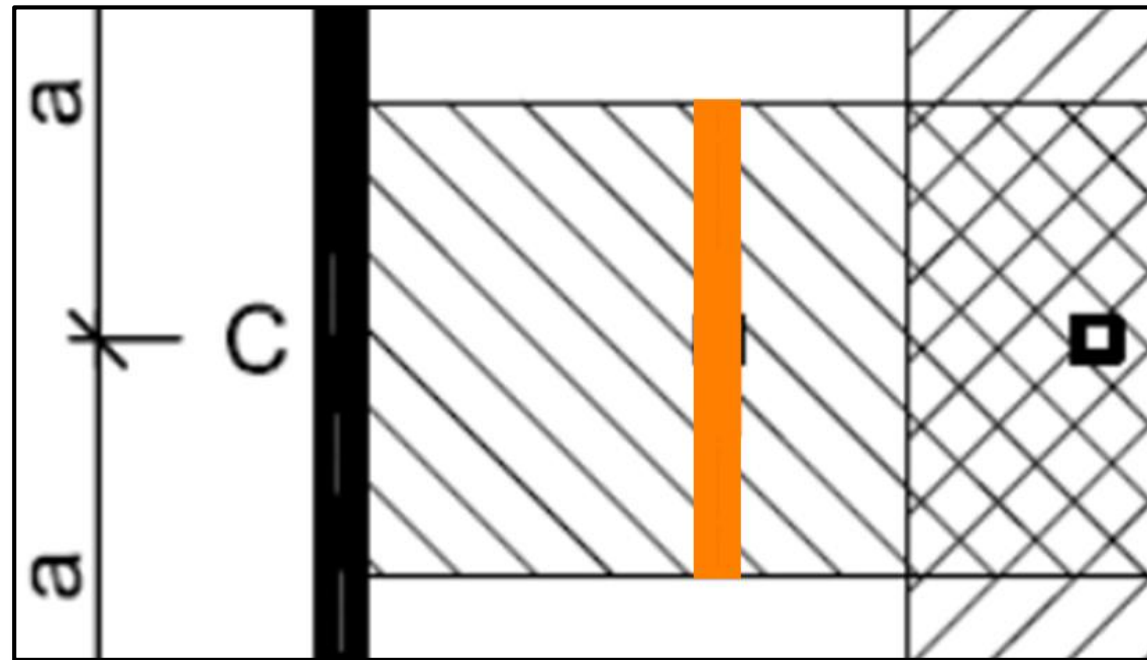
### 3) Výpočet $M_{tot}$



### 3) Výpočet $M_{tot}$

Momenty ve sloupových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$y$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C											
	C <sub>s</sub>	223.3									

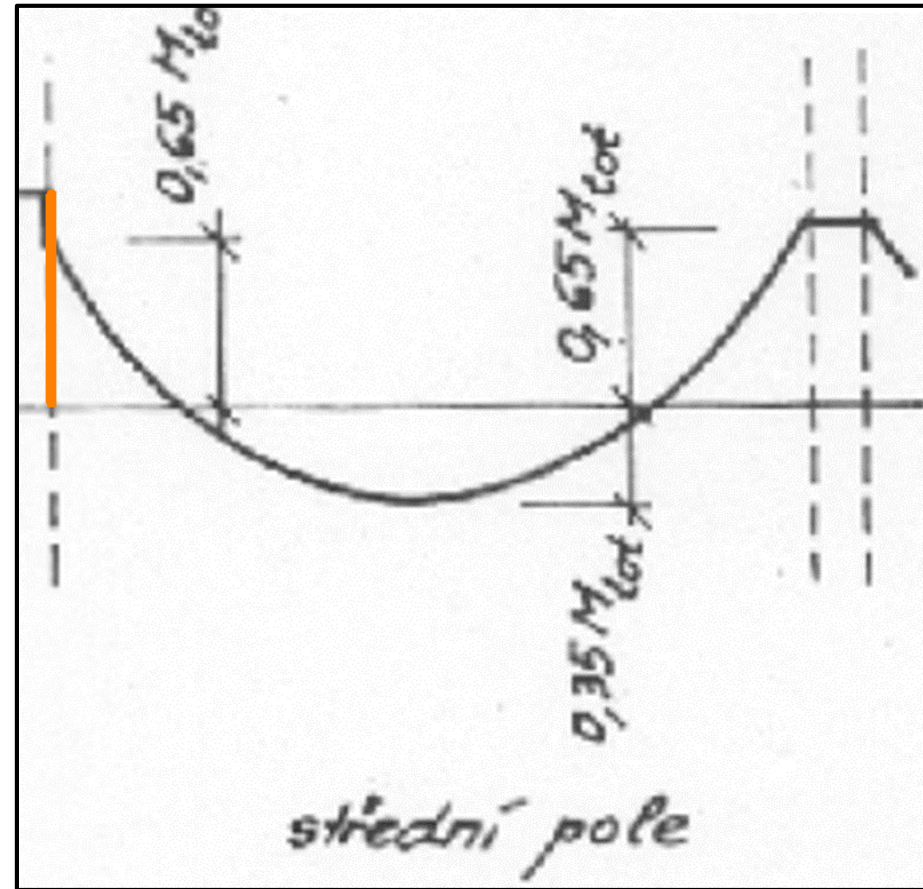
## 4) Výběr kolmého řezu (pole / podpora)



## 4) Výběr kolmého řezu (pole / podpora)

Momenty ve sloupcových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$y$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C											
	C <sub>s</sub>	223.3	Levá podpora								

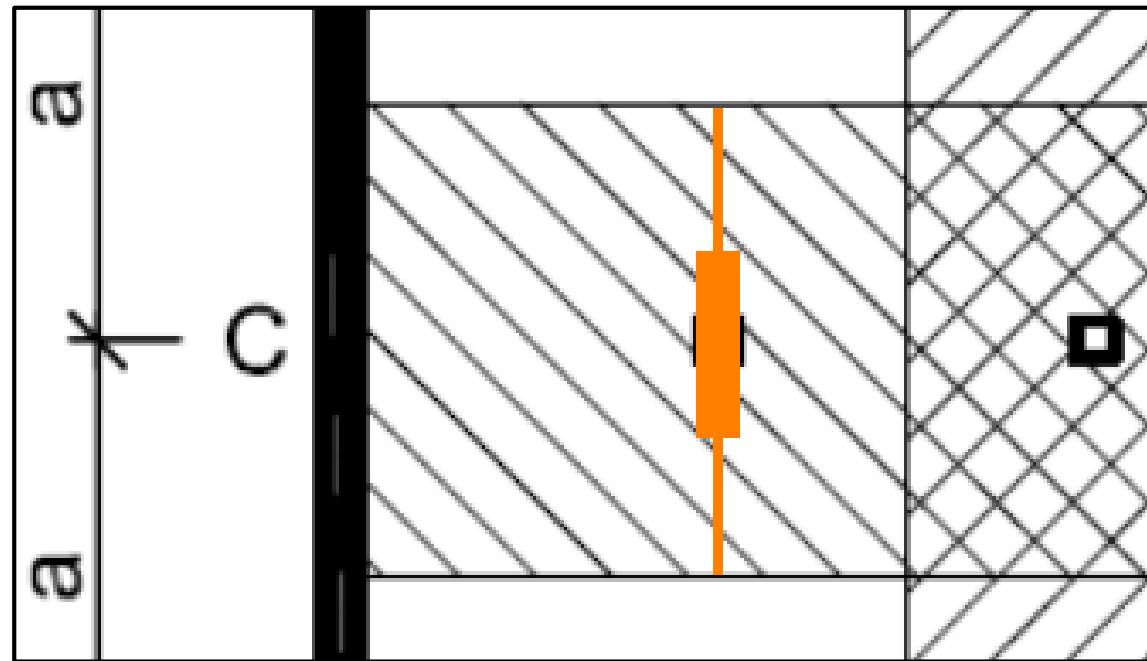
## 5) Výpočet momentu v průřezu



## 5) Výpočet momentu v průřezu

Momenty ve sloupových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$\gamma$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C	C <sub>s</sub>	223.3	Levá podpora	0.65	145.1						

## 6) Rozdělení do pruhů





## 6) Rozdělení do pruhů

Momenty ve sloupových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$\gamma$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C	C <sub>s</sub>	223.3	Levá podpora	0.65	145.1	Sloupový	0.75	108.8			
						Střední		36.3			
			Pole	0.35	78.1						
			Pravá podpora	0.65	145.1						

# 7) Přepočet momentů na 1m'

Momenty ve sloupových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$\gamma$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C	C <sub>s</sub>	223.3	Levá podpora	0.65	145.1	Sloupový	0.75	108.8	2.0	54.4	
						Střední		36.3	4.5	8.1	
			Pole	0.35	78.1						
			Pravá podpora	0.65	145.1						

# Varianta A – okrajový trám

a	7 m	hd	0.25 m	ls	0.010416667 m <sup>4</sup>					
b	8 m	bt	0.25 m	bd	0.45 m					
fd	15.1 kN/m <sup>2</sup>	ht	0.7 m	it	0.004348958 m <sup>4</sup>					
bstena	0.2 m			βt	0.20875					
bsloup	0.4 m									
Momenty ve sloupových a středních pruzích										
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	γ	Moment v průřezu	Pruh	ω	Celkový moment v pruhu	Šířka pruhu	Moment v pruhu na 1m'
		kNm			kNm			kNm	m	kNm/m'
C	C <sub>k</sub>	783.4	Levá podpora	0.65	509.2	-	-	509.2	7.0	72.7
			Pole	0.35	274.2	Sloupový	0.60	164.5	3.5	47.0
						Střední		109.7		3.5
			Pravá podpora	0.65	509.2	Sloupový	0.75	381.9	3.5	109.1
	Střední	127.3	3.5	36.4						
	C <sub>s</sub>	763.2	Levá podpora	0.65	496.1	Sloupový	0.75	372.0	3.5	106.3
			Střední	124.0	3.5	35.4				
			Pole	0.35	267.1	Sloupový	0.60	160.3	3.5	45.8
Střední						106.8		3.5		30.5
Pravá podpora	0.65	496.1	Sloupový	0.75	372.0	3.5	106.3			
Střední	124.0	3.5	35.4							
3	3 <sub>k</sub>	657.8	Dolní podpora	0.3	197.3	Sloupový	0.98	193.2	3.5	55.2
			Střední	4.1	4.5	0.9				
			Pole	0.5	328.9	Sloupový	0.60	197.3	3.5	56.4
						Střední		131.6		4.5
	Horní podpora	0.7	460.4	Sloupový	0.75	345.3	3.5	98.7		
				Střední		115.1		4.5	25.6	
	3 <sub>s</sub>	657.8	Dolní podpora	0.65	427.5	Sloupový	0.75	320.7	3.5	91.6
			Střední	106.9	4.5	23.8				
Pole			0.35	230.2	Sloupový	0.60	138.1	3.5	39.5	
					Střední		92.1		4.5	20.5
Horní podpora	0.65	427.5	Sloupový	0.75	320.7	3.5	91.6			
			Střední		106.9		4.5	23.8		

# Varianta B – konzola

a	7 m		Lk		1.1 m					
b	8 m									
fd	15.1 kN/m <sup>2</sup>									
bstena	0.2 m									
bsloup	0.4 m									
Momenty ve sloupových a středních pruzích										
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	γ	Moment v průřezu kNm	Pruh	ω	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' kNm/m'
C	C <sub>k</sub>	783.4	Levá podpora	0.65	509.2	-	-	509.2	7.0	72.7
			Pole	0.35	274.2	Sloupový	0.60	164.5	3.5	47.0
				Střední	109.7	3.5		31.3		
			Pravá podpora	0.65	509.2	Sloupový	0.75	381.9	3.5	109.1
	Střední	127.3	3.5	36.4						
	C <sub>s</sub>	763.2	Levá podpora	0.65	496.1	Sloupový	0.75	372.0	3.5	106.3
			Střední	124.0	3.5	35.4				
			Pole	0.35	267.1	Sloupový	0.60	160.3	3.5	45.8
Střední				106.8	3.5	30.5				
Pravá podpora	0.65	496.1	Sloupový	0.75	372.0	3.5	106.3			
Střední	124.0	3.5	35.4							
3	Konzola	73.1	Konzola	-	73.1	Sloupový	-	73.1	3.5	20.9
	Střední	26.7	4.5	5.9						
	3 <sub>k</sub>	657.8	Dolní podpora	0.327	214.9	Sloupový	0.957	205.7	3.5	58.8
			Střední	9.2	4.5	2.0				
			Pole	0.52	342.0	Sloupový	0.60	205.2	3.5	58.6
				Střední	136.8	4.5		30.4		
	Horní podpora	0.72	473.6	Sloupový	0.75	355.2	3.5	101.5		
		Střední	118.4	4.5		26.3				
	3 <sub>s</sub>	657.8	Dolní podpora	0.65	427.5	Sloupový	0.75	320.7	3.5	91.6
			Střední	106.9	4.5	23.8				
Pole			0.35	230.2	Sloupový	0.60	138.1	3.5	39.5	
			Střední	92.1	4.5		20.5			
Horní podpora	0.65	427.5	Sloupový	0.75	320.7	3.5	91.6			
Střední	106.9	4.5	23.8							

Díky za pozornost

# Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi, Romanu Chylíkovi a Hance Schreiberové** za časté konzultace při vypracovávání prezentace.

Děkuji **Stáňovi Zažirejovi** za poskytnutí vizualizací a obrázků.

Děkuji **Petru Bílému a Martinovi Tipkovi** za vytvoření a udržování oficiálních podkladů, ze kterých vychází tato prezentace.