



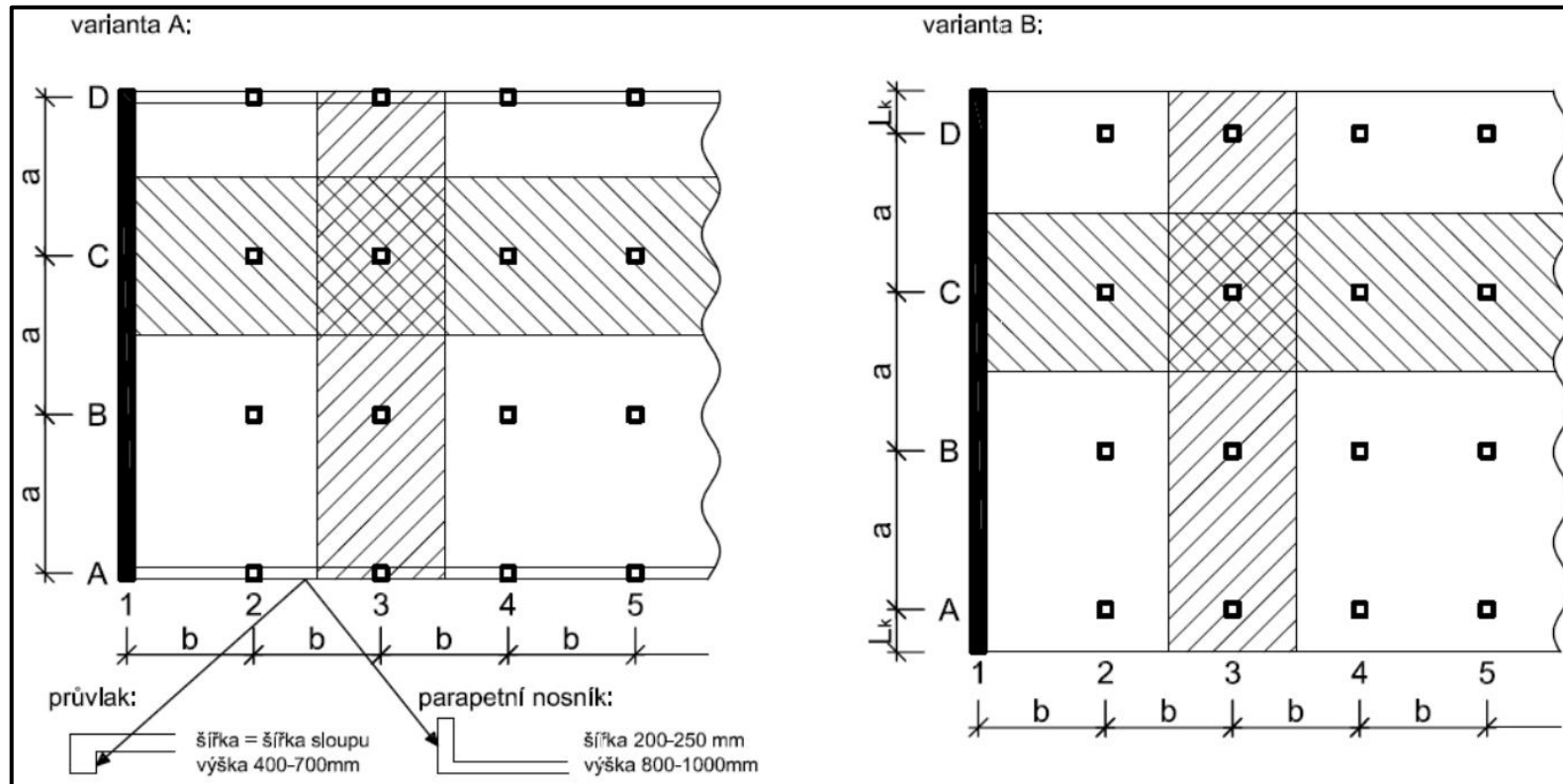
Lokálně podepřená deska

Návrh rozměrů a výpočet momentů

Zadání

Řešená konstrukce

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



Zadání úlohy

1. Vypracujte předběžný návrh rozměrů nosných prvků.
2. Předběžně ověřte protlačení.
3. Vypočítejte ohybové momenty v pruzích C a 3 metodou součtových momentů.
4. Navrhněte a posudte podélnou výztuž.
5. Posudte protlačení desky u sloupu C3.
6. Vypracujte skicu výkresu výztuže ve zvolených pruzích.

Předběžný návrh rozměrů nosných prvků

Aktuální krok úlohy

- 1. Vypracujte předběžný návrh rozměrů nosných prvků.**
2. Předběžně ověřte protlačení.
3. Vypočítejte ohybové momenty v pruzích C a 3 metodou součtových momentů.
4. Navrhněte a posudte podélnou výztuž.
5. Posudte protlačení desky u sloupu C3.
6. Vypracujte skicu výkresu výztuže ve zvolených pruzích.

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

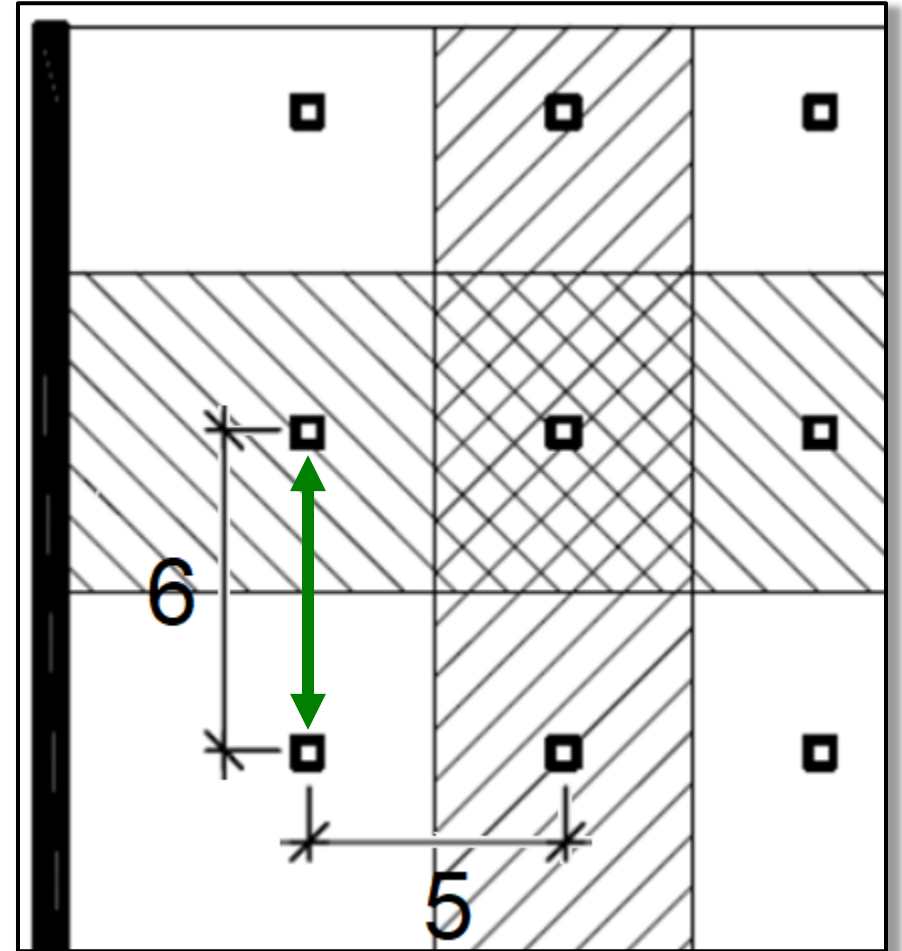
Tloušťku desky opět navrhujeme s ohledem na **empirický vztah** a **ohybovou štíhlost**.

Tloušťka desky

Pro **empirický** návrh použijeme vztah

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

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

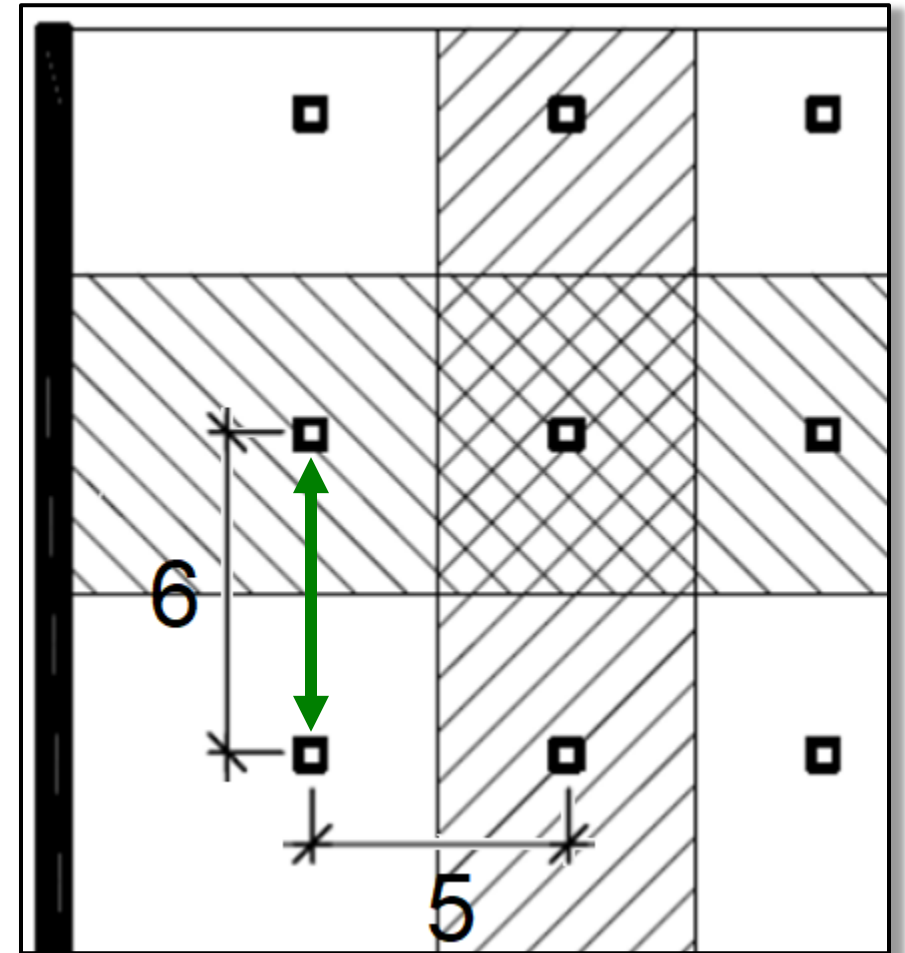


Tloušťka desky

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),
 κ_{c1} je součinitel tvaru průřezu (pro obdélník $\kappa_{c1} = 1$),
 κ_{c2} je součinitel rozpětí ($\kappa_{c2} = \min(7/L_{max}, 1)$),
 κ_{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**

ρ [%]	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 štíhlostí*.

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

Příklad 1:

empiricky:	180 mm
dle ohyb. štíhlosti:	350 mm
návrh:	250 mm

Příklad 2:

empiricky:	250 mm
dle ohyb. štíhlosti:	200 mm
návrh :	250 mm

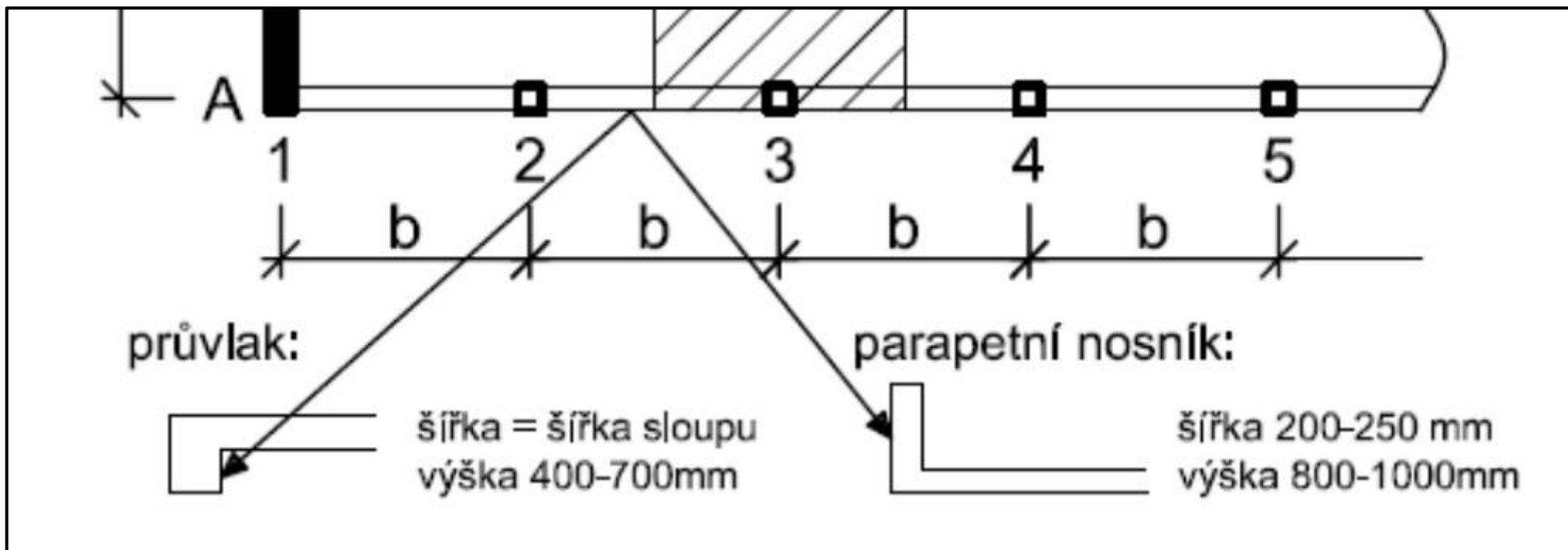
*Pokud podle ohybové štíhlosti vyjde větší hodnota, tak se snažte se jí přiblížit, ale ne nutně za každou cenu (návrh pak může být zbytečně neekonomický).

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	γ	$f_{pl,k}$	γ	$f_{pl,d}$
		mm	kN/m^3	kN/m^2		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
	Σ		$g_k =$	7.75		$g_d =$
PROM	užitné zatížení	viz zadání		5.00	1.5	7.50
	Σ		$q_k =$	5.00	$q_d =$	7.50
Σ			$f_k =$	12.75	$f_d =$	17.96

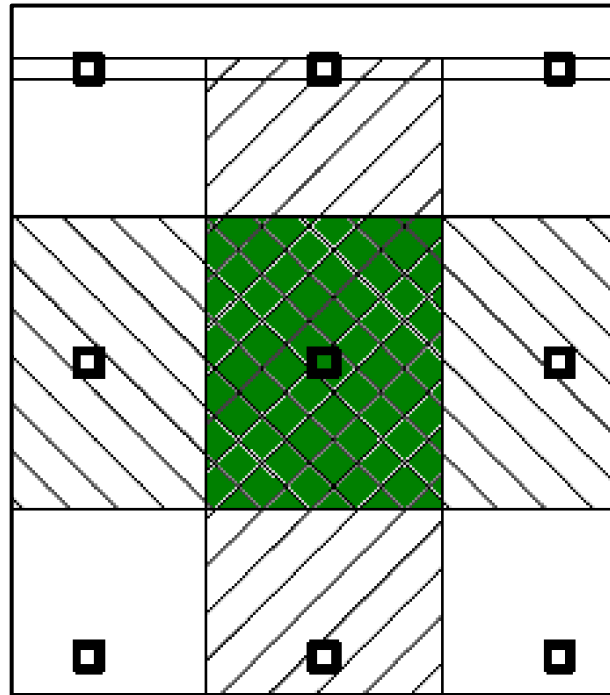
Ostatní stálé a užitné zatížení budeme uvažovat jako $(g - g_0)_{patro,k}$ a $q_{patro,k}$ z Úlohy 1*.

*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 ²	m ²	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
Celkem					2887		4066

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),
 σ_s je napětí ve výztuži ($\sigma_s = ?$ MPa),
0.02 je odhad stupně vyztužení.

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),
 σ_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 $A_c = b_s^2$.

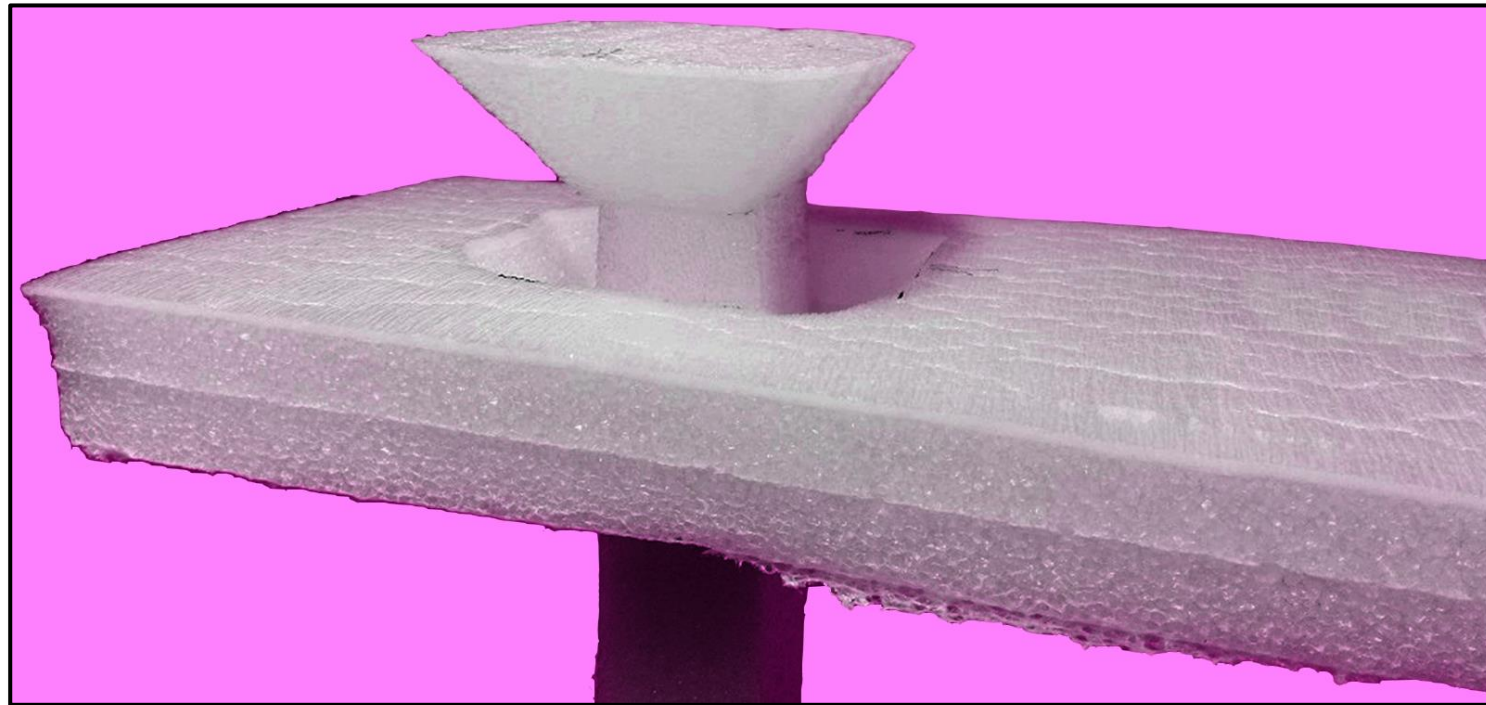
Předběžné ověření protlačení

Aktuální krok úlohy

1. Vypracujte předběžný návrh rozměrů nosných prvků.
- 2. Předběžně ověřte protlačení.**
3. Vypočítejte ohybové momenty v pruzích C a 3 metodou součtových momentů.
4. Navrhněte a posudte podélnou výztuž.
5. Posudte protlačení desky u sloupu C3.
6. Vypracujte skicu výkresu výztuže ve zvolených pruzích.

Protlačení desky

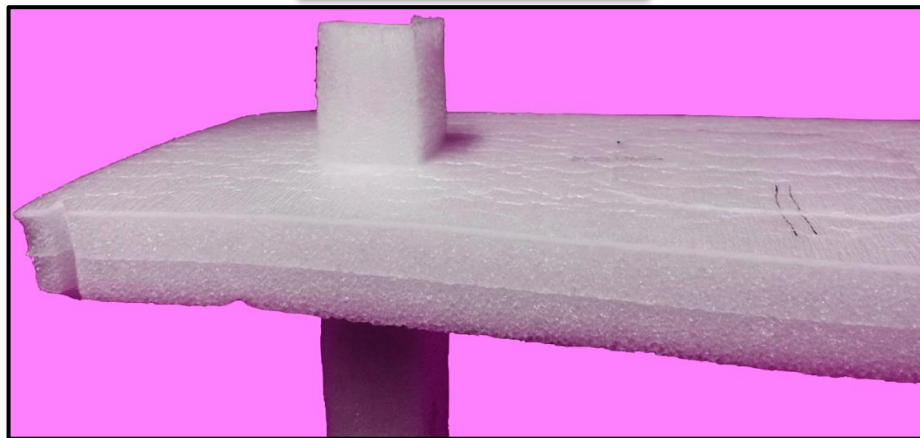
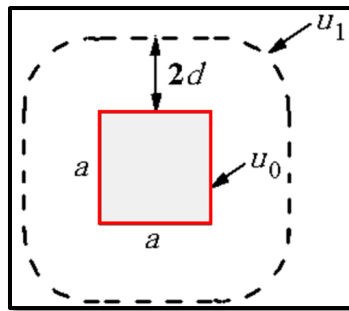
U lokálně podepřených desek působí **velká síla ze sloupu na malou plochu na desky** a může dojít k ***protlačení**** desky.



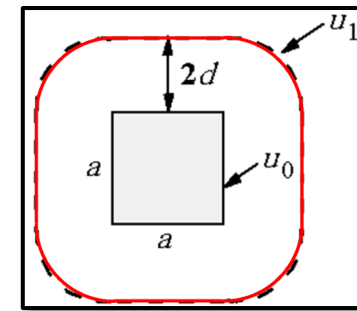
Protlačení desky

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

protlačení v **obvodu u_0**



protlačení v **obvodu u_1**



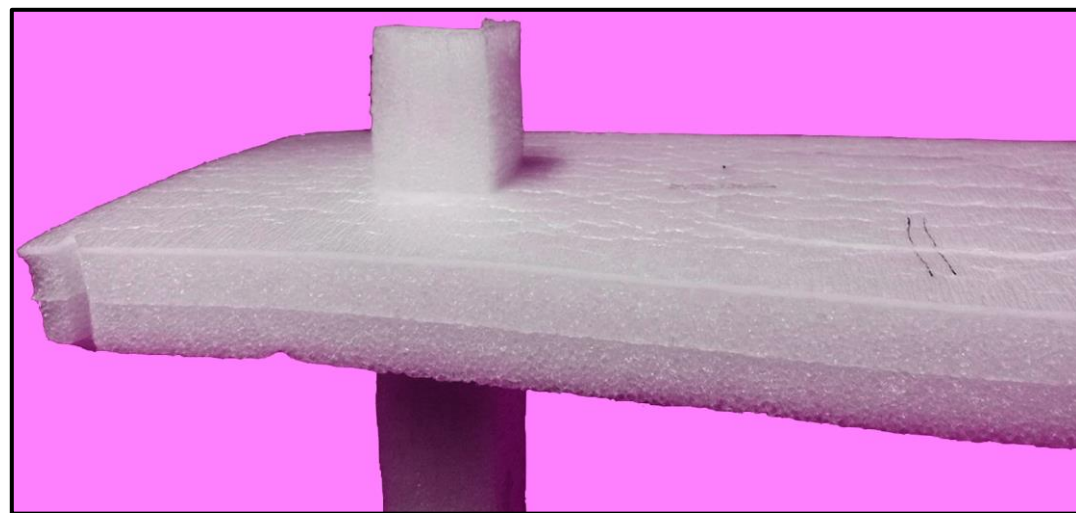
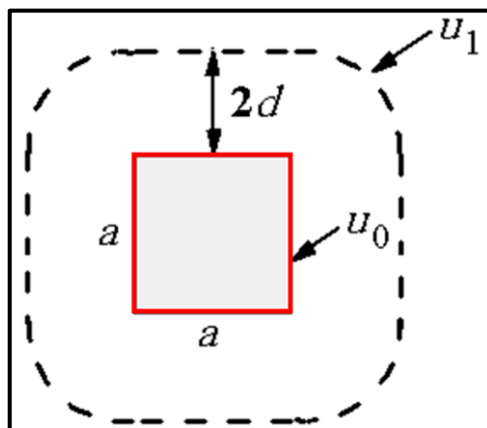
Protlačení v obvodu u_0

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

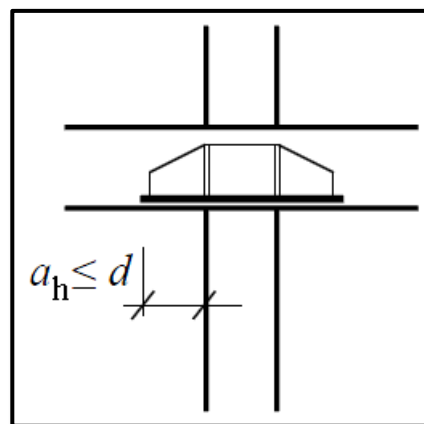
$$\frac{\beta V_{Ed}}{du_0} \leq 0.4\nu f_{cd},$$

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

Jednou z možných úprav je **navrhnout manžetovou hlavici**, která nám **zvětší délku kontrolovaného obvodu**, a tím **sníží účinek zatížení**.



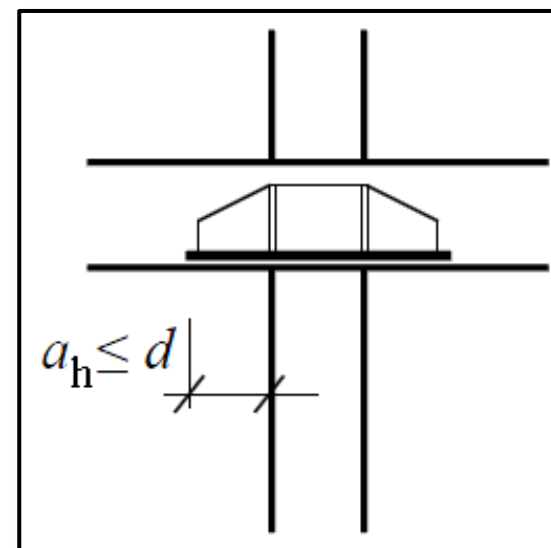
Jaké další úpravy návrhu by pomohly, aby byla podmínka splněna?

Protlačení v obvodu u_0

V naší úloze v případě potřeby navrhne manžetovou hlavici a musíme pro nový kontrolovaný obvod

$$u_0 = u_h,$$

kde u_h je obvod hlavice, **provést posouzení znovu.**



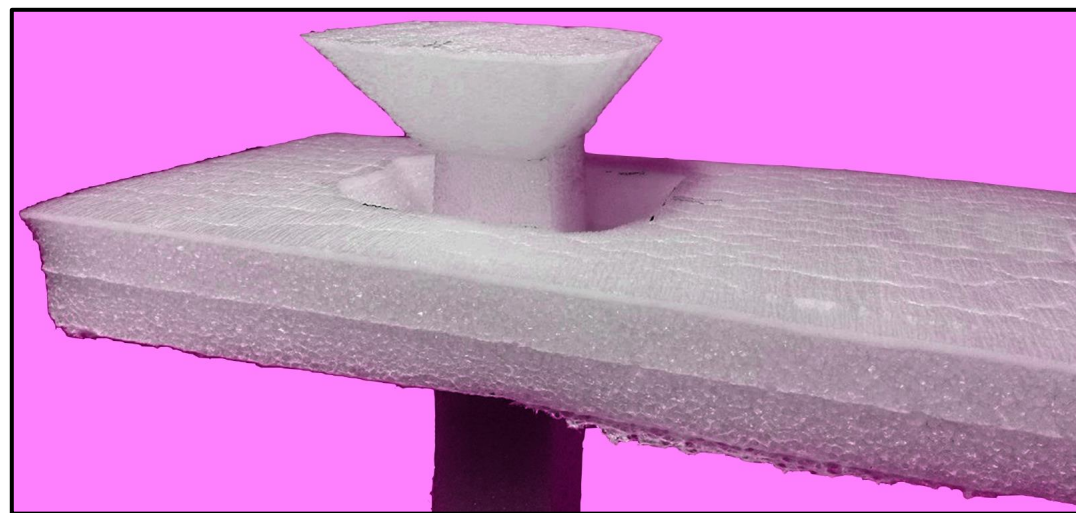
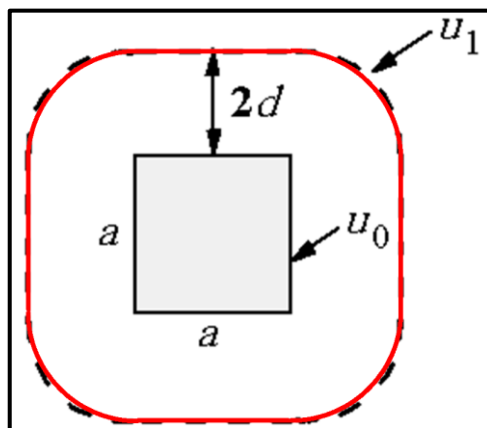
Protlačení v obvodu u_1

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,**
- **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
(až příští hodinu)

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 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 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),

β 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,

$C_{Rd,c} = 0.12$,

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

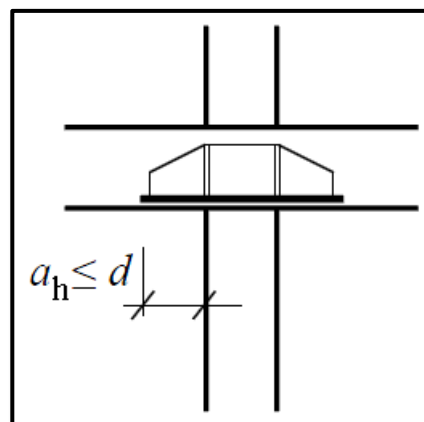
ρ_l je stupeň vyztužení podélnou výztuží (odhadneme 0.005),

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 je **nutné návrh upravit**.

Jednou z možných úprav je **navrhnout manžetovou hlavici**, která nám **zvětší délku kontrolovaného obvodu**, a tím **sníží účinek zatížení**.



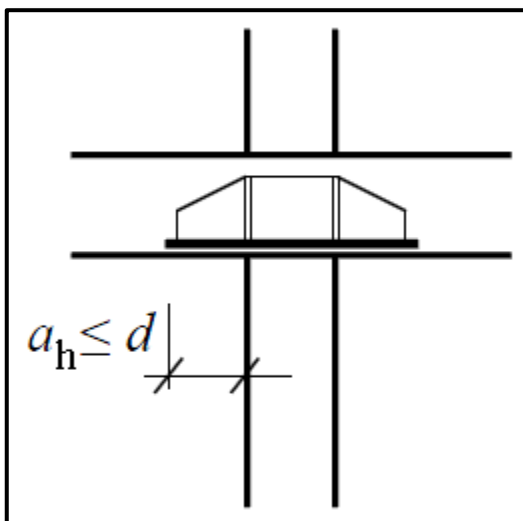
Jaké další úpravy návrhu by pomohly, aby byla podmínka splněna?

Protlačení v obvodu u_0

V naší úloze v případě potřeby navrhne **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, **provedeme posouzení znovu**.



Výpočet momentů na lokálně podepřené desce

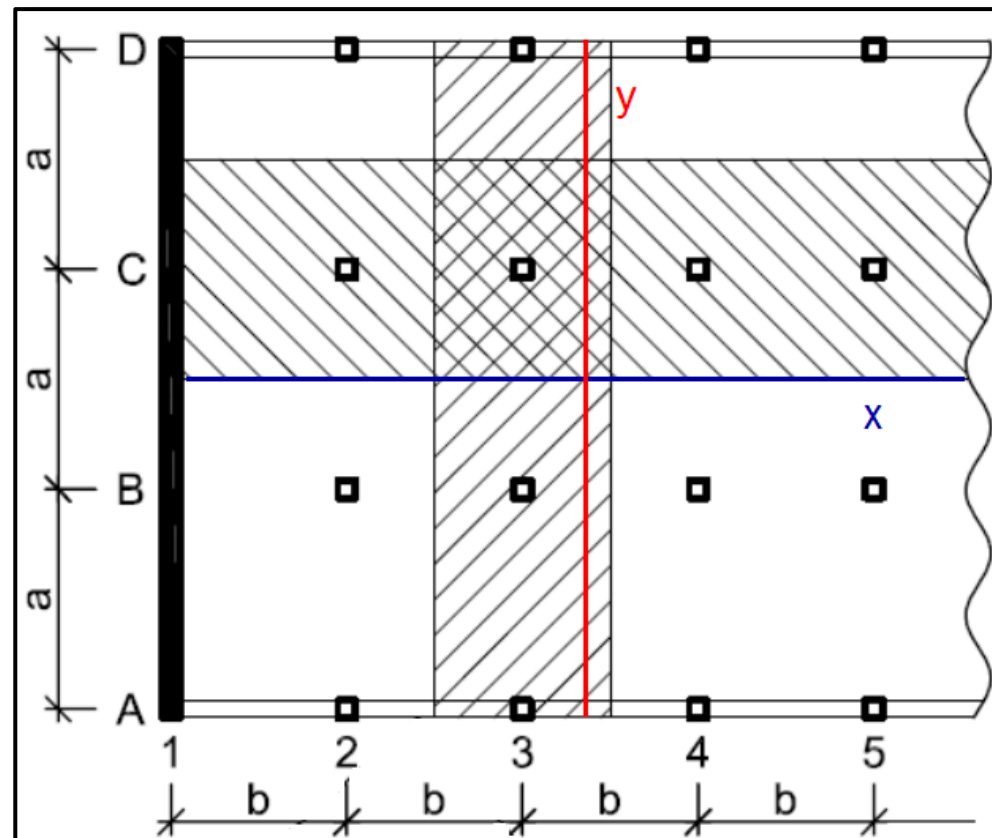
Aktuální krok úlohy

1. Vypracujte předběžný návrh rozměrů nosných prvků.
2. Předběžně ověřte protlačení.
- 3. Vypočítejte ohybové momenty v pruzích C a 3 metodou součtových momentů.**
4. Navrhněte a posudte podélnou výztuž.
5. Posudte protlačení desky u sloupu C3.
6. Vypracujte skicu výkresu výztuže ve zvolených pruzích.

Obecný postup výpočtu momentů

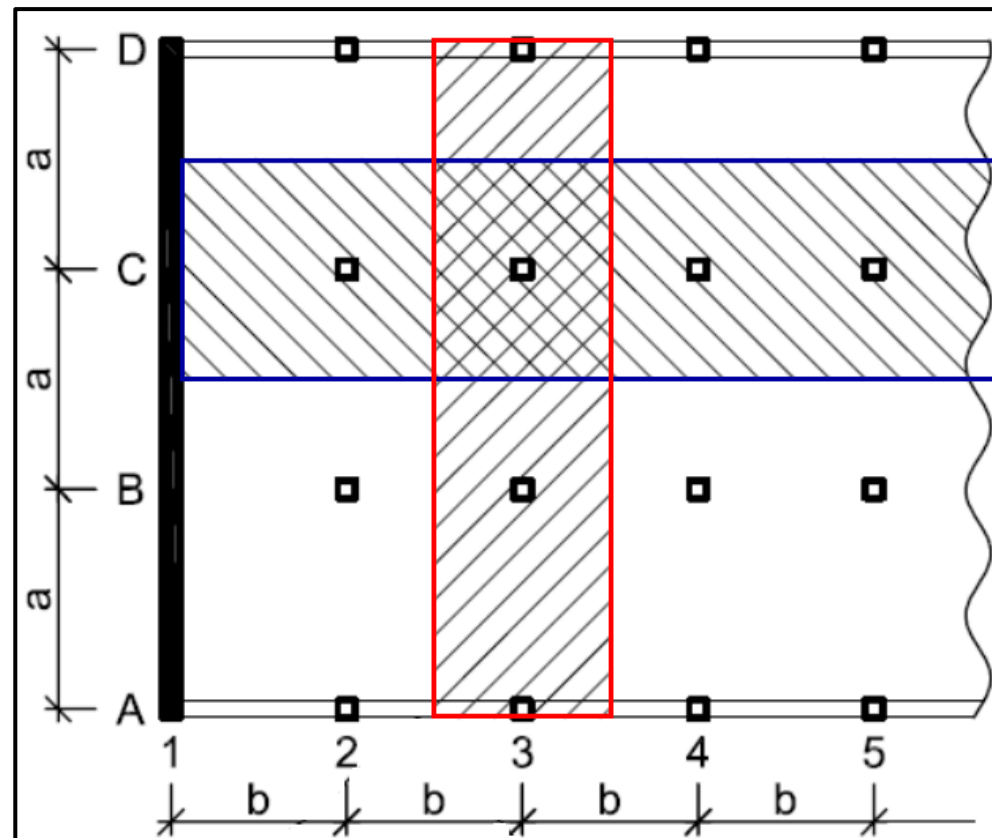
Směry

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



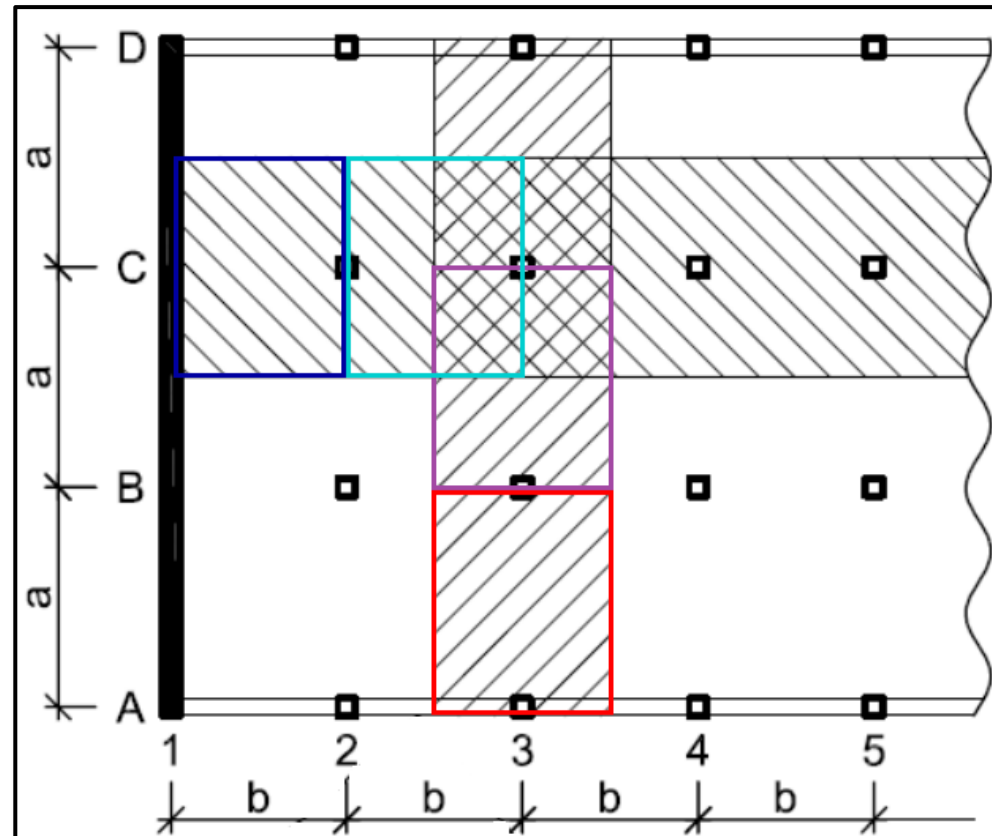
Pásy

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 $fl^2/?$** – 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.)

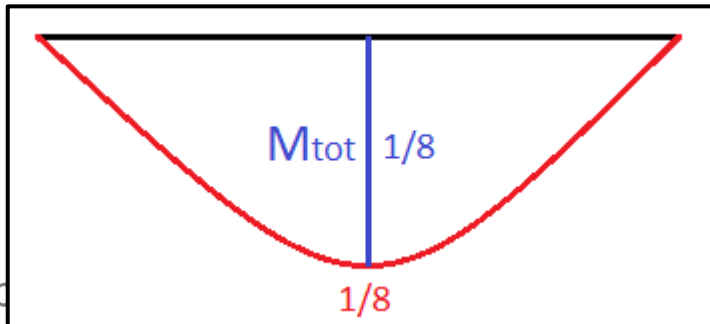
Metoda vychází ze skutečnosti, že **vzepětí momentové křivky** na libovolném oboustranně podepřeném nosníku je **vždy $fl^2/8$** – této hodnotě říkáme **totální moment**.

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

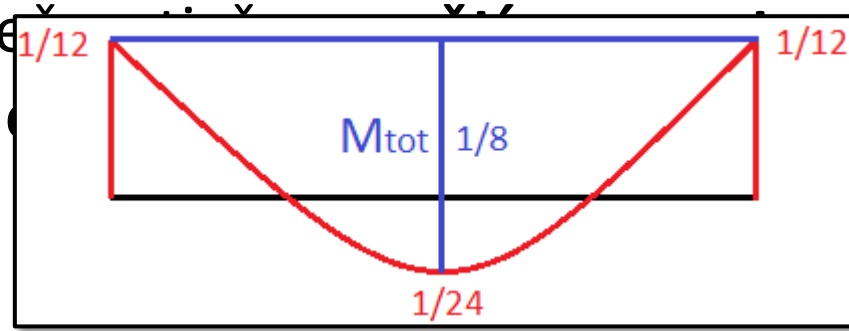
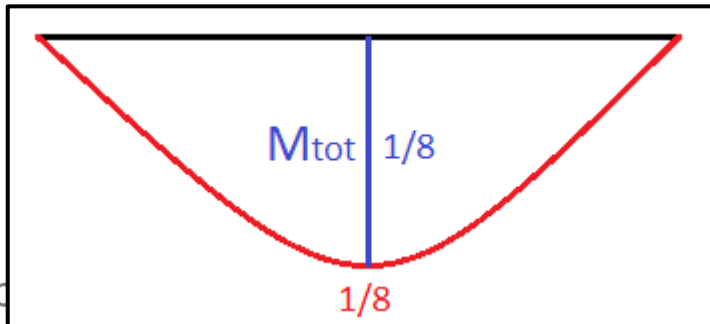


Metoda součtových momentů

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. **Průběh momentů v pásu** této hodnotě říkáme



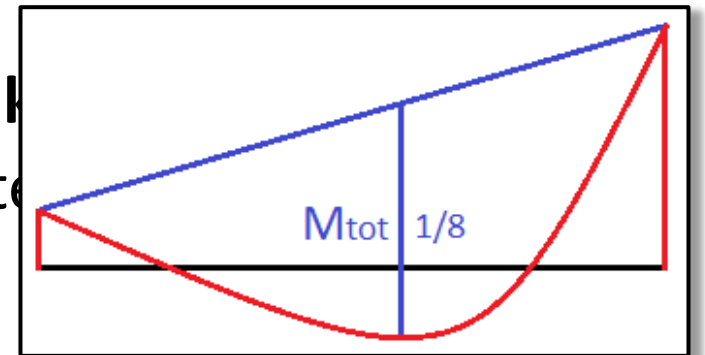
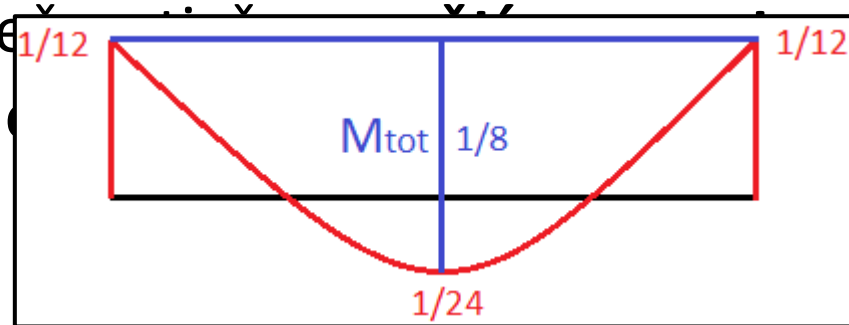
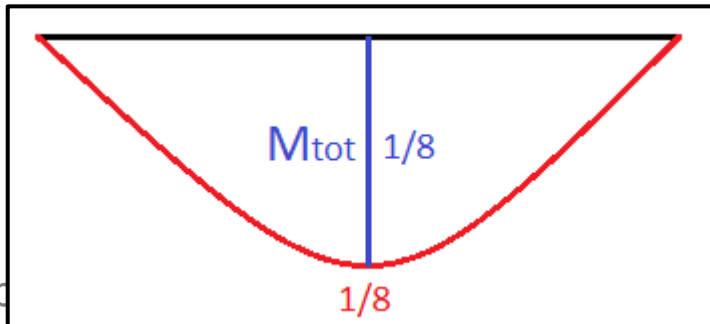
Metoda součtových momentů

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

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

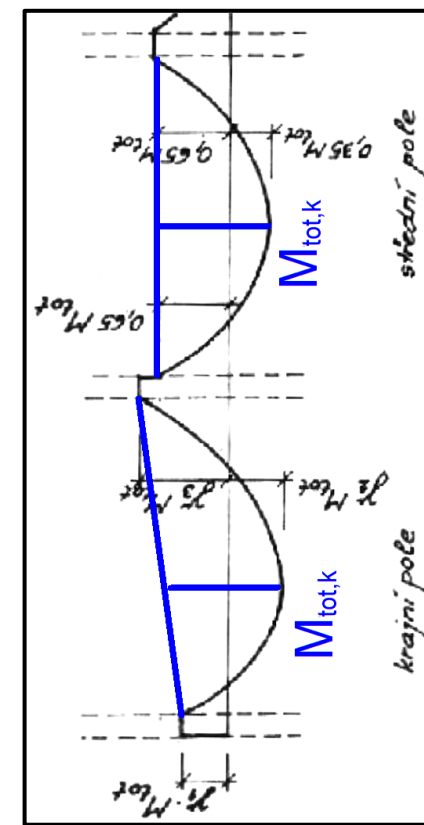
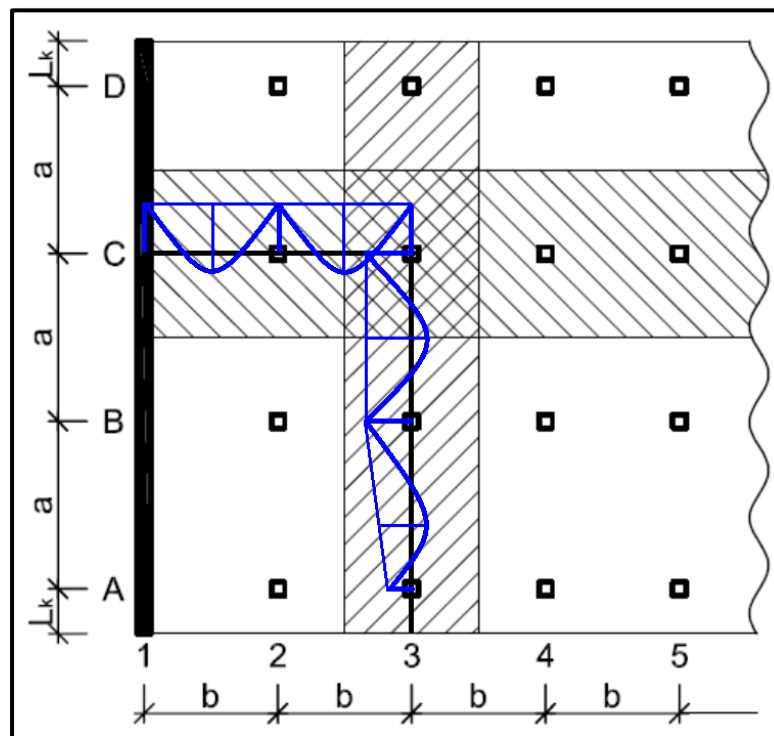
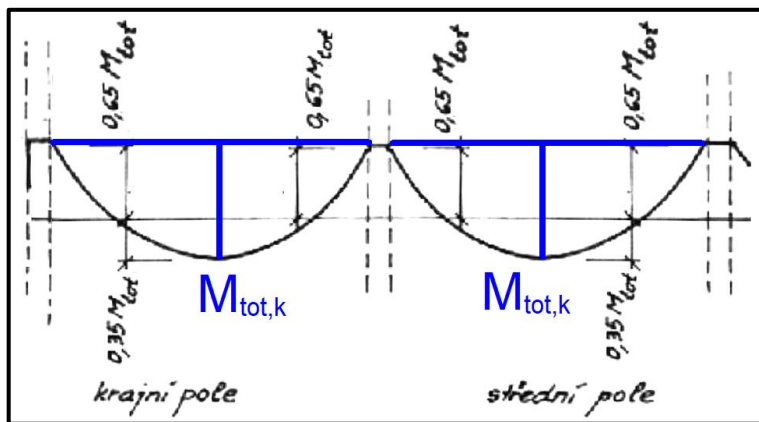
(Teorie a omezení pro použití metody viz přednášky.)

Metoda vychází ze skutečnosti, že momenty v pásech oboustranně podepřené desky jsou rovny momentům v pásech jednostranně podepřené desky.



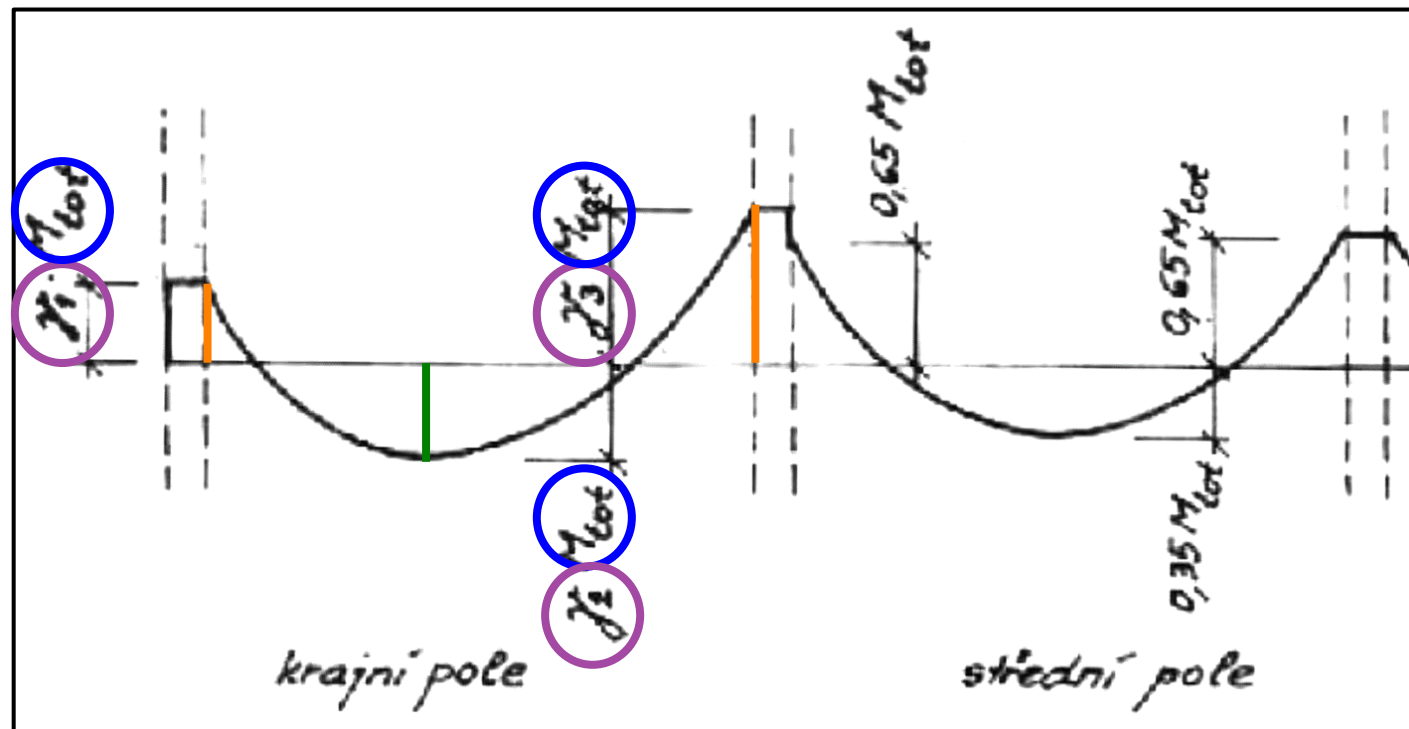
Stanovení momentů v pásu

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



Stanovení momentů v pásu

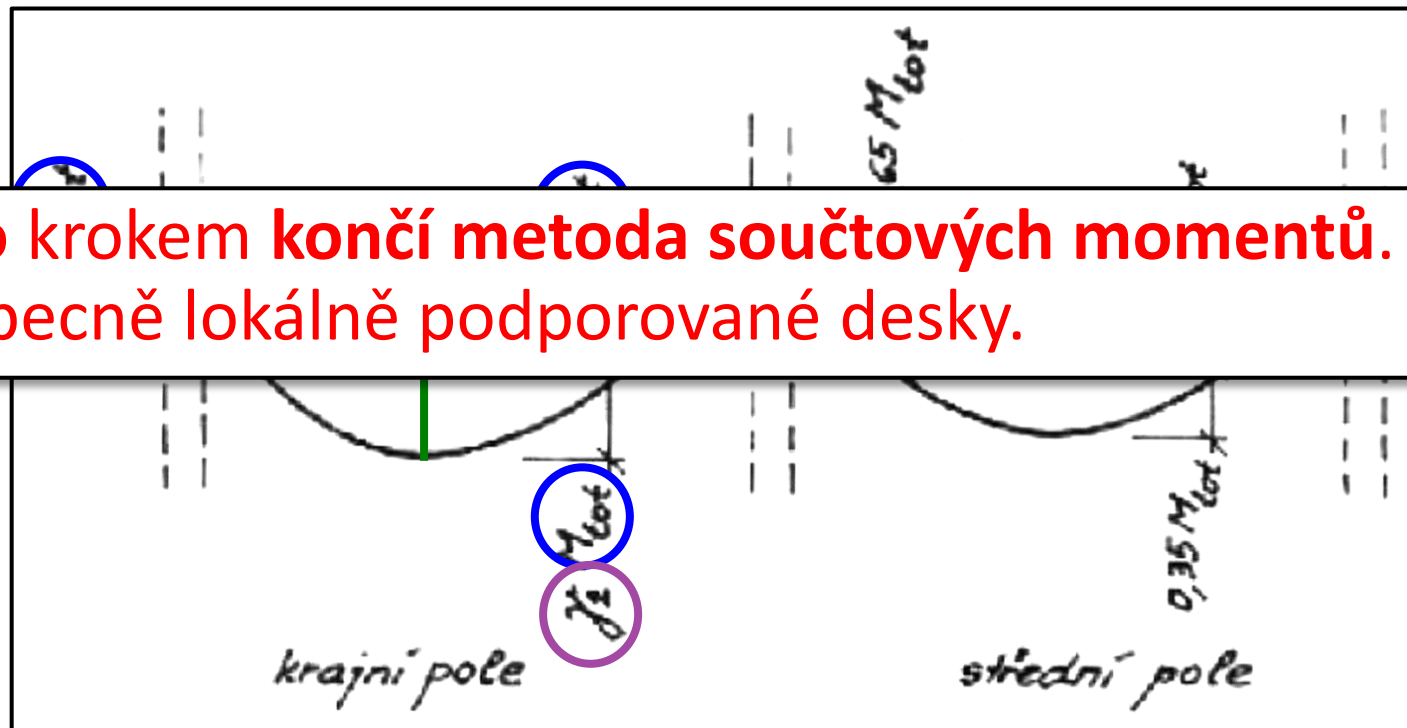
Dál každý **totální moment** rozdělíme pomocí **součinitelů γ** , čímž získáme **nadpodporové** a **mezipodporové** momenty.



Stanovení momentů v pásu

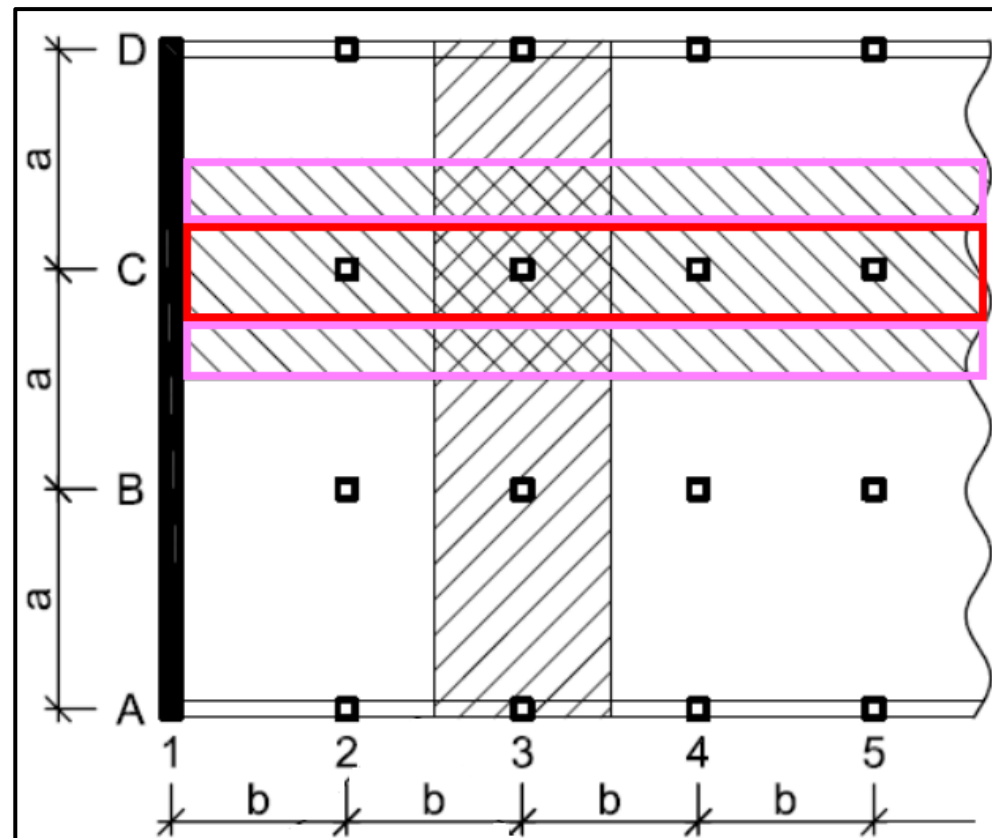
Dál každý **totální moment** rozdělíme pomocí **součinitelů γ** , čímž získáme **nadpodporové** a **mezipodporové** momenty.

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



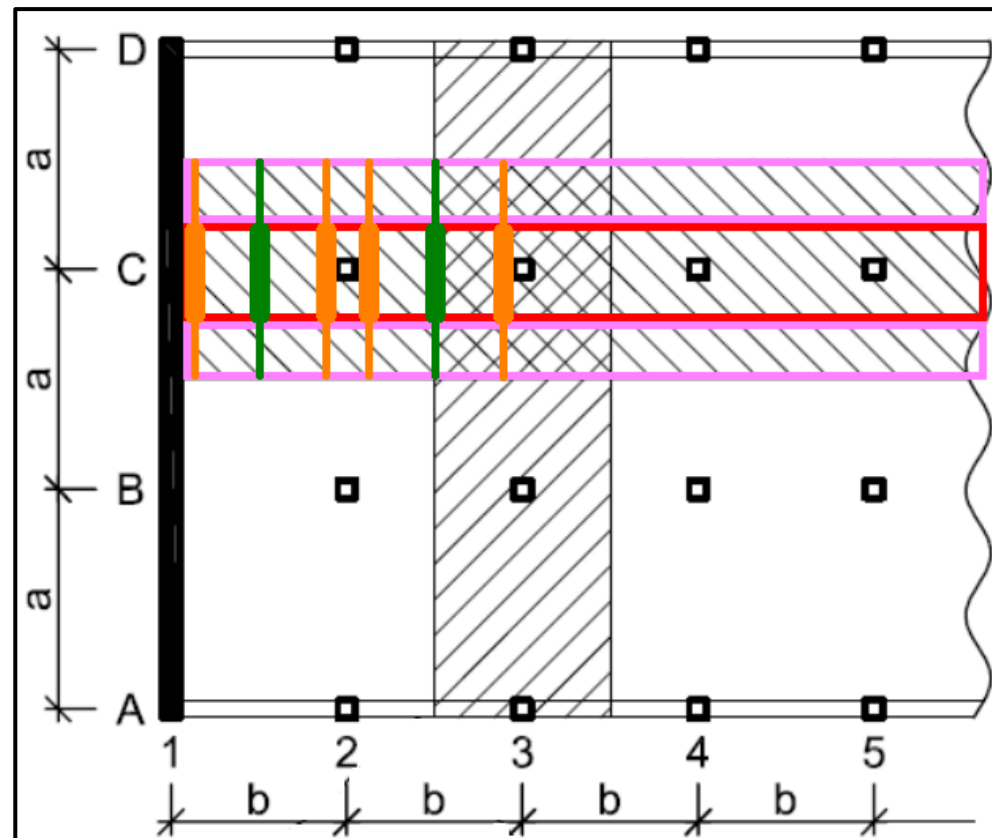
Rozdělení momentu do pruhů

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



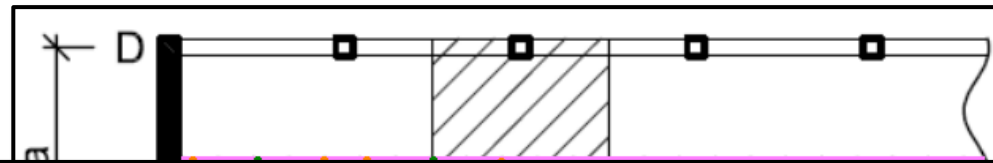
Rozdělení momentu do pruhů

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

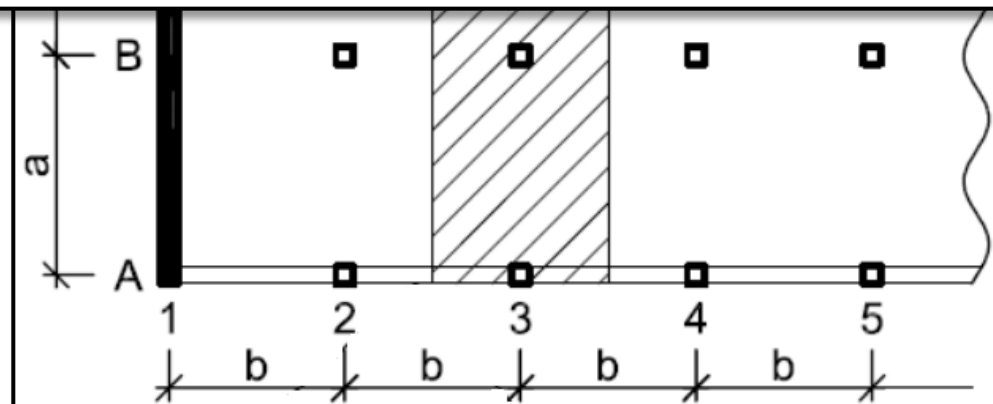


Rozdělení momentu do pruhů

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

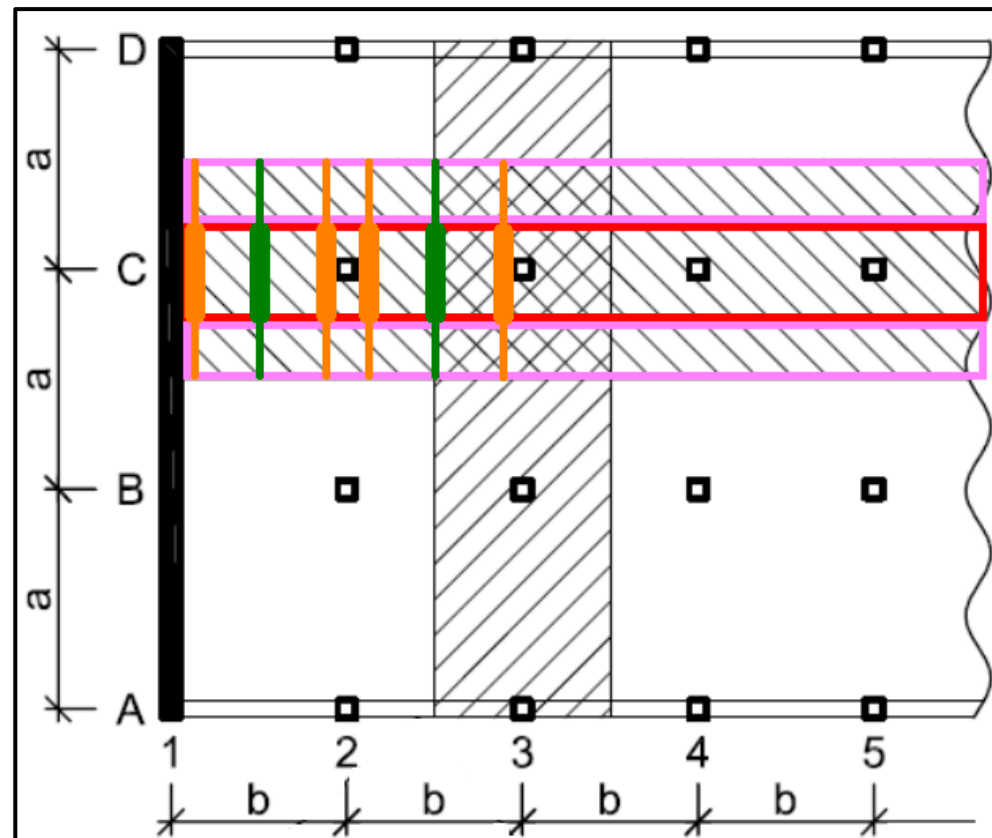


Rozdělení do sloupového a středového pruhu se netýká pouze metody součtových momentů. Toto rozdělení se provádí i při využití metody náhradních rámců.



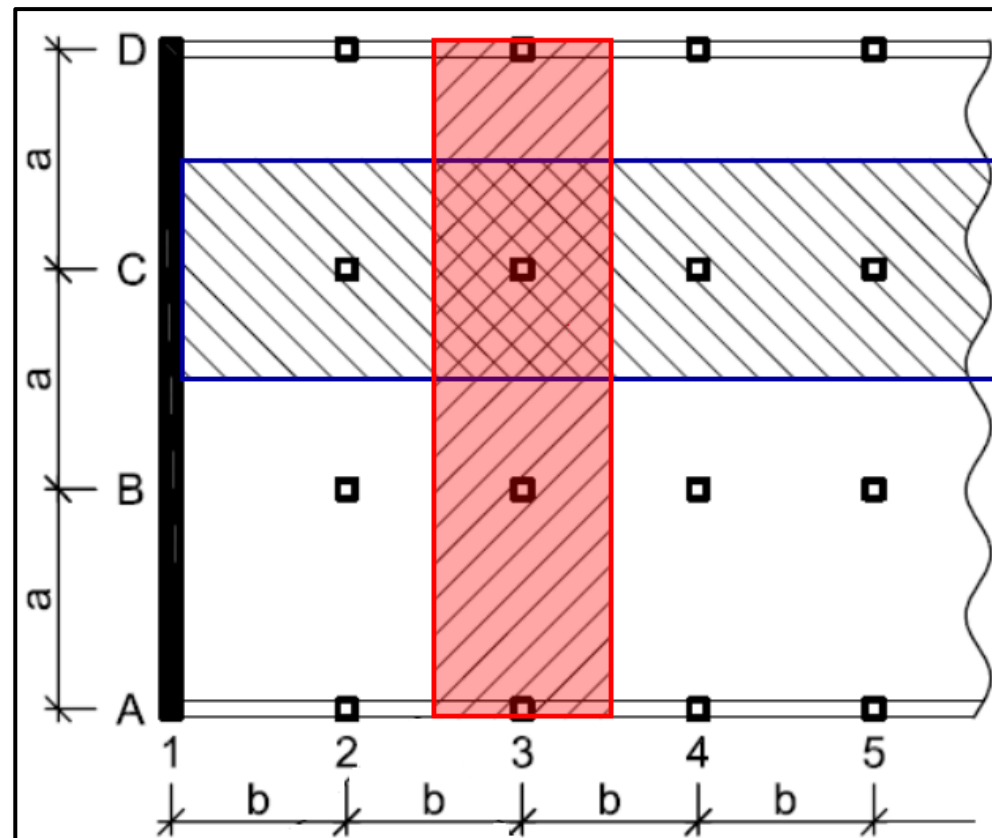
Rozdělení momentu do pruhů

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



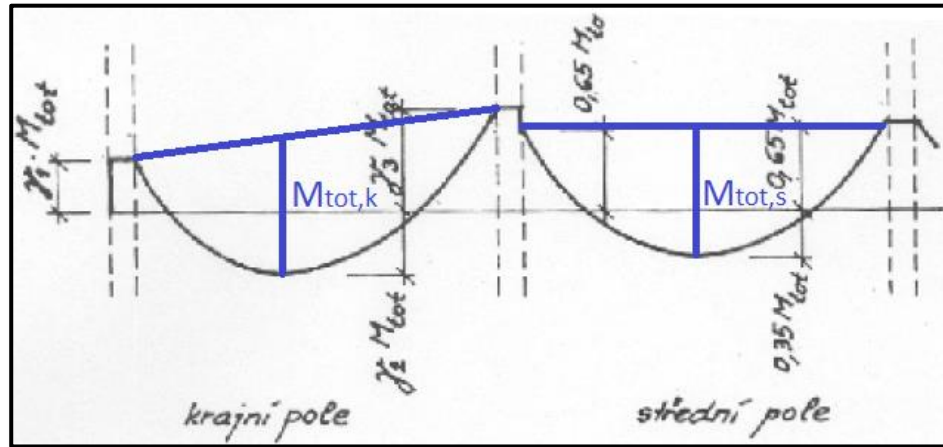
Rozdělení momentu do pruhů

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



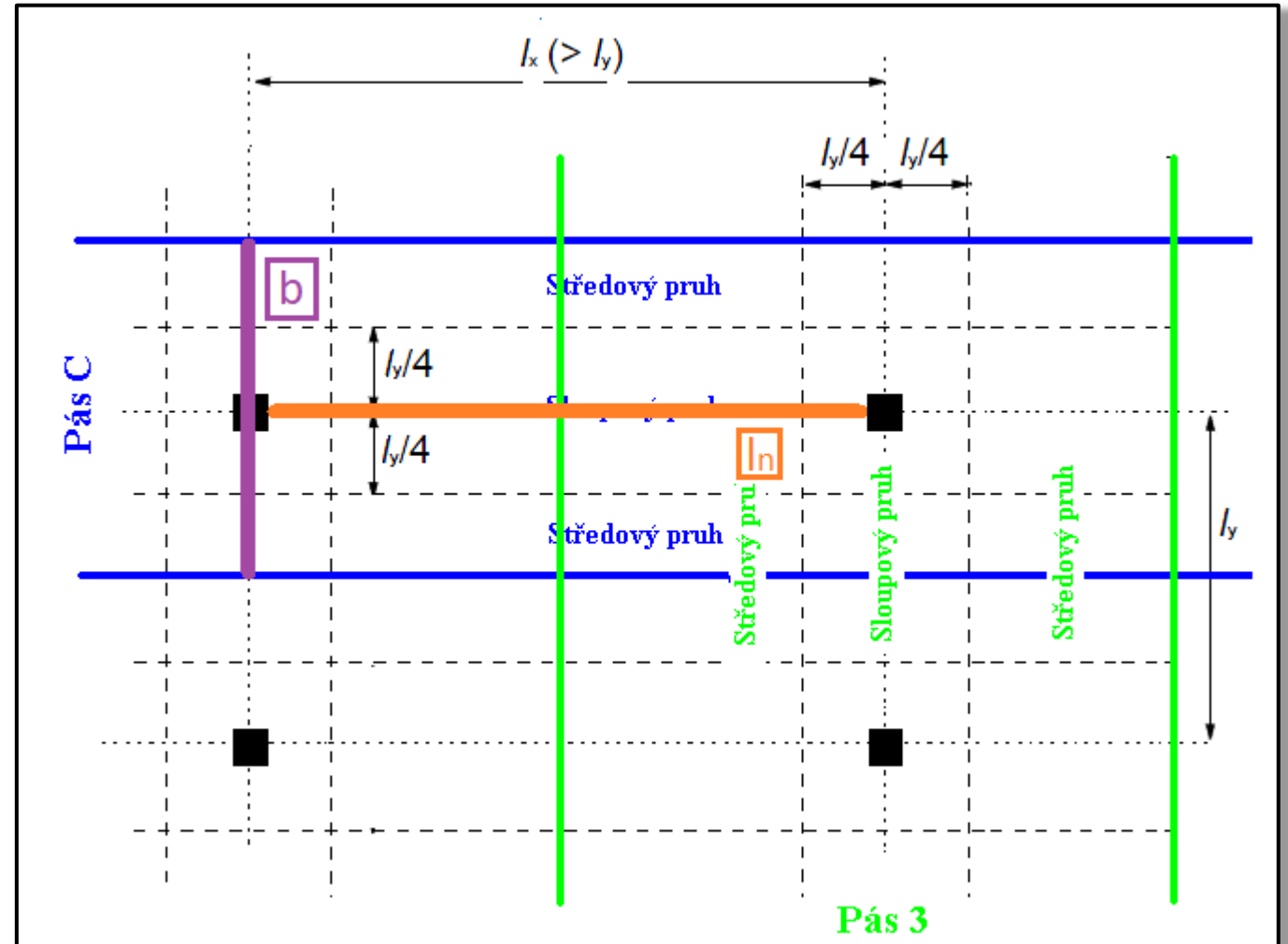
Podrobný popis postup výpočtu momentů

Stanovení totálního momentu – pás C

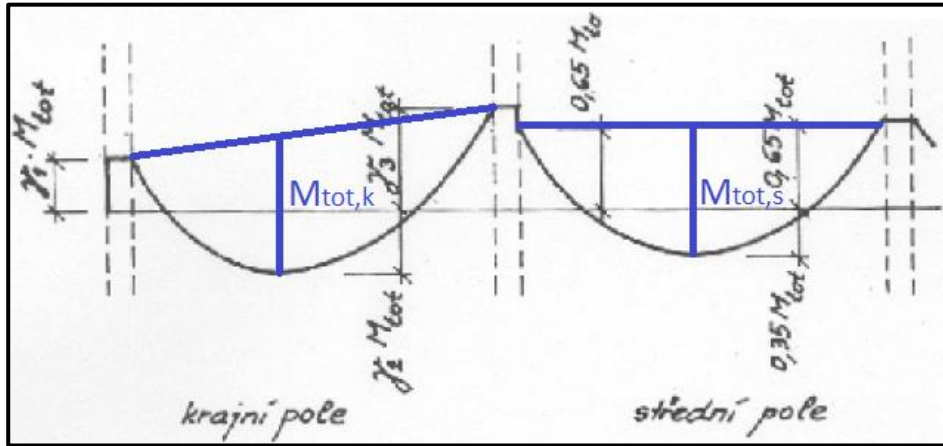


$$M_{tot} = \frac{1}{8} (g_d + q_d) b l_n^2$$

(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.)

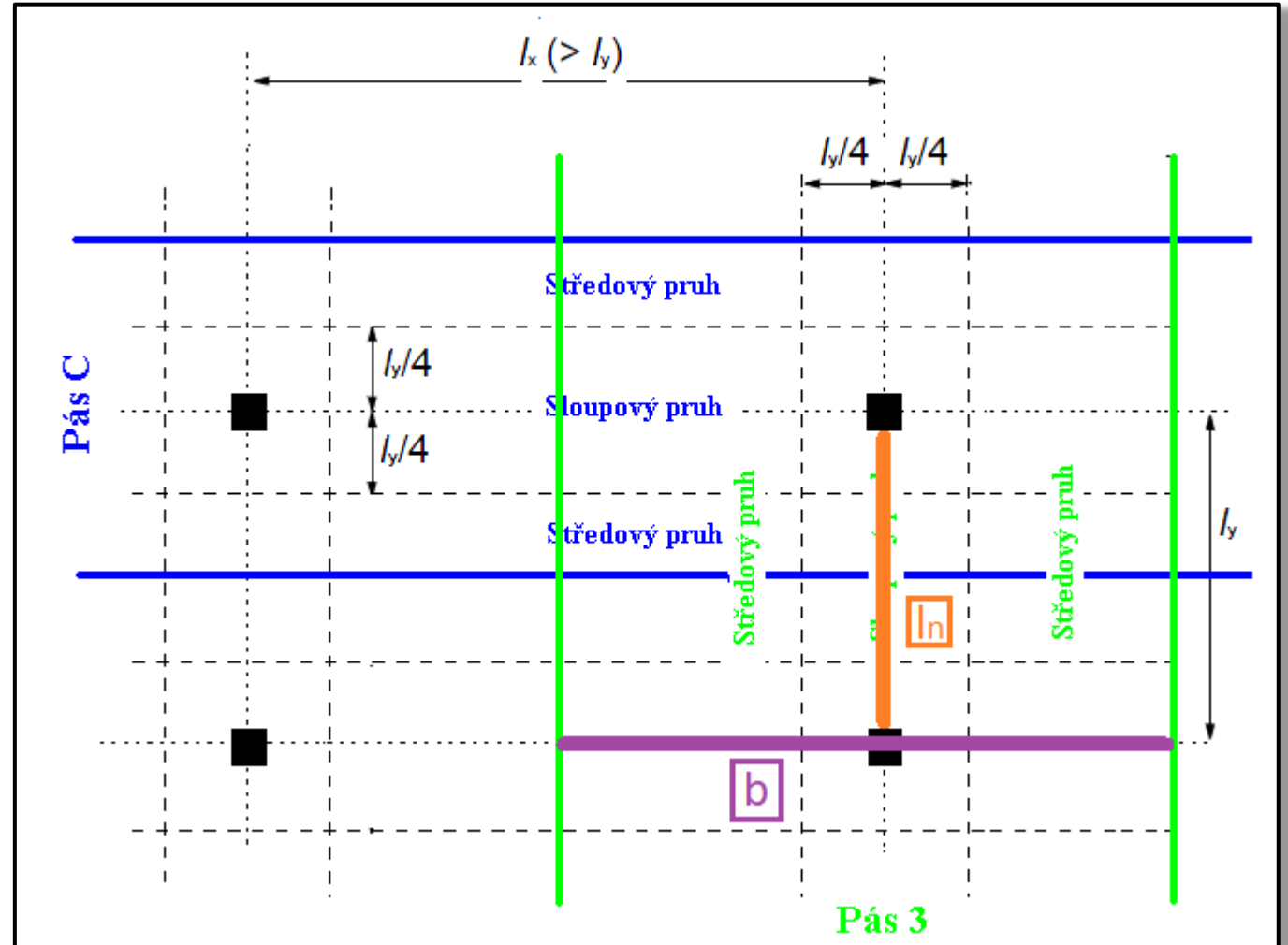


Stanovení totálního momentu – pás 3



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

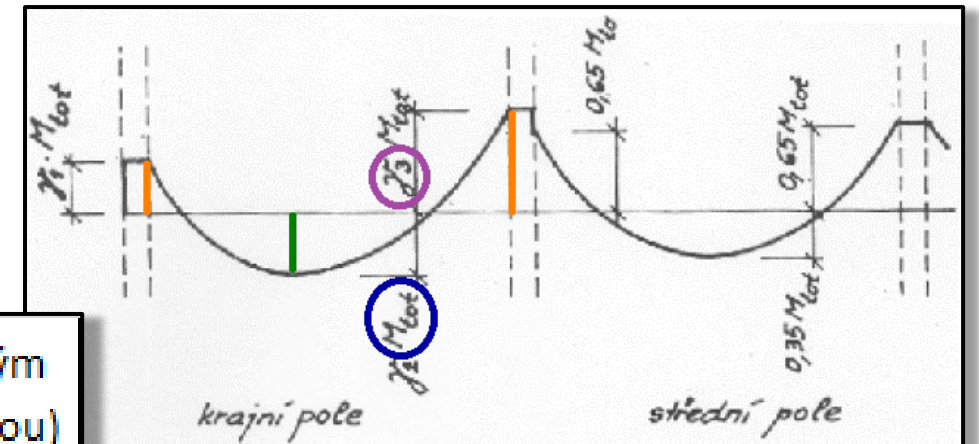
(Nepočítáme to na metr šířky, ale na celkovou šířku pásu – takže vlastně, jako kdyby to byl velmi široký „trám“ o šířce b zatížený plošně na jeho horním povrchu.)



Moment nad podporou a v poli daného pole

Totální moment v daném poli rozdělíme pomocí součinitelů γ_i .

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



	Vetknutí (stěna / spojitá deska)	Ztužení okrajovým trámem	Ztužení převislým koncem (konzolou)
γ_1	0.65	0.3	$0.26 + 0.6 * M_k / M_{tot}$
γ_2	0.35	0.5	0.52
γ_3	0.65	0.7	0.72

Pozn.: Hodnota γ_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.

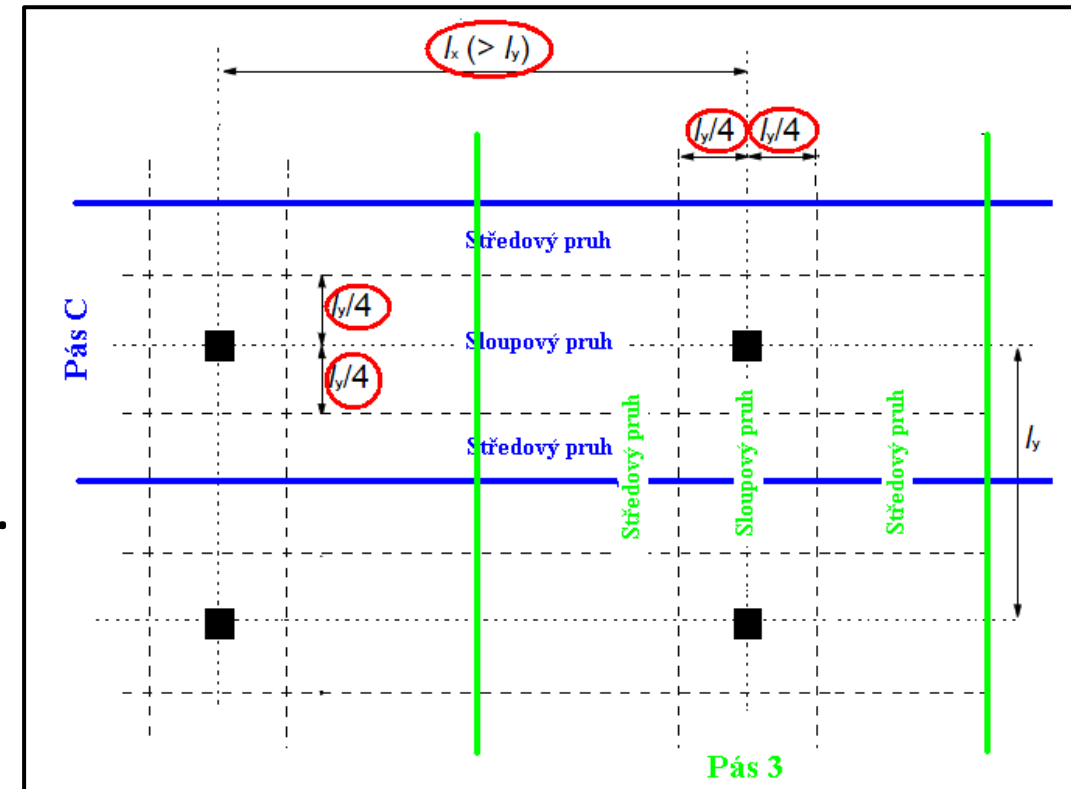
Rozdělení do sloupového a středního pruhu

Řešený pás rozdělíme na sloupový a střední pruh tak, že

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

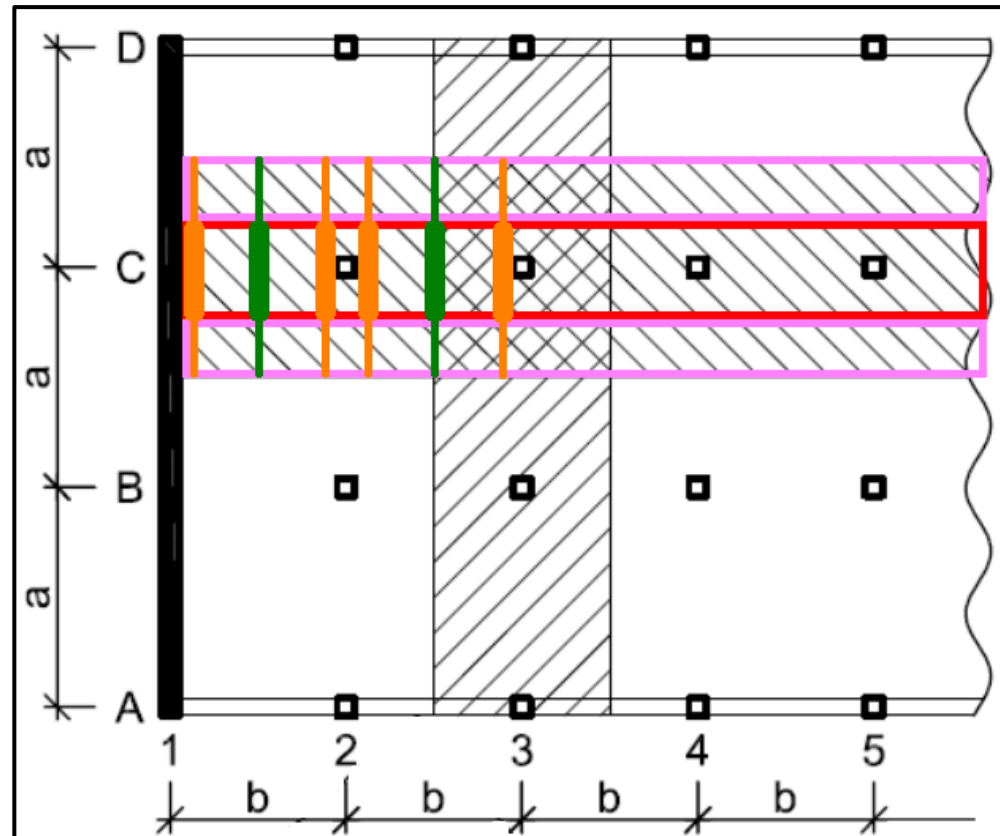
$$b_{p,st} = b_p - b_{sl},$$

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** $M_{i,st}$.

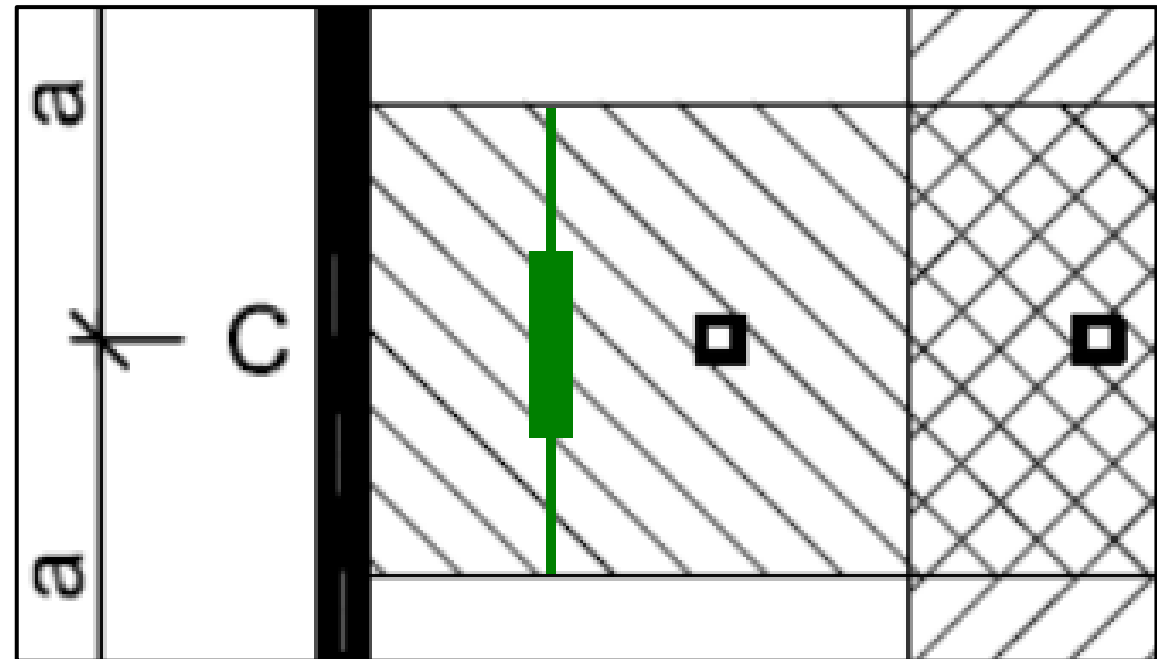


Rozdělení do pruhů v poli

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

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

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

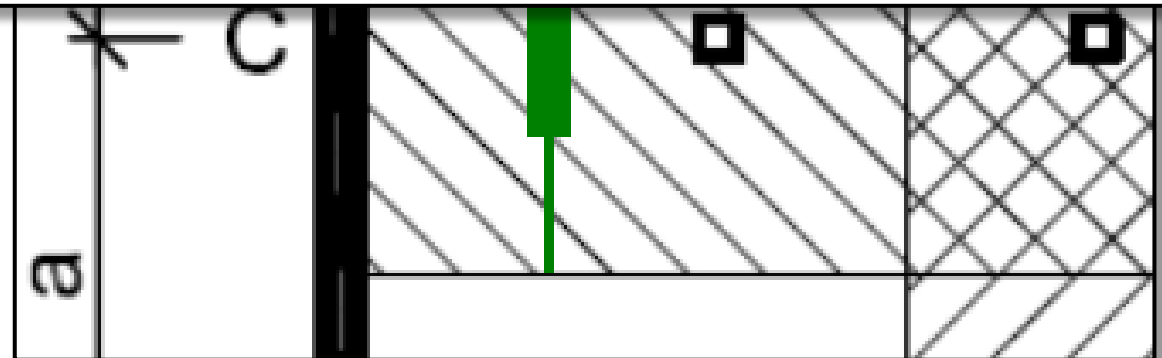
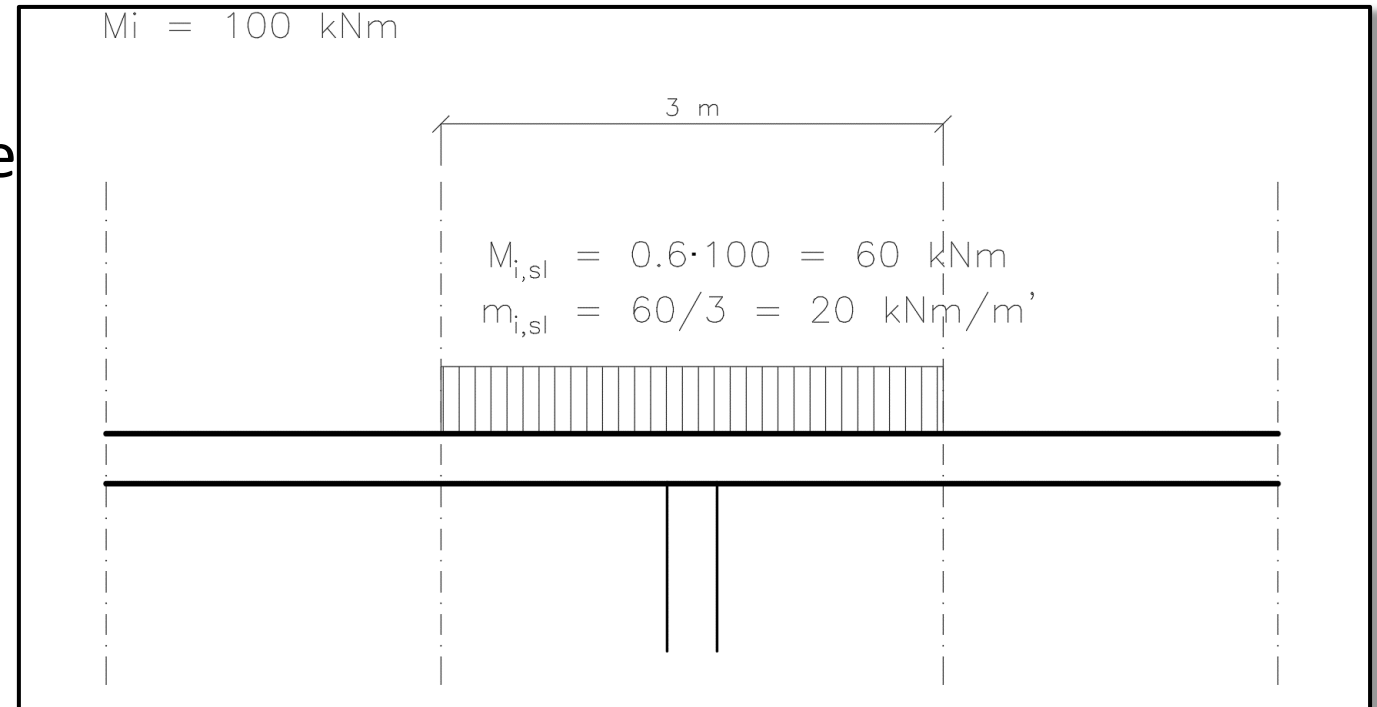


Rozdělení do pruhů v poli

Kladný moment (v poli) rozdělíme

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

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

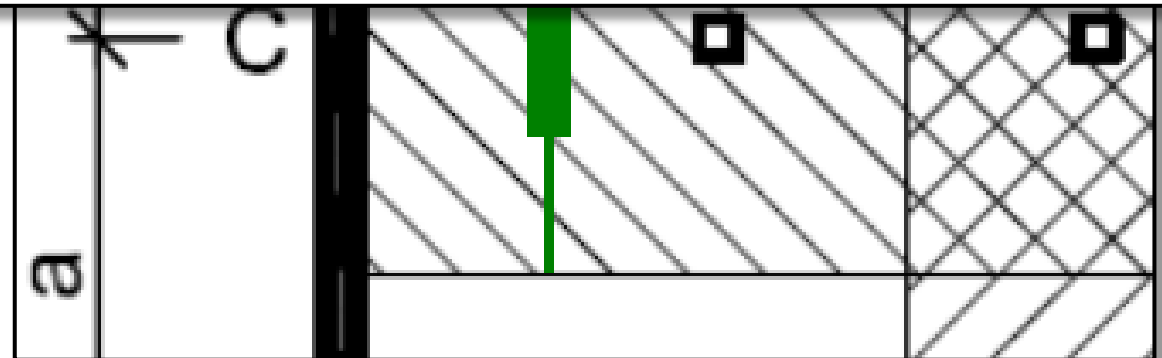
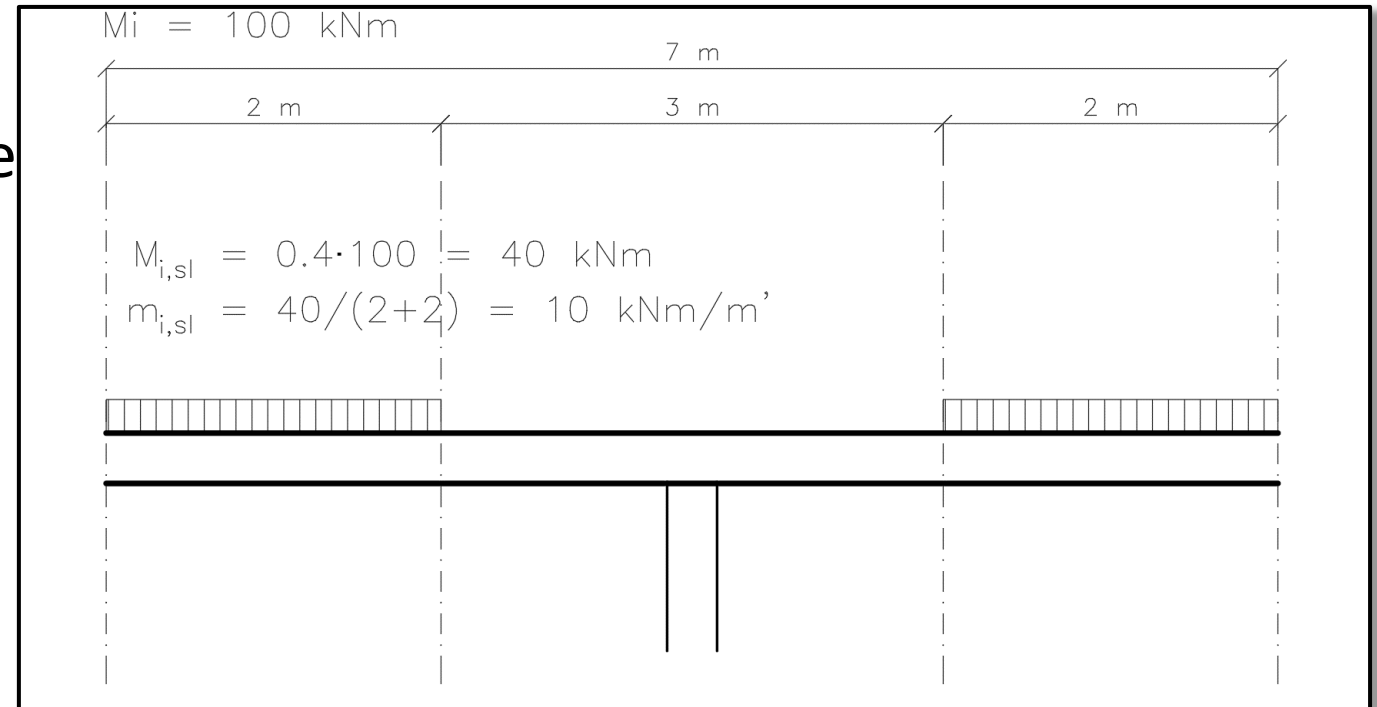


Rozdělení do pruhů v poli

Kladný moment (v poli) rozdělíme

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

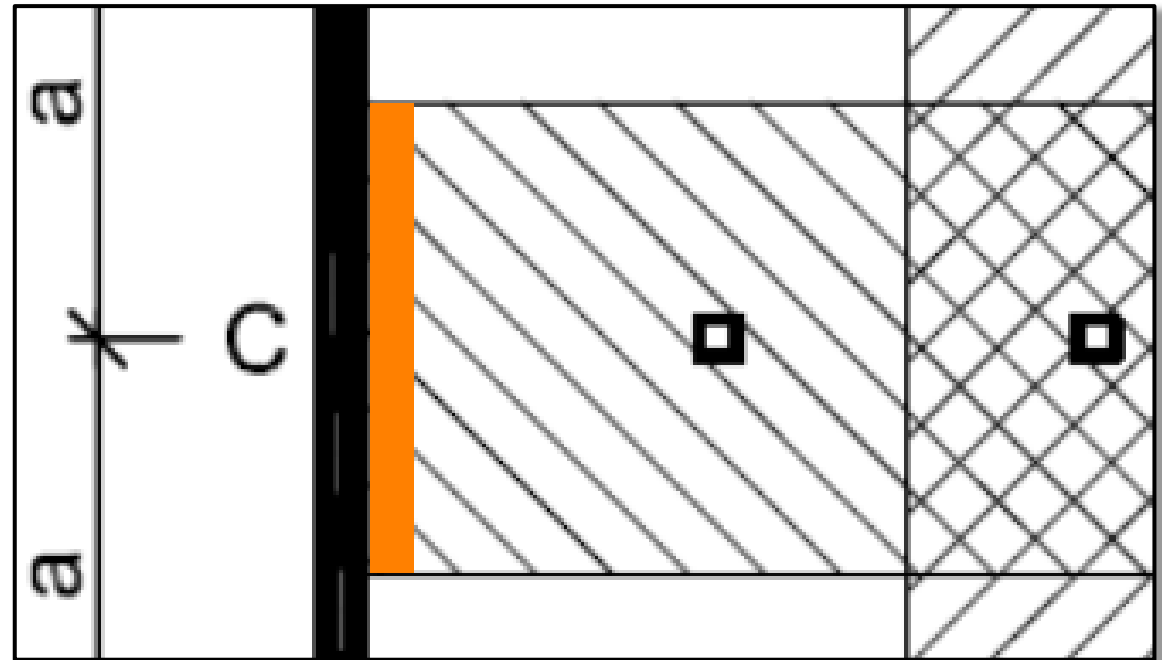
$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i = 0.4 M_i$$



Rozdělení do pruhů u stěny

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

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

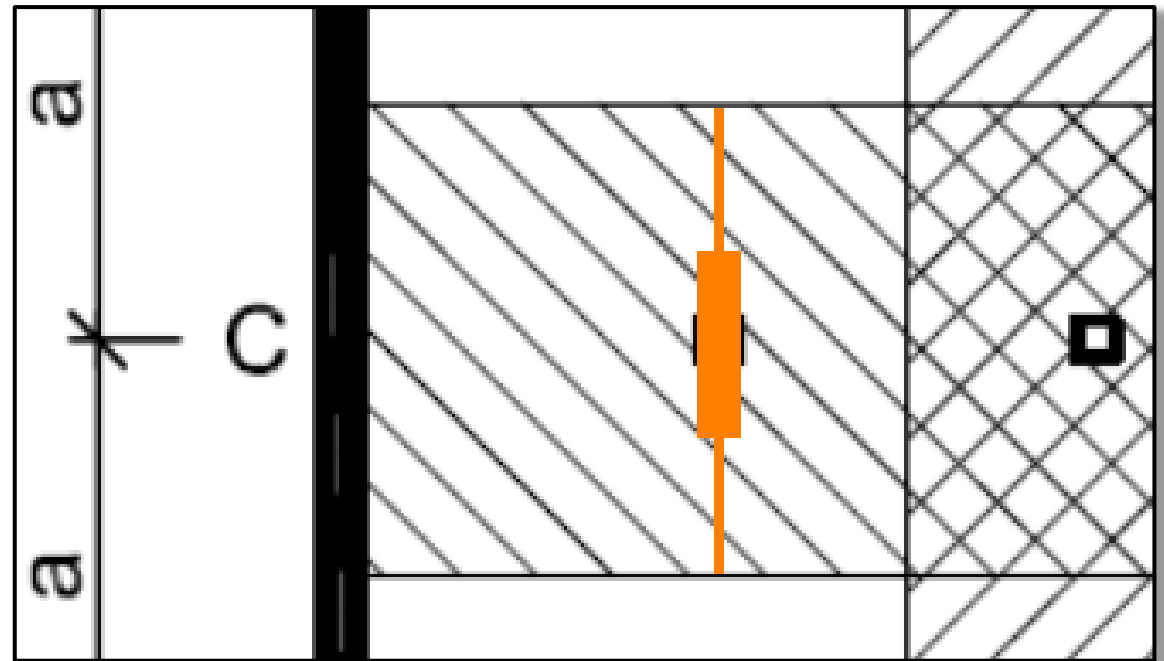


Rozdělení do pruhů nad vnitřní podporou

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 ω , který stanovíme **v závislosti na torzní tuhosti krajního žebra**,

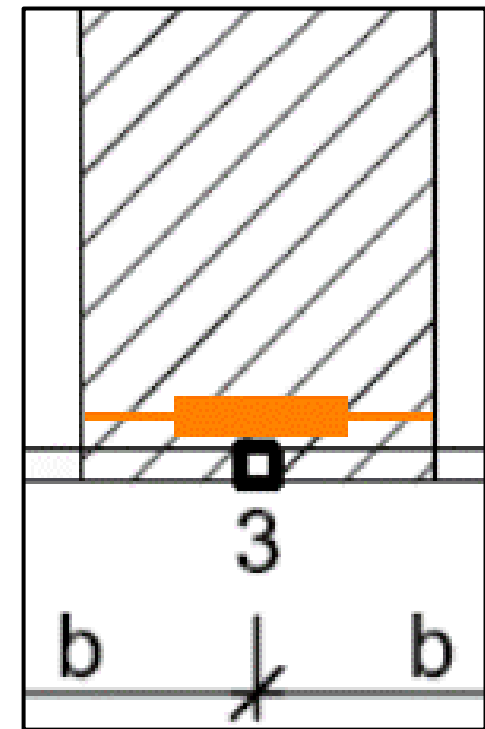
$$\omega = \min \left(\max \left(1 - \frac{\beta_t}{10}; 0.75 \right); 1 \right),$$

kde β_t je torzní tuhost krajního žebra (viz [návod](#)).

Momenty ve sloupovém a středním pruhu se pak určí ze vztahů

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

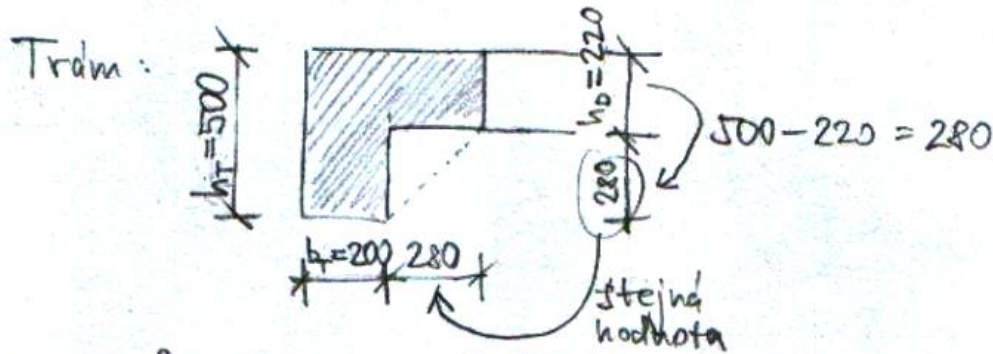
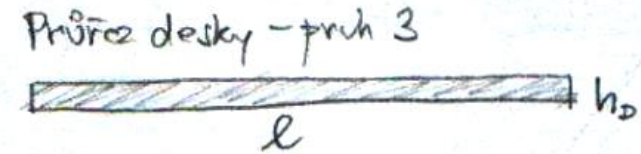
$$M_{i,st} = (1 - \omega) M_i.$$



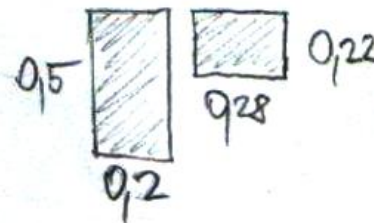
Rozdělení do pruhů u obvodového průvlaku

Výpočet B_t pro krajní trdm

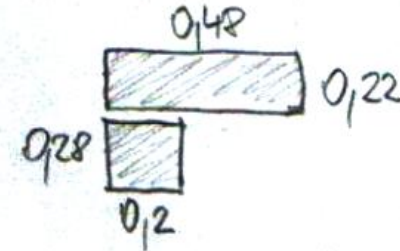
$$I_s = \frac{1}{12} \cdot l \cdot h_D^3 = \frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 0,22^3 = 6,21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$



Alt. 1.



Alt. 2



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

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

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

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



b

Rozdělení do pruhů vedle konzoli

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

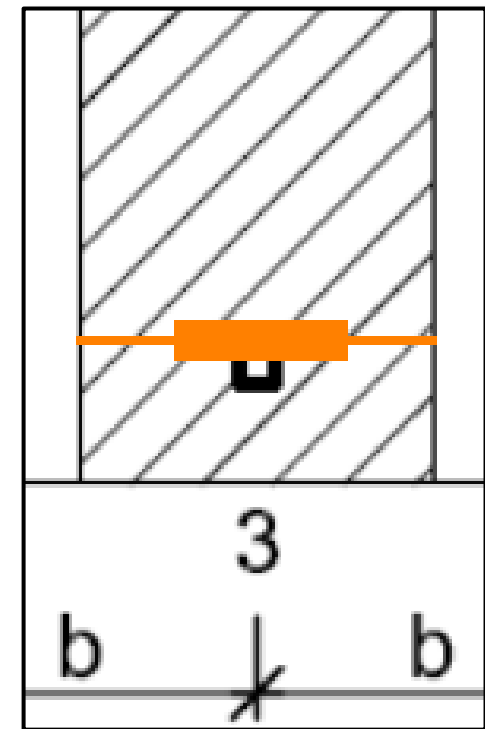
$$\omega = \frac{7}{6} - \frac{\gamma_k}{1.56},$$

kde γ_k je hodnota γ_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 ω , který stanoví a $\omega = 0.75$ (zcela tuhý okraj),

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

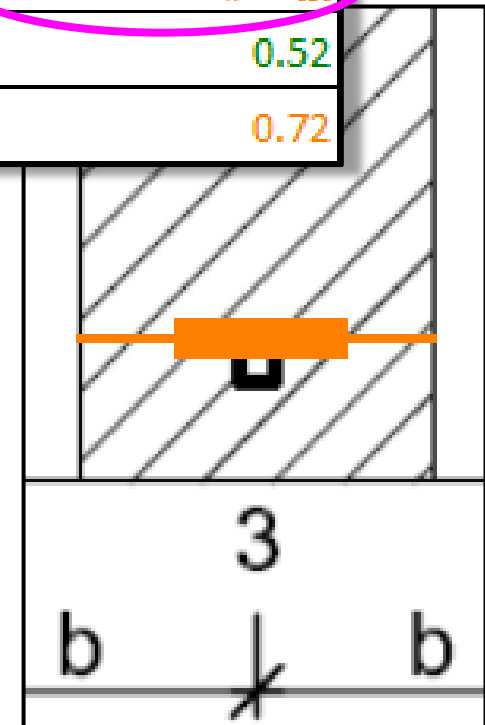
kde γ_k je hodnota γ_1 stanovená pro ztužení převislým koncem.

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)
γ_1	0.65	0.3	$0.26 + 0.6 * M_k / M_{tot}$
γ_2	0.35	0.5	0.52
γ_3	0.65	0.7	0.72



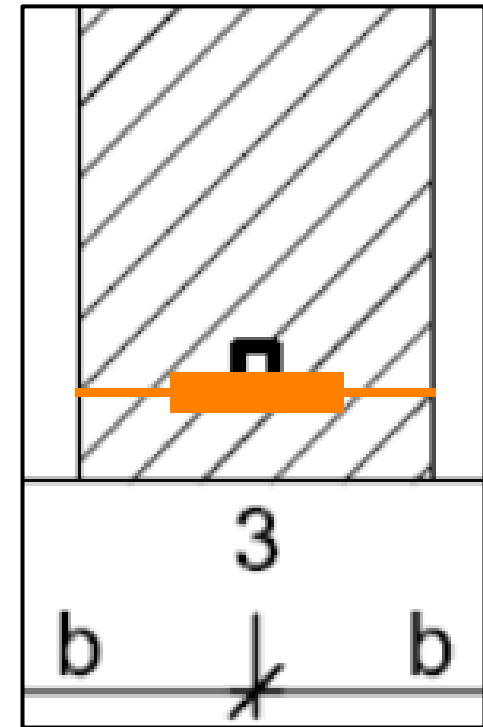
Rozdělení do pruhů na konzole

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**

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

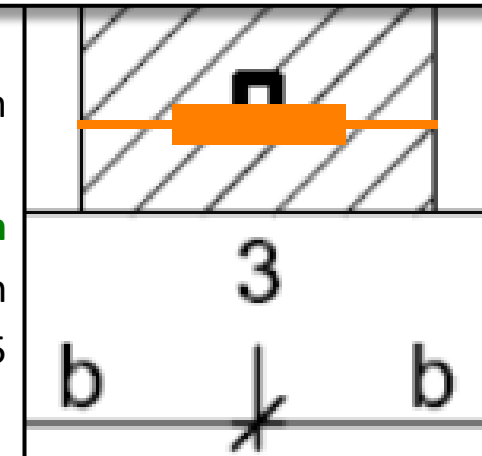
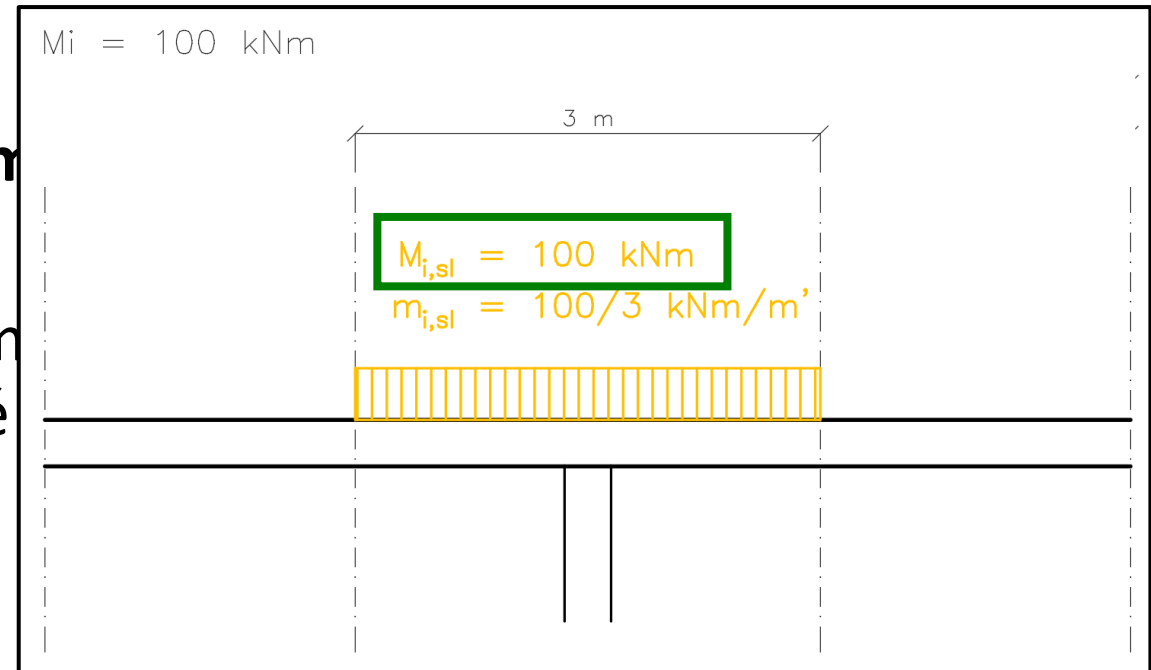
a **ve středním pruhu navíc** uvažujeme rovnoměrně rozprostřeného po celé

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

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 %). Takže na celém pásu je pořád celkem 100 %.

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. Takže na celém pásu působí celkem 165 % původního celkového momentu.



Rozdělení do pruhů na konzole

Na konzole uvažujeme **ve sloupovém**

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

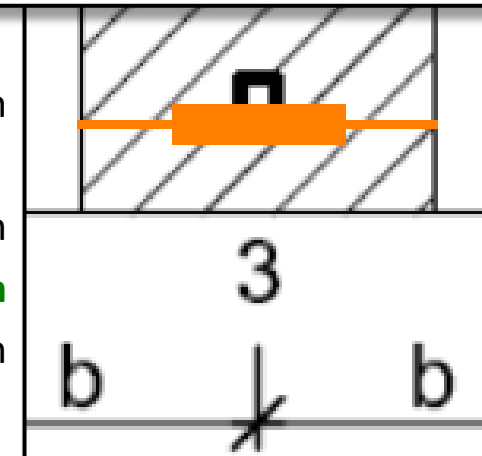
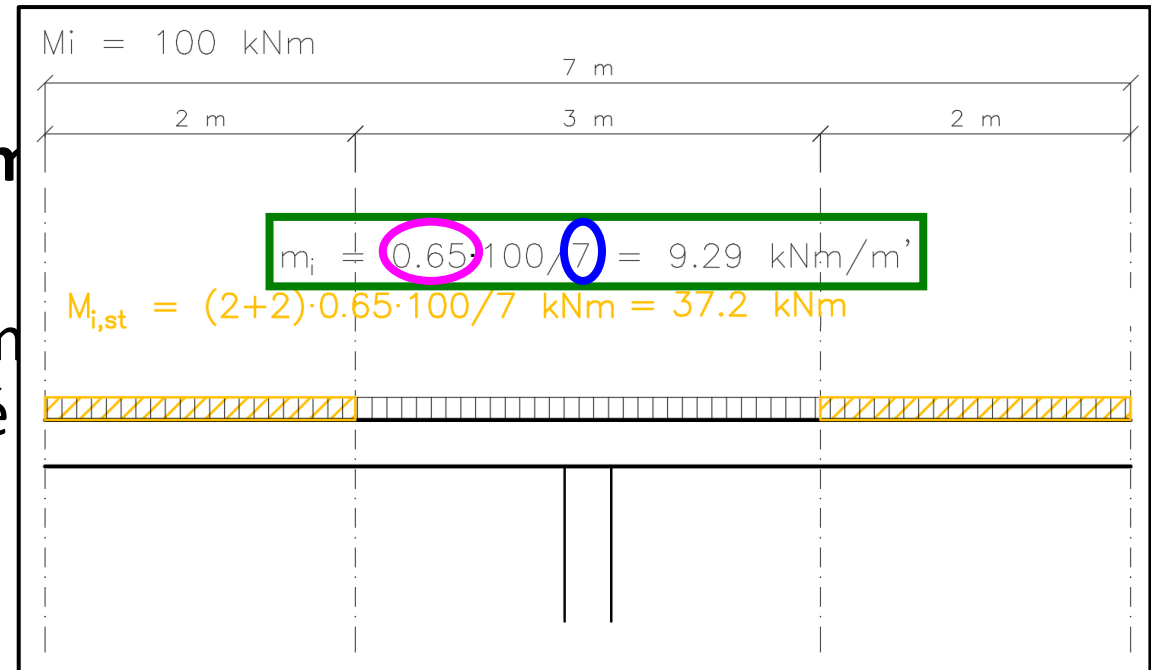
a **ve středním pruhu navíc** uvažujeme rovnoměrně rozprostřeného po celé

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

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 %). Takže na celém pásu je pořád celkem 100 %.

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**. Takže na celém pásu působí celkem 165 % původního celkového momentu.



Výsledky a vykreslení

Spočtené **hodnoty momentů ve** sloupových a středových **pruzích** [kNm] **vydělíme šířkami pruhů**, abychom získali **hodnoty na 1 m šířky desky** [kNm/m¹].

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

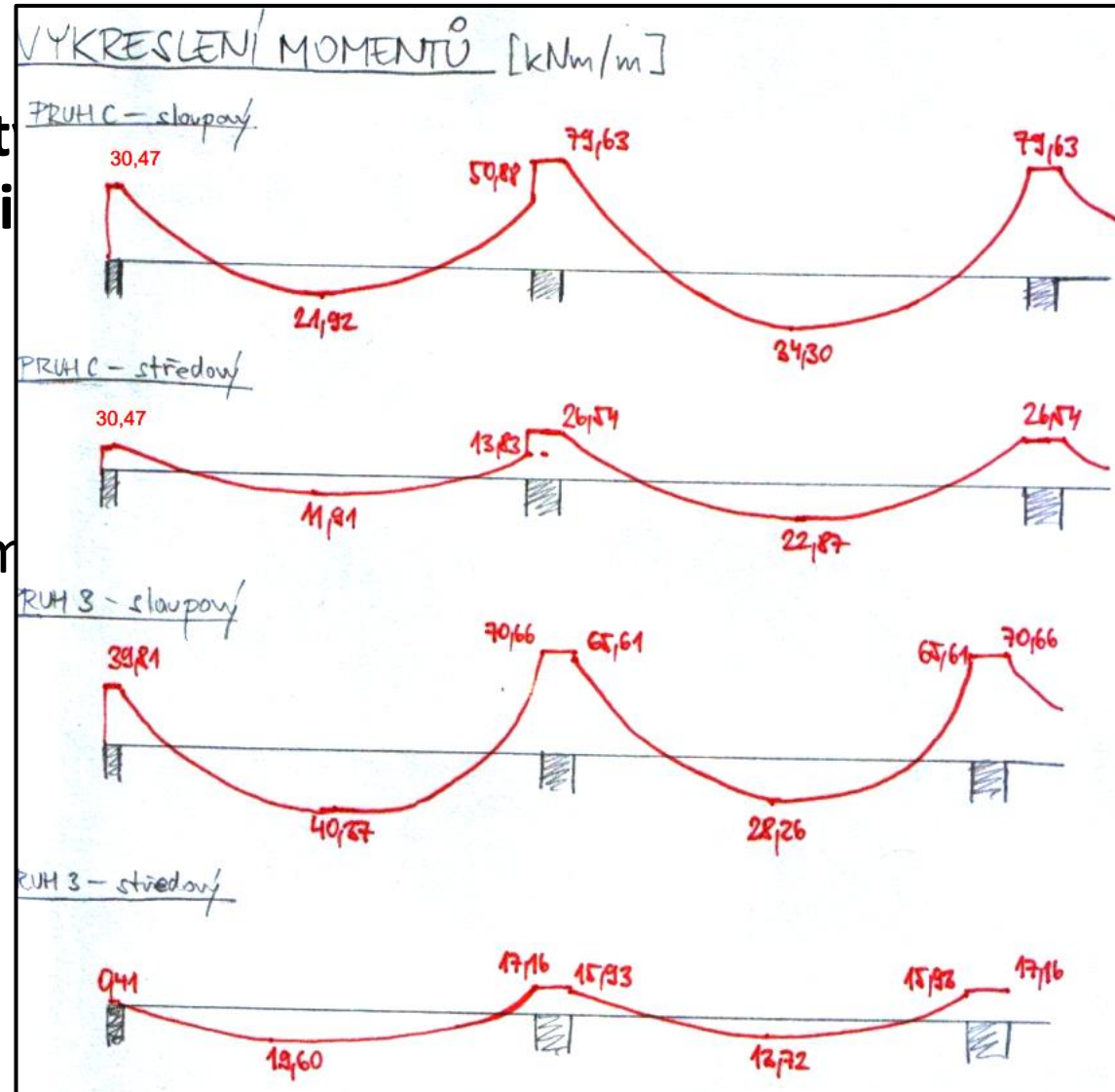
Výsledky a vykreslení

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

Dále vykreslíme pásy C a 3 (celkem 3 pásy C a 3 středových pruzích [kNm] 1 m šířky desky

ch pruzích [kNm] 1 m šířky desky

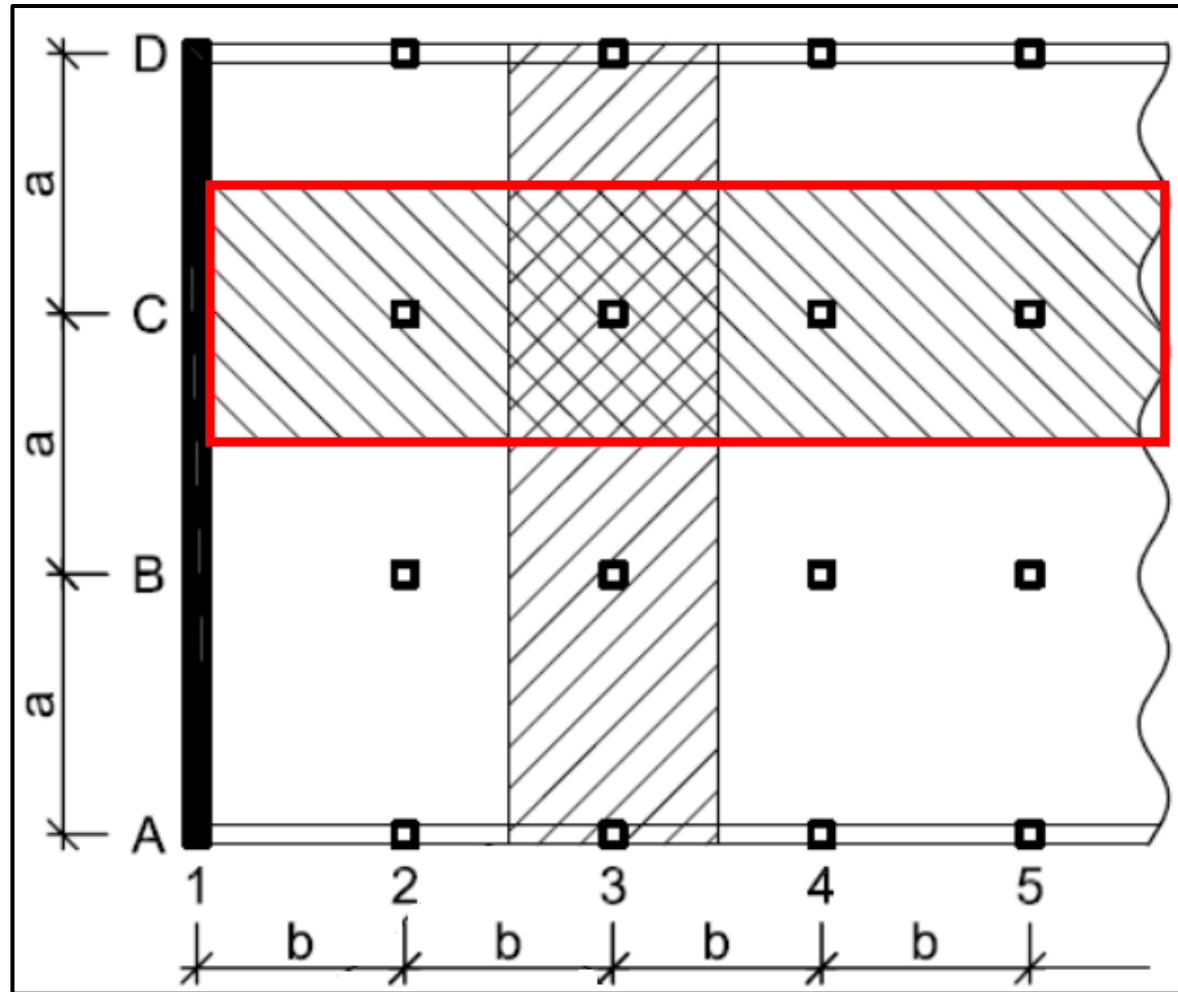
středových pruzích



Výpočet momentů na lokálně podepřené desce

shrnutí

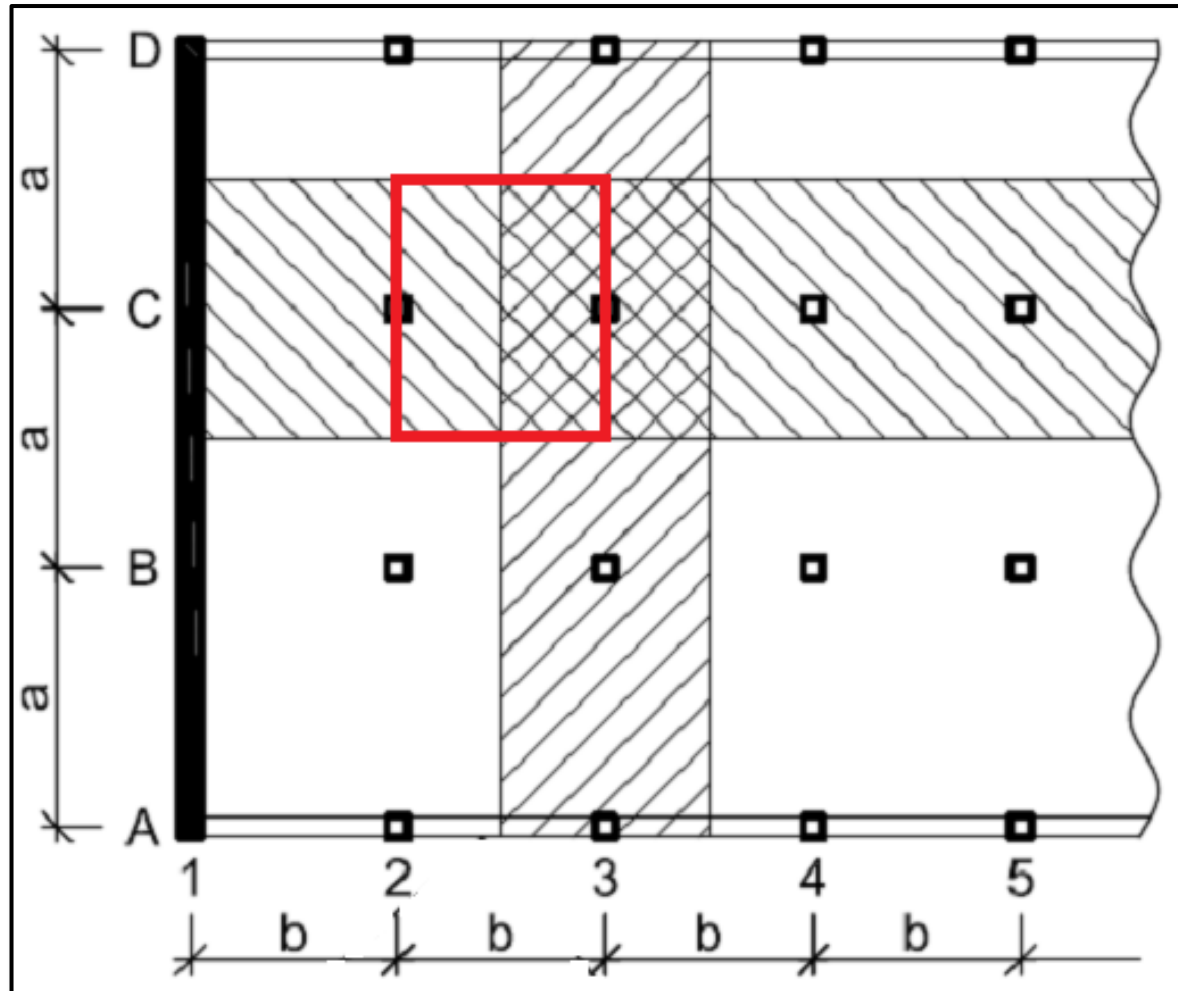
1) Výběr pásu



1) Výběr pásu

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

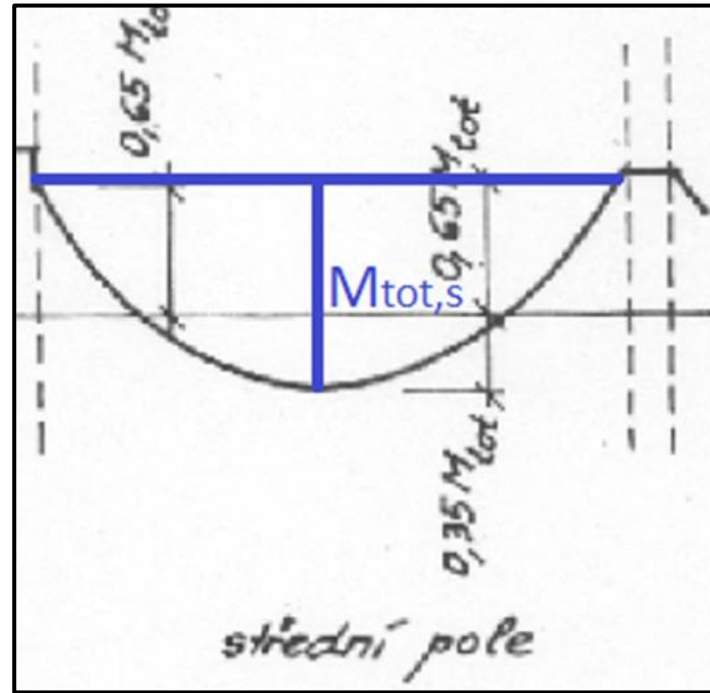
2) Výběr pole



2) Výběr pole

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

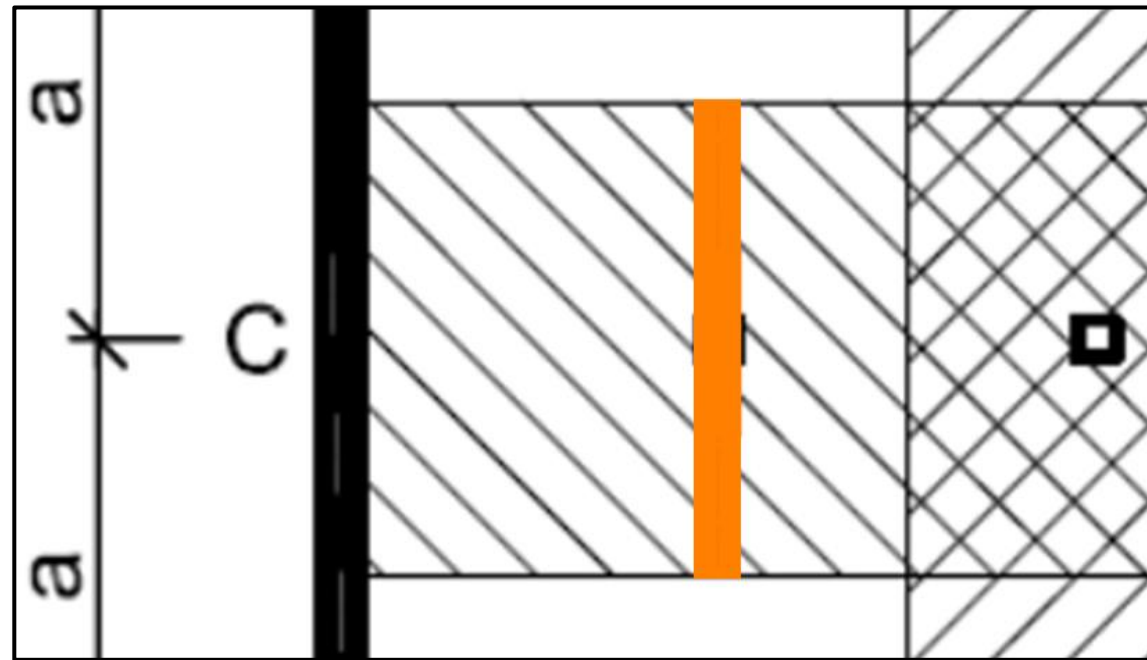
3) Výpočet M_{tot}



3) Výpočet M_{tot}

Momenty ve sloupových a středních pruzích										
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	y	Moment v průřezu kNm	Pruh	ω	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'
C										
	C _s	223.3								

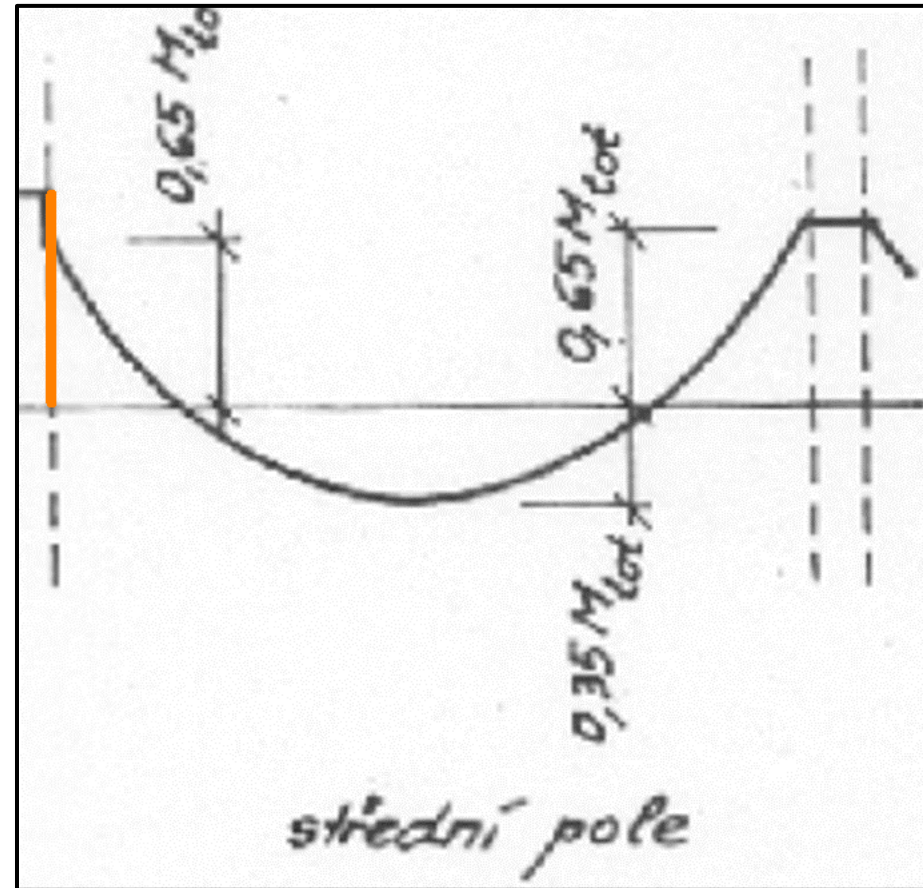
4) Výběr kolmého řezu (pole / podpora)



4) Výběr kolmého řezu (pole / podpora)

Momenty ve sloupcových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	y	Moment v průřezu kNm	Pruh	ω	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C											
	C _s	223.3	Levá podpora								

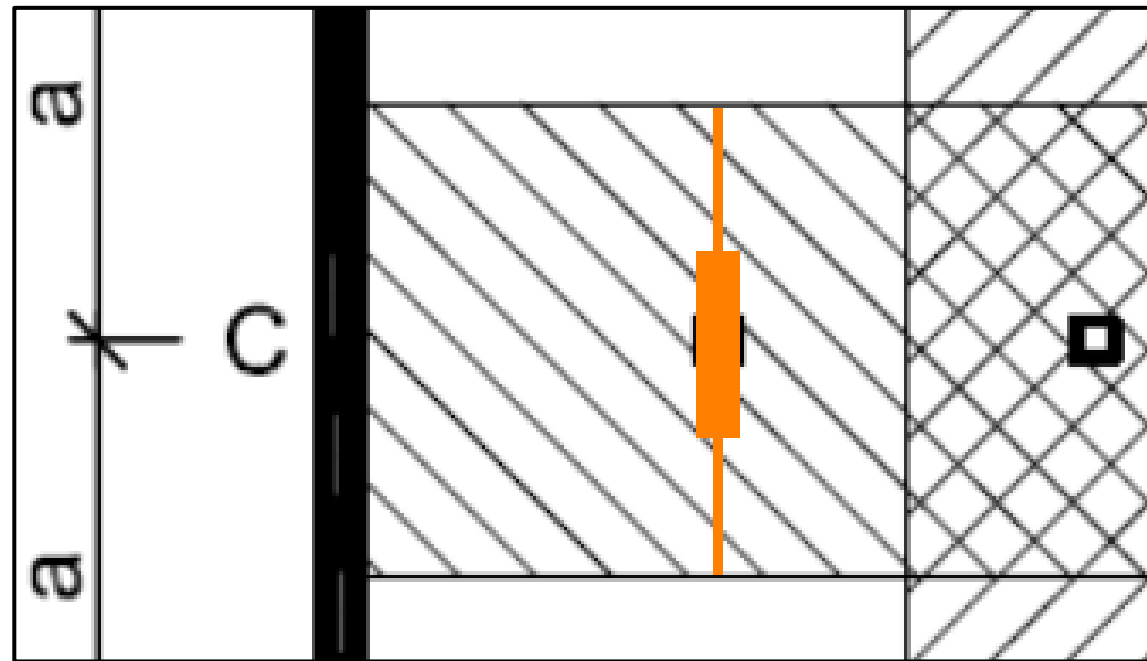
5) Výpočet momentu v průřezu



5) Výpočet momentu v průřezu

Momenty ve sloupových a středních pruzích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	γ	Moment v průřezu kNm	Pruh	ω	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C	C _s	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	γ	Moment v průřezu kNm	Pruh	ω	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C	C _s	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	γ	Moment v průřezu kNm	Pruh	ω	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C	C _s	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	Is	0.010416667 m ⁴					
b	8 m	bt	0.25 m	bd	0.45 m					
fd	15.1 kN/m ²	ht	0.7 m	It	0.004348958 m ⁴					
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 _k	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 _s	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 _k	657.8	Dolní podpora	0.3	197.3	Sloupový	0.98	193.2	3.5	55.2
						Střední		4.1		4.5
			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 _s	657.8	Dolní podpora	0.65	427.5	Sloupový	0.75	320.7	3.5	91.6
						Střední		106.9		4.5
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 ²									
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 _k	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 _s	763.2	Levá podpora	0.65	496.1	Sloupový	0.75	372.0
	Pole	0.35			267.1	Střední	124.0	3.5		35.4
						Sloupový	0.60	160.3	3.5	45.8
	Pravá podpora	0.65			496.1	Střední		0.75	106.8	3.5
						Sloupový	372.0		3.5	106.3
	Střední	0.75			124.0	3.5	35.4			
			3	Konzola				73.1	Konzola	-
3	3 _k	657.8	Dolní podpora	0.327	214.9	Sloupový	0.957	205.7	3.5	58.8
			Pole	0.52	342.0	Střední		9.2	4.5	2.0
						Sloupový	0.60	205.2	3.5	58.6
			Horní podpora	0.72	473.6	Střední		0.75	136.8	4.5
						Sloupový	355.2		3.5	101.5
			Střední	0.75	118.4	4.5	26.3			
	3 _s	657.8						Dolní podpora	0.65	427.5
	Pole		0.35	230.2	Střední	0.60	106.9	4.5	23.8	
					Sloupový		0.75	138.1	3.5	39.5
	Horní podpora		0.65	427.5	Střední	0.75		92.1	4.5	20.5
		Sloupový			320.7		3.5	91.6		
	Střední	0.75	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.