



Úloha 2 – Železobetonový trémový strop

Výpočet vnitřních sil na desce a trámech

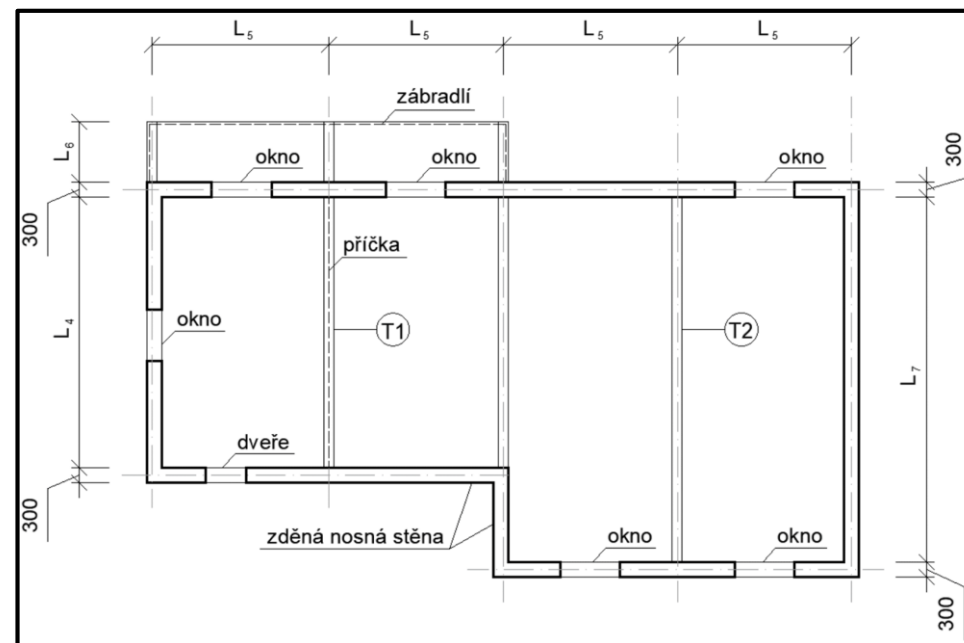
Prezentace k cvičení z předmětu NNKB (paralelka Štefan)

Zadání Úlohy 2

Zadání Úlohy 2

V rámci úlohy 2 vypracujeme

- návrh rozměrů stropních prvků (desky a trámů T1 a T2) + výpočet zatížení stropních prvků,
- **výpočet vnitřních sil na desce a trámech T1 a T2,**
- návrh a posouzení výztuže desky
- návrh a posouzení výztuže trámu T1
- výkres tvaru.



Výpočet vnitřních sil na desce a trámech

Výpočet vnitřních sil

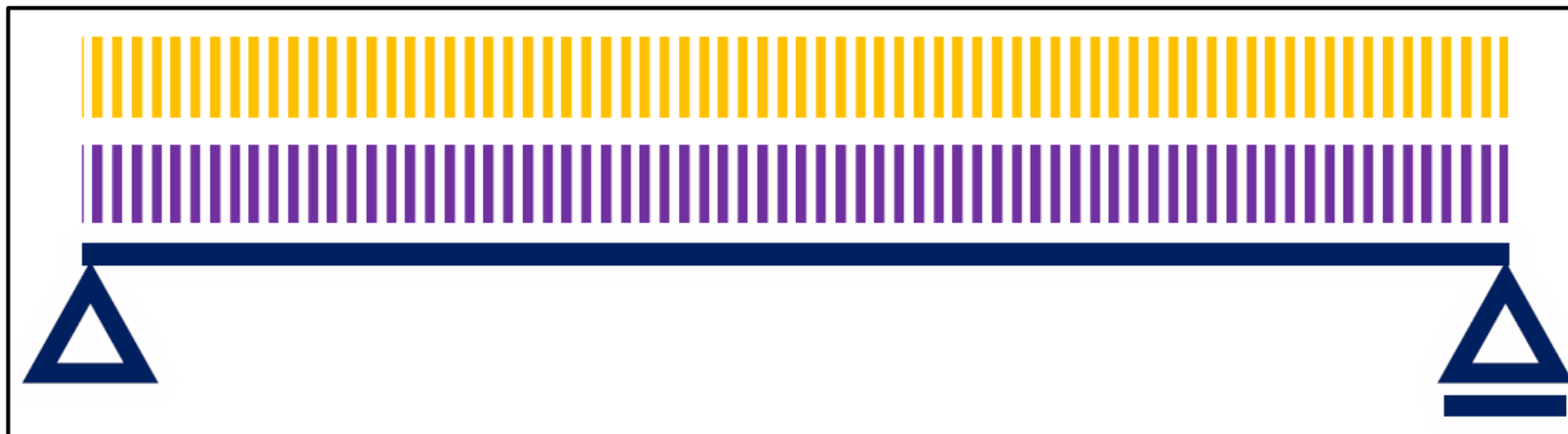
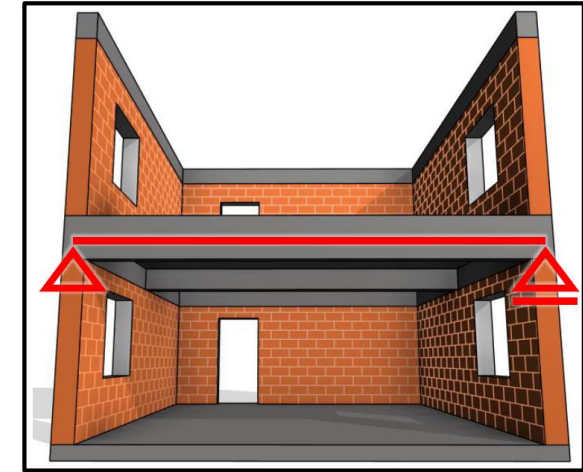
Naším úkolem je určit na:

- **desce** schéma zatížení a vnitřní síly (moment)
- **trámu T1** schéma zatížení a vnitřní síly (moment a posouvající síla)
- **trámu T2** schéma zatížení a vnitřní síly (moment a posouvající síla)

Trám T2

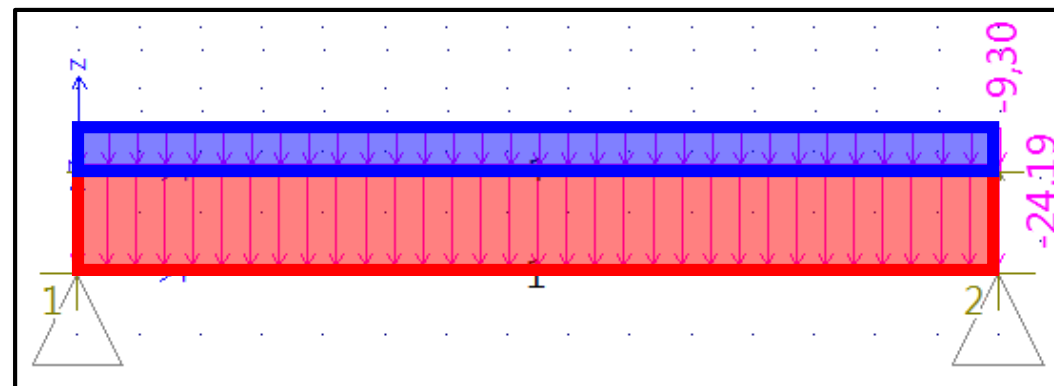
Zatížení trámu T2

Na trám působí stálé a proměnné zatížení.



Zatížení trámu T2

Zatížení trámu T2						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m^2	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.3 \cdot (0.66 - 0.11) \cdot 25$		4.13	1.35	5.57
	stálé od desky	4.45	3.10	13.80		18.62
	Σ		$g_k =$	17.92	$g_d =$	24.19
PROM.	užitné zatížení	2.00	3.10	6.20	1.5	9.30
	Σ		$q_k =$	6.20	$q_d =$	9.30
Σ			$f_k =$	24.12	$f_d =$	33.49



Zatížení trámu T2

Zatížení

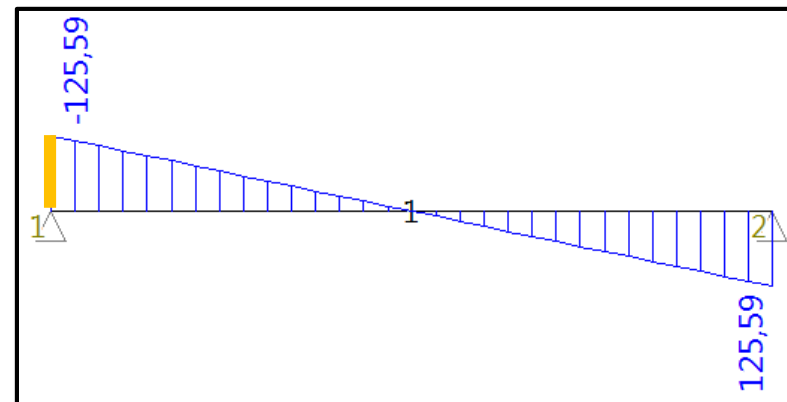
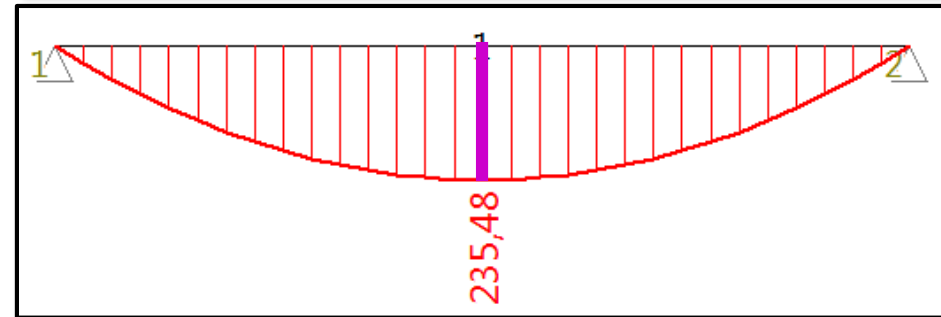
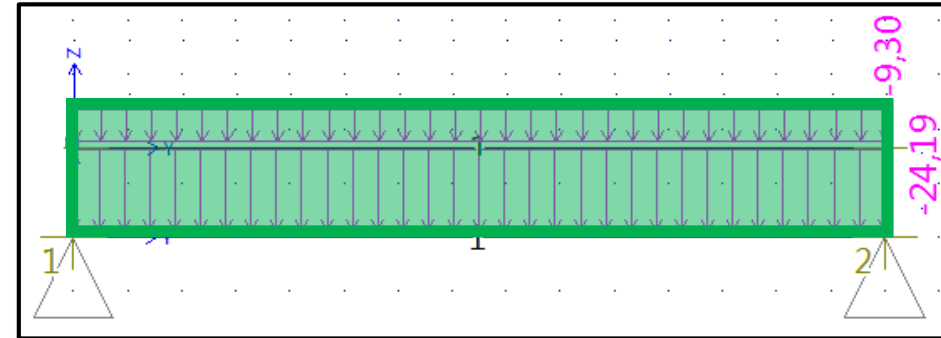
$$f_d = g_d + q_d$$

Moment v poli

$$M_p = \frac{1}{8} f_d L_T^2$$

Posouvající síla v podpoře

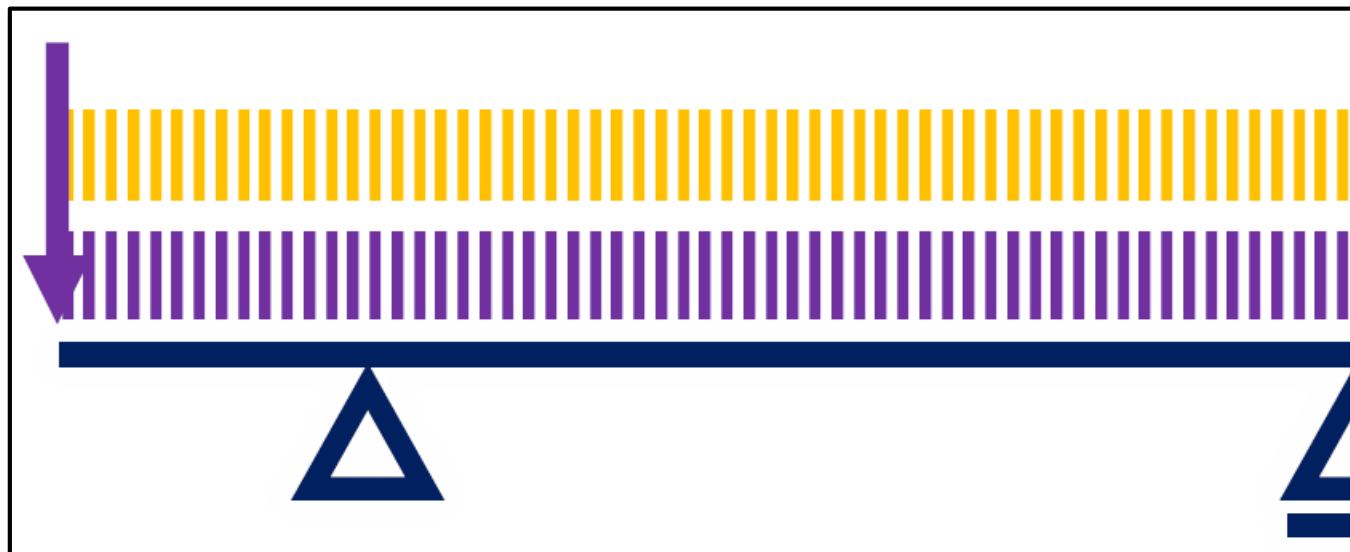
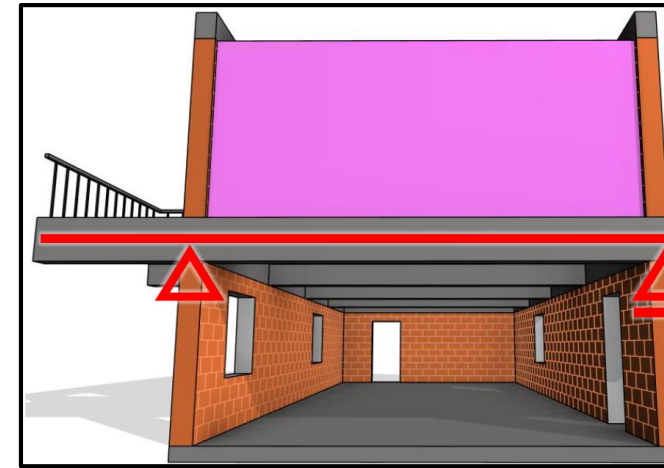
$$V_p = \frac{1}{2} f_d L_T$$



Trám T1

Zatížení trámu T1

Na trám působí stálé a proměnné zatížení.

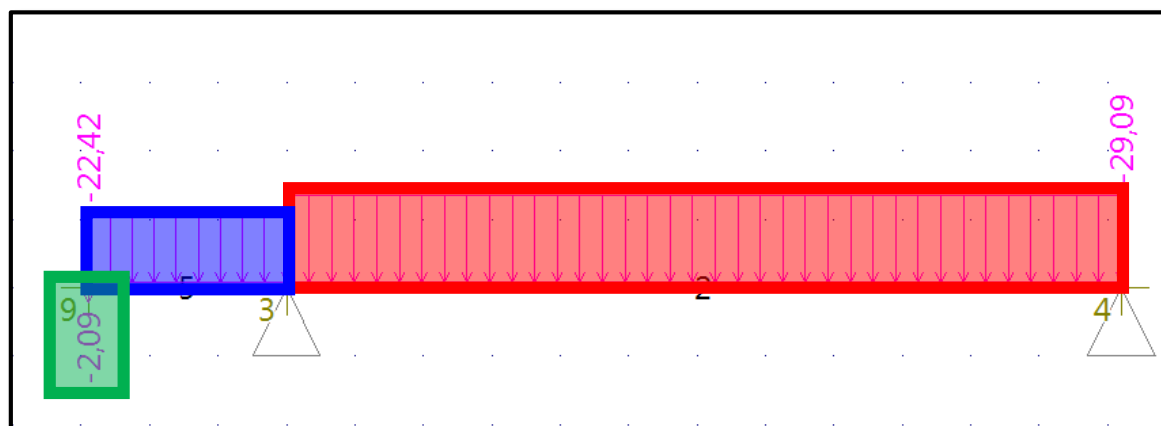


Stálé zatížení trámu T1

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m ²	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.25 \cdot (0.56 - 0.11) \cdot 25$		2.81	1.35	3.80
	stálé od desky	4.45	3.10	13.80		18.62
	příčka	1.68	2.94	4.94		6.67
	Σ		$g_k =$	21.55		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	2.00	3.10	6.20	1.5	9.30
	Σ		$q_k =$	6.20	$q_d =$	9.30
Σ			$f_k =$	27.75	$f_d =$	38.39

Zatížení trámu T1 na konzole						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m ²	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.25 \cdot (0.56 - 0.11) \cdot 25$		2.81	1.35	3.80
	stálé od desky	4.45	3.10	13.80		18.62
	Σ		$g_k =$	16.61		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95
Σ			$f_k =$	25.91	$f_d =$	36.37

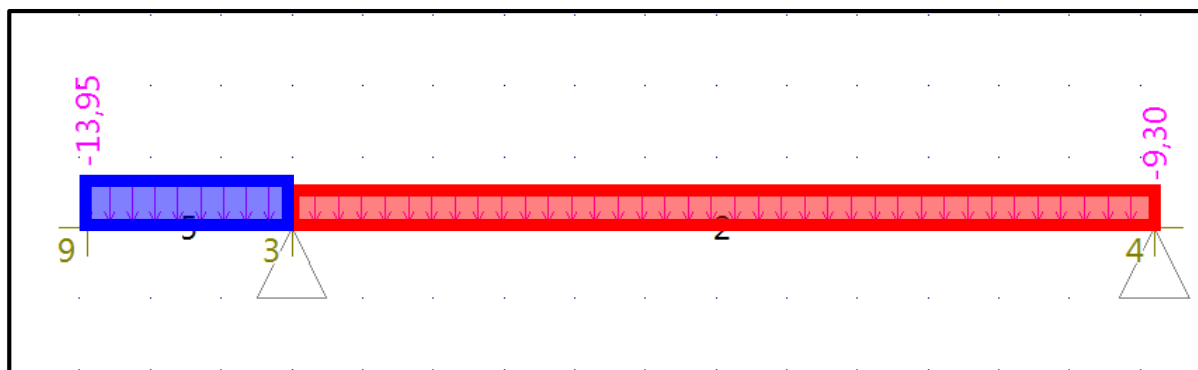
$$F_d = 1.35 \cdot \frac{50}{100} \cdot L_4 = 2.09 \text{ kN}$$



Proměnné zatížení trámu T1

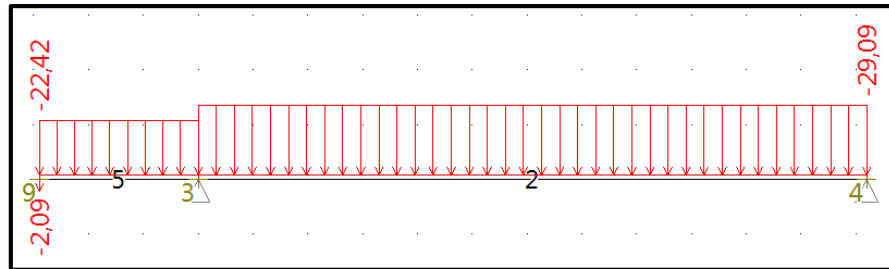
Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m^2	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.25 \cdot (0.56 - 0.11) \cdot 25$		2.81	1.35	3.80
	stálé od desky	4.45	3.10	13.80		18.62
	příčka	1.68	2.94	4.94		6.67
	Σ		$g_k =$	21.55		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	2.00	3.10	6.20	1.5	9.30
	Σ		$q_k =$	6.20	$q_d =$	9.30
Σ			$f_k =$	27.75	$f_d =$	38.39

Zatížení trámu T1 na konzole						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m^2	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.25 \cdot (0.56 - 0.11) \cdot 25$		2.81	1.35	3.80
	stálé od desky	4.45	3.10	13.80		18.62
	Σ		$g_k =$	16.61		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95
Σ			$f_k =$	25.91	$f_d =$	36.37

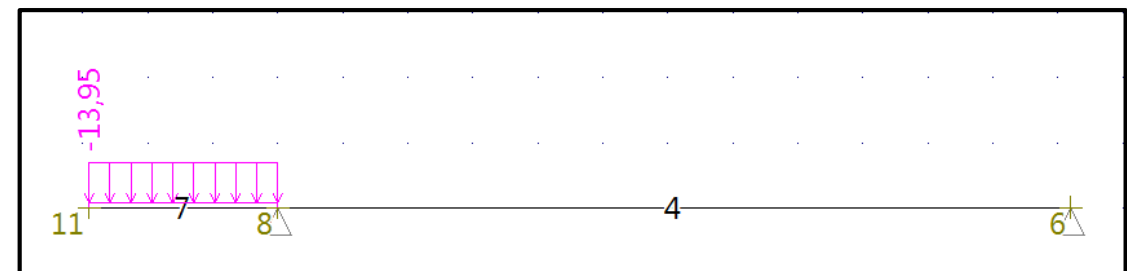
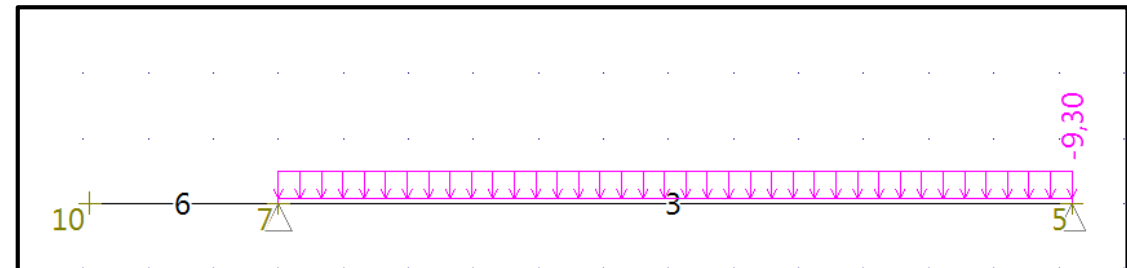
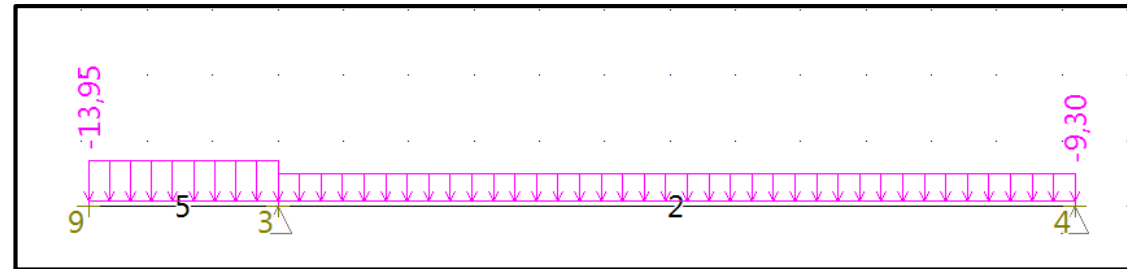


Zatěžovací stavy trámu T1

Stálé zatížení působí vždy všude.



Proměnné zatížení nemusí působit všude.



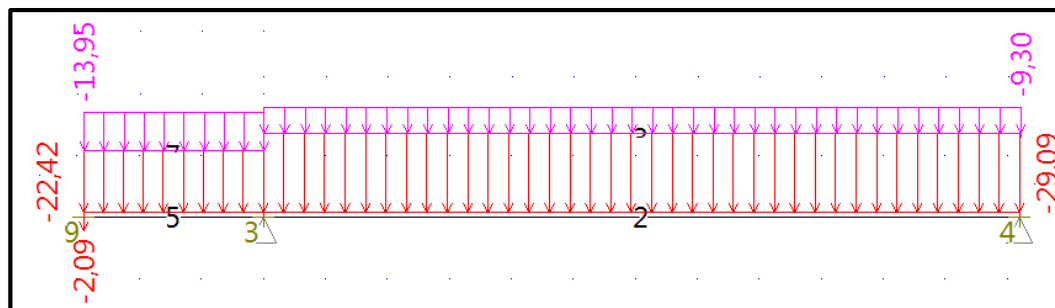
Kombinace zatěžovacích stavů trámu T1

Musíme vyšetřit všechny kombinace zatížení.

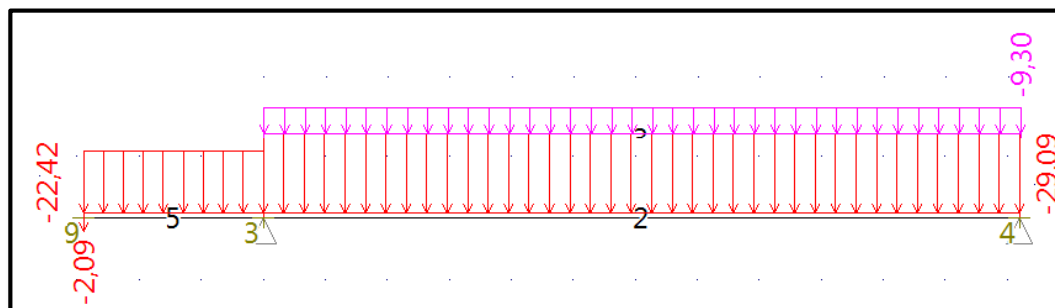
(Protože se nedá obecně říct, která kombinace je nejhorší pro konstrukci – některá kombinace může vytvořit největší moment nad konzolou, zatímco jiná může vytvořit největší moment v poli.)

Kombinace zatěžovacích stavů trámu T1

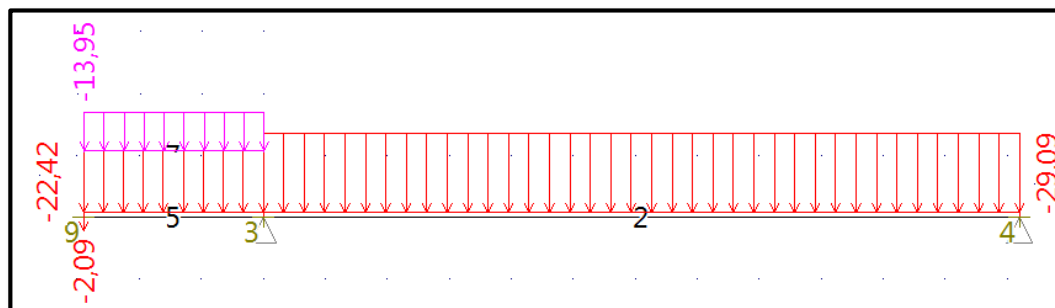
KZS 1



KZS 2

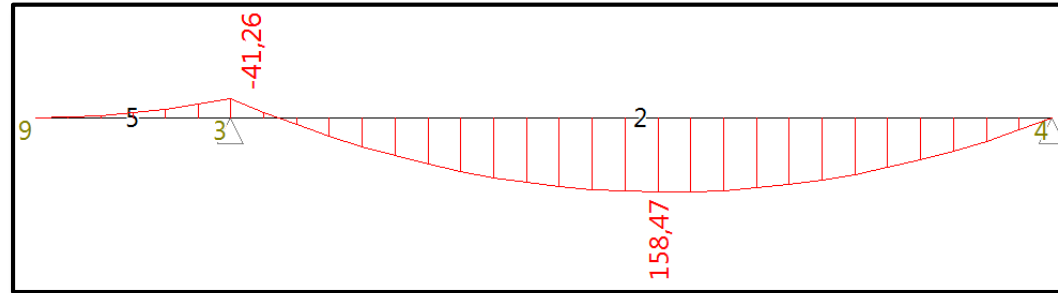


KZS 3

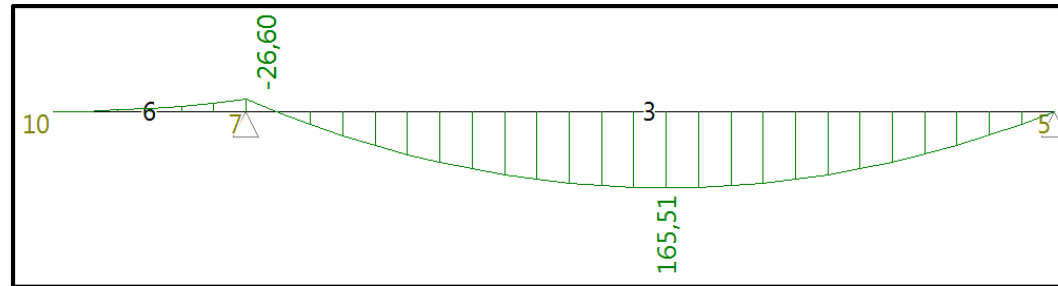


Momenty na trámu T1

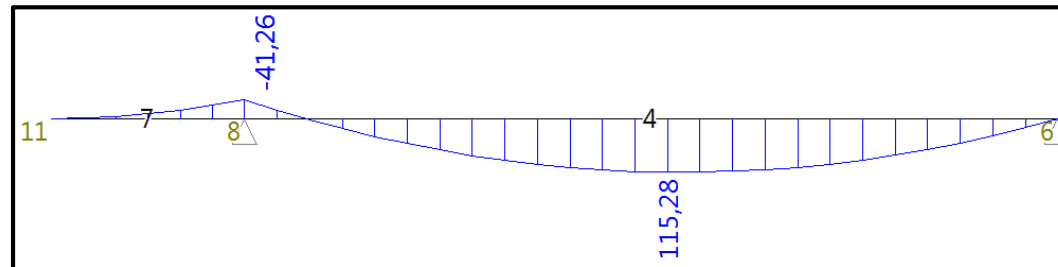
KZS 1



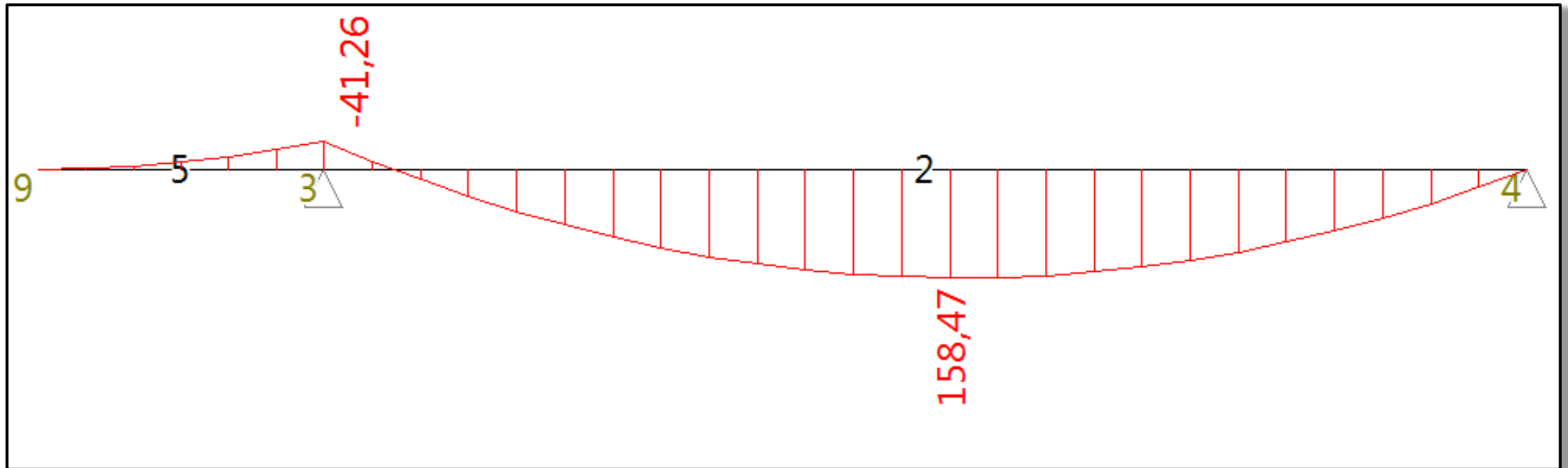
KZS 2



KZS 3

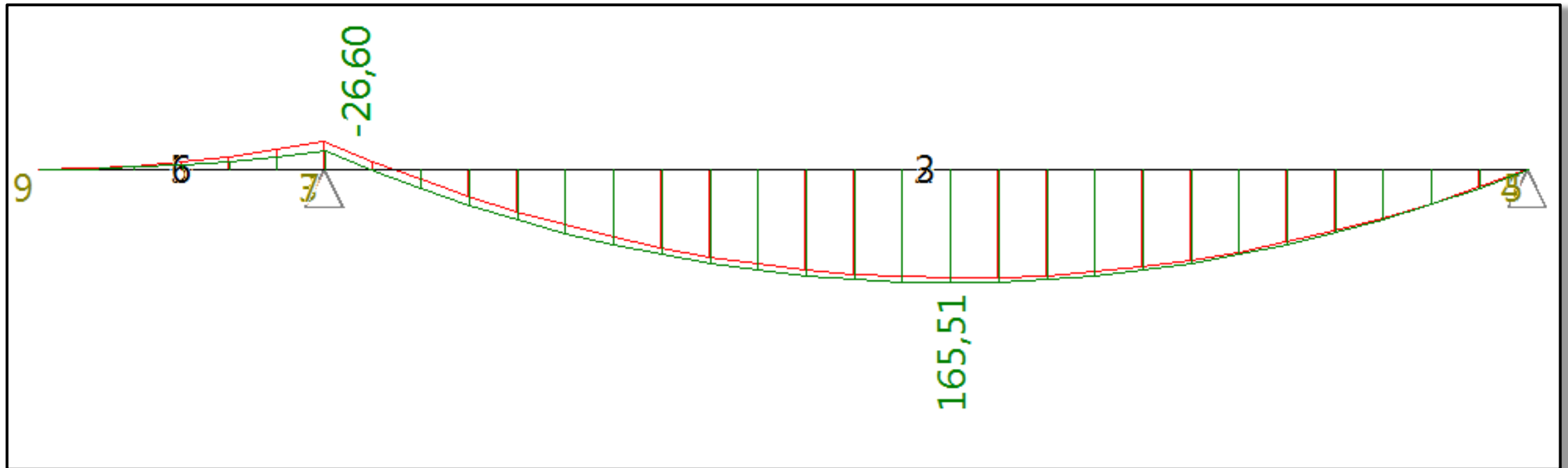


Obálka momentů



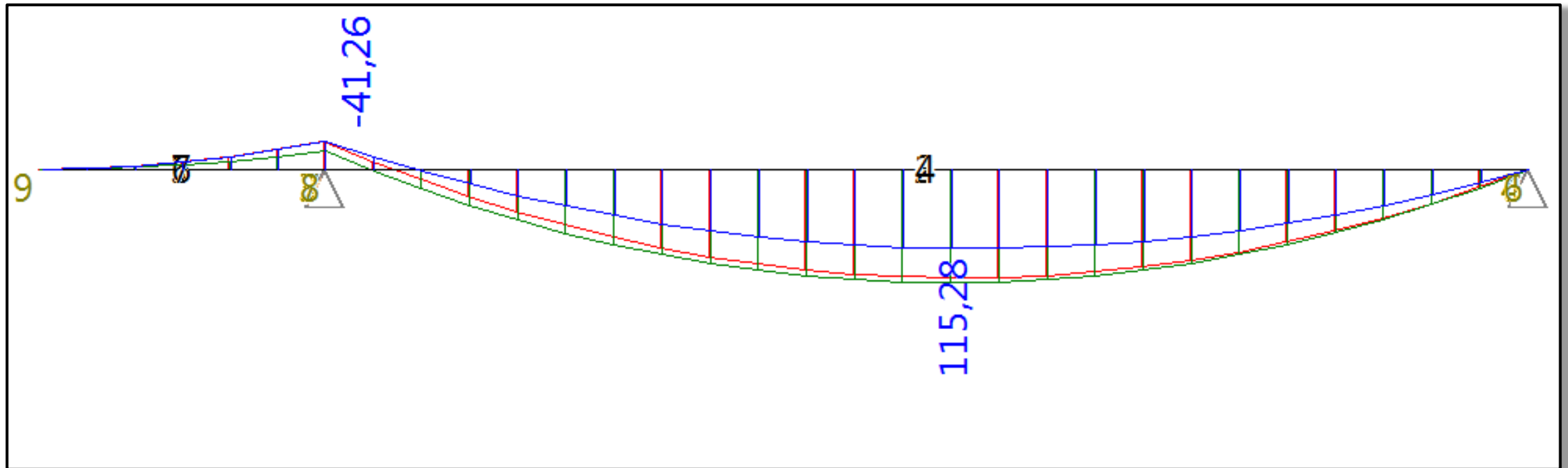
KZS 1

Obálka momentů



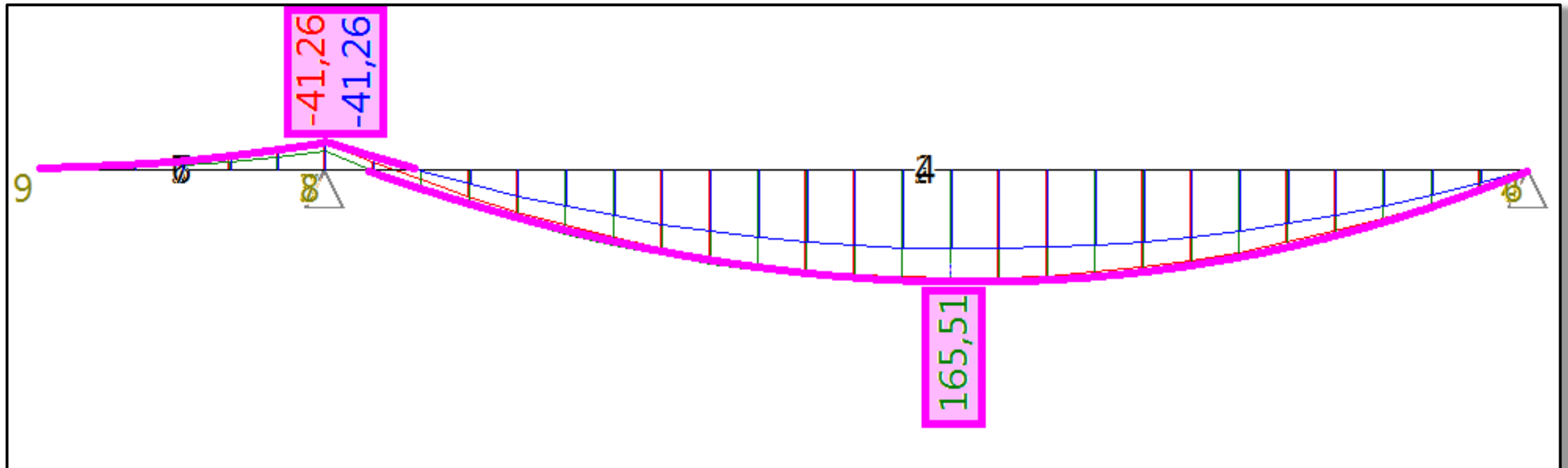
KZS 1 & KZS 2

Obálka momentů



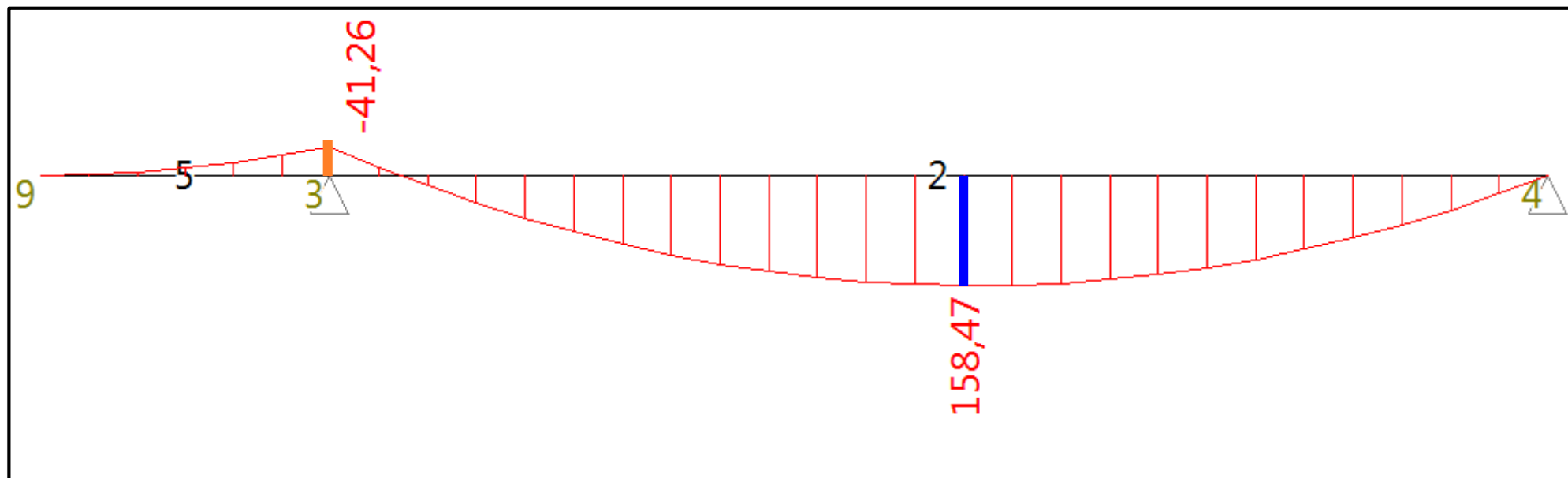
KZS 1 & KZS 2 & KZS 3

Obálka momentů



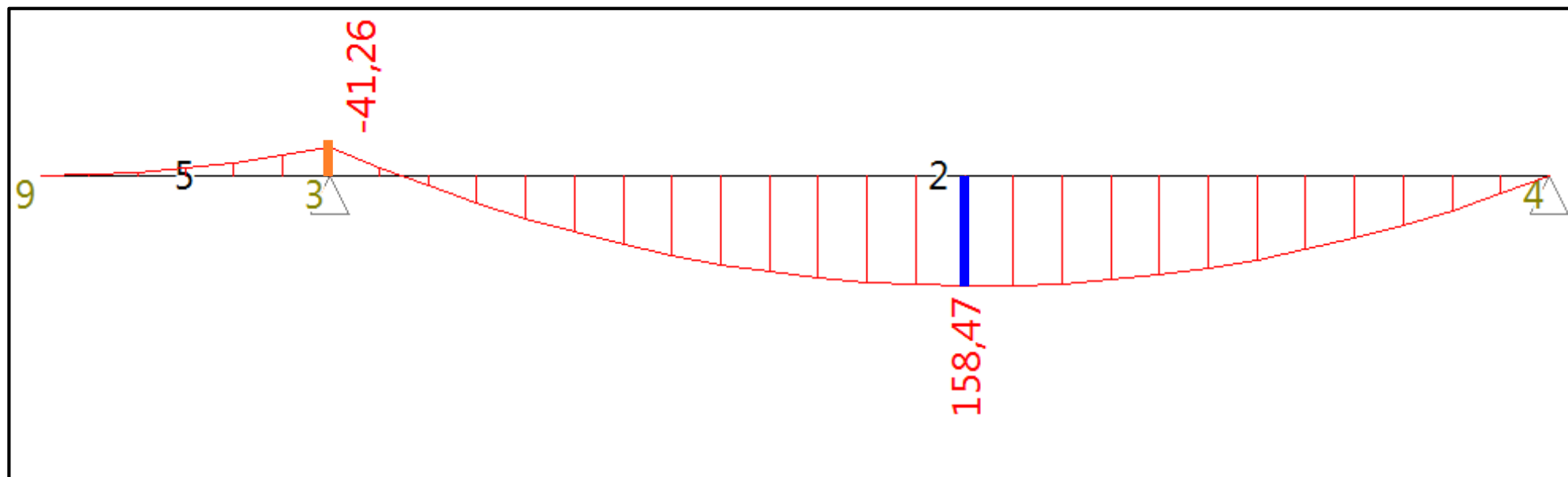
Výpočet momentů na trámu T1

Moment nad podporou a **moment v poli** pro jednotlivé kombinace zatížení můžete vypočítat klasicky z podmínek rovnováhy. (Pro kontrolu můžete použít STRAN nebo FIN 2D.)



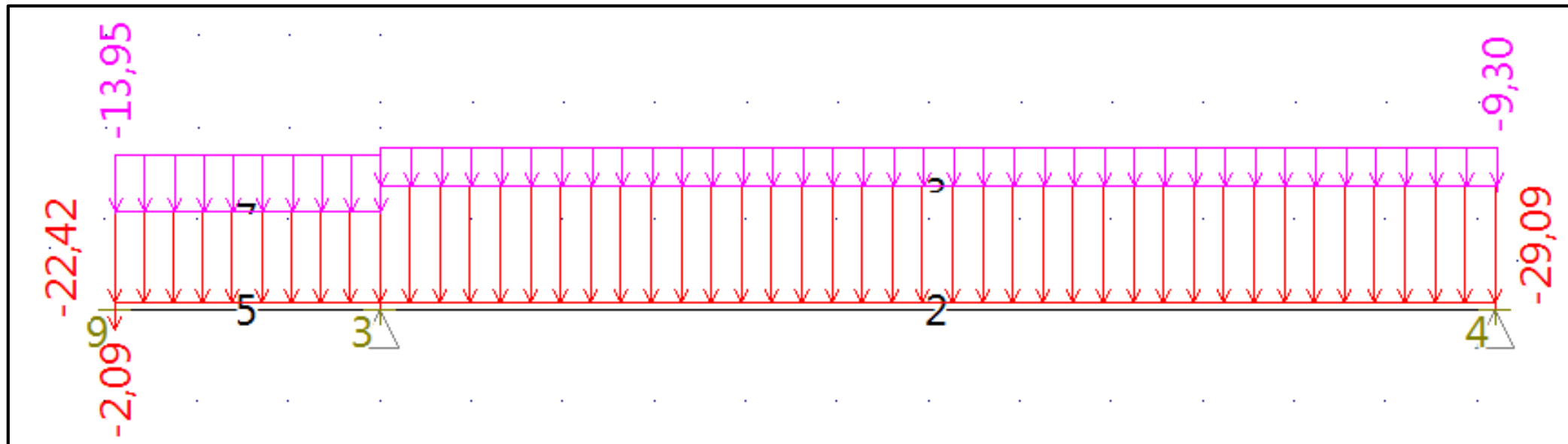
Výpočet momentů na trámu T1

Upozornění: **Maximální moment** v poli je **v místě nulové posouvačky!** (A ne v polovině rozpětí.)



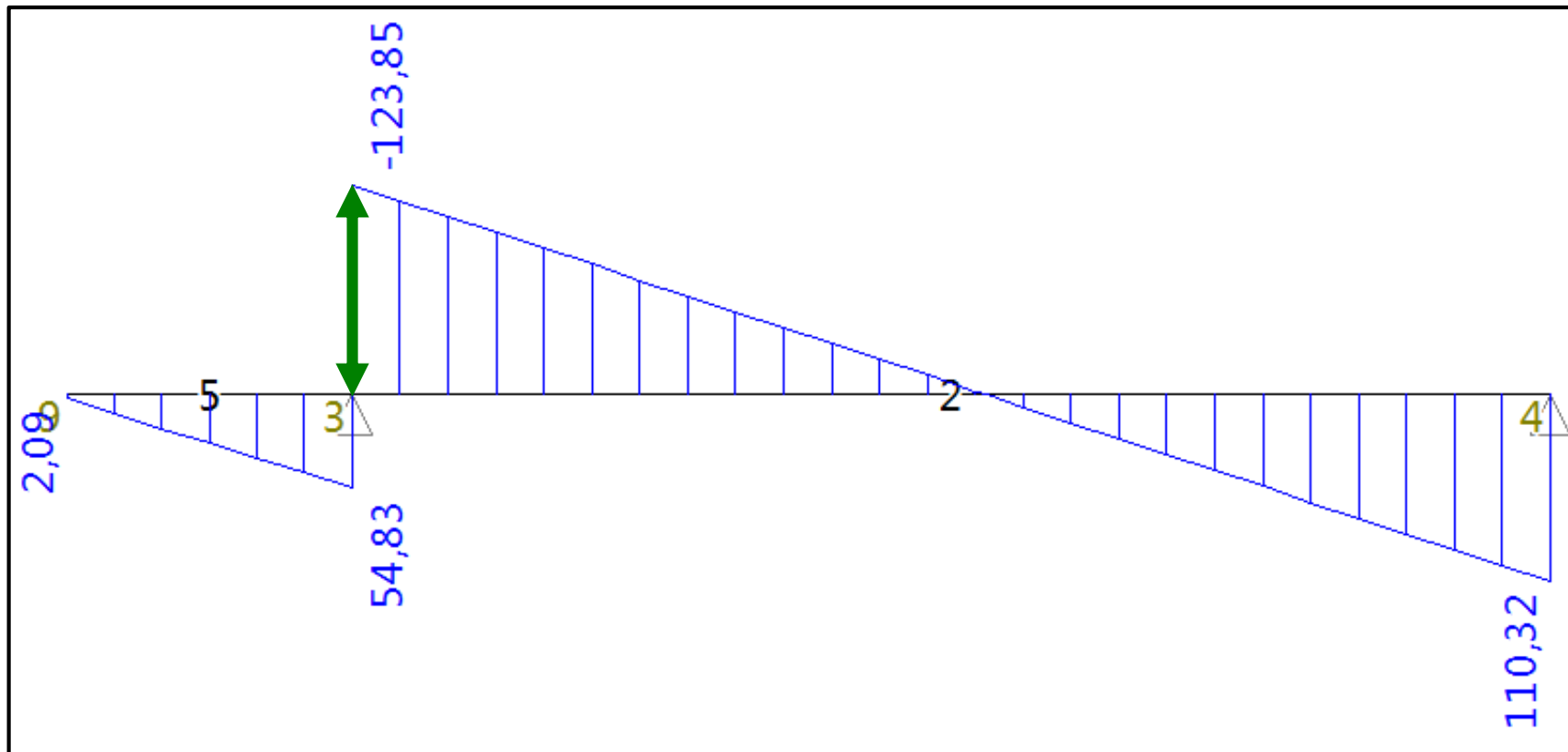
Posouvající síla na trámu T1

Největší posouvající síla vznikne od největšího zatížení. Stačí tedy vypočítat posouvající sílu od kombinace s největším zatížení, tj. KZS 1.



Posouvající síla na trámu T1

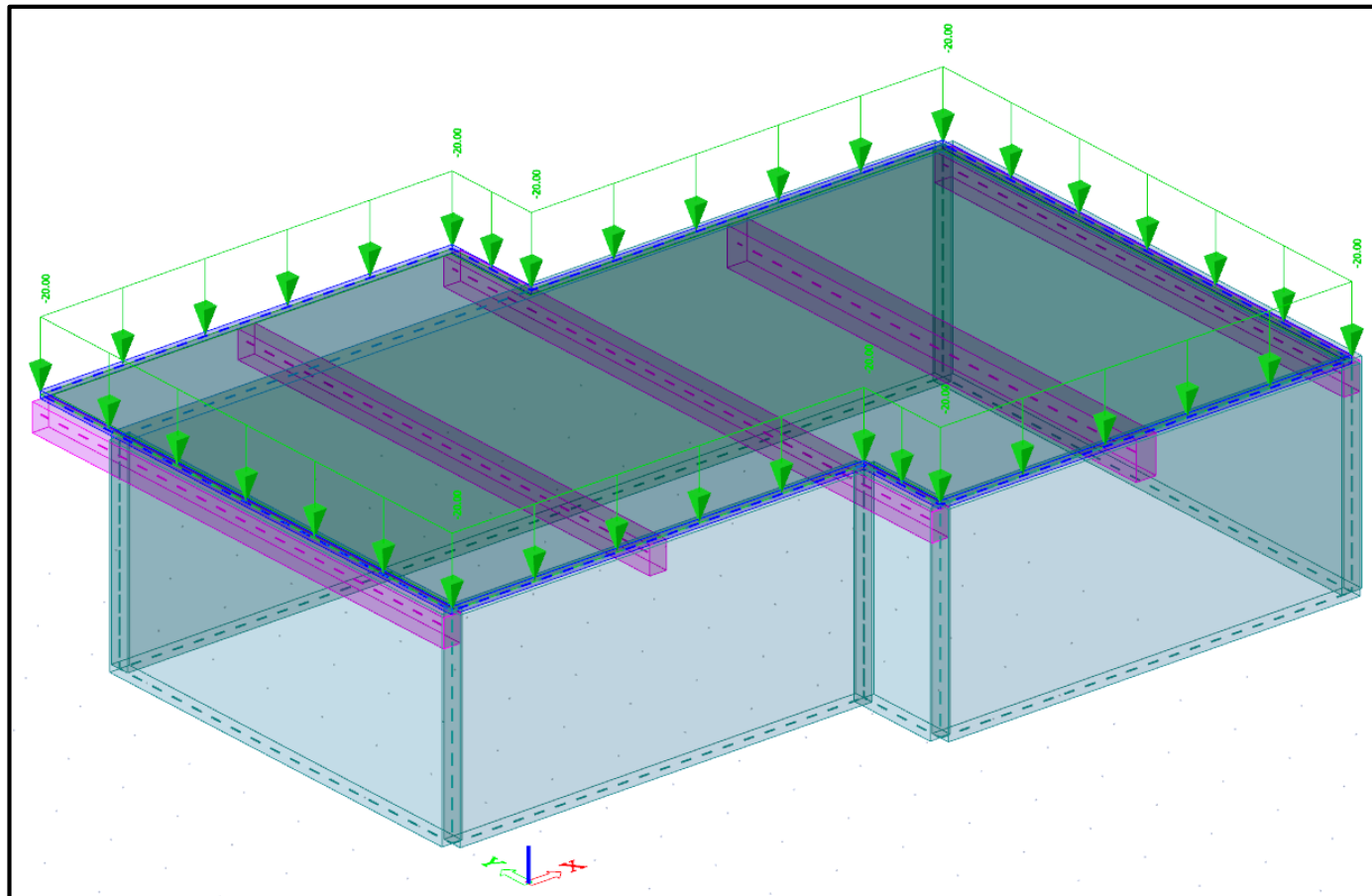
Největší posouvající síla vznikne od největšího zatížení. Stačí tedy vypočítat posouvající sílu od kombinace s největším zatížení, tj. KZS 1.



Stropní deska

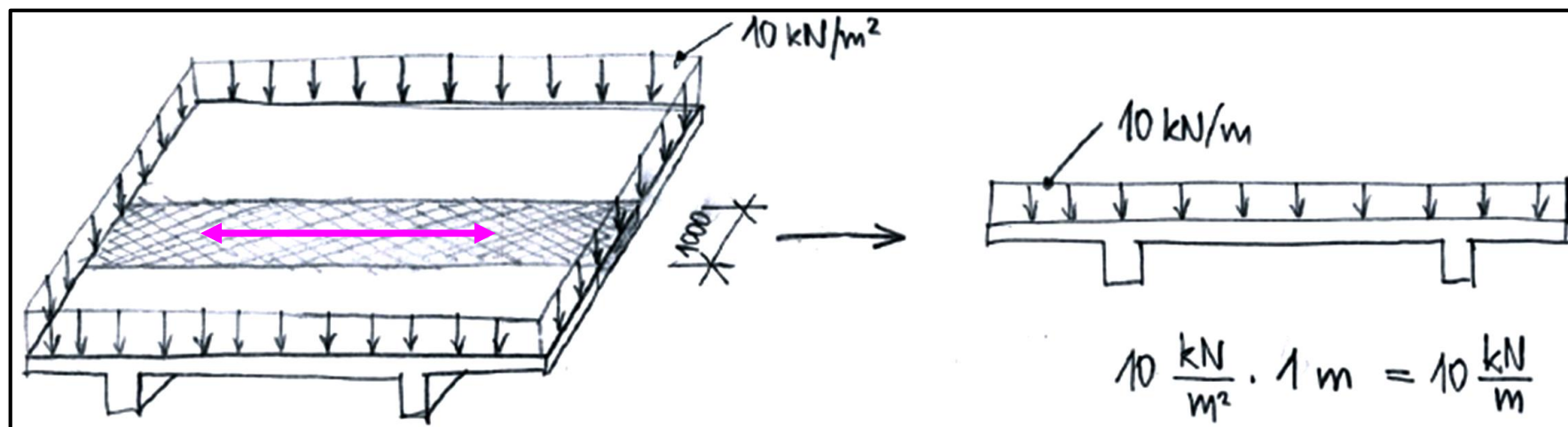
Zatížení stropní desky

Deska je po celé své ploše zatížena rovnoměrným plošným zatížením.



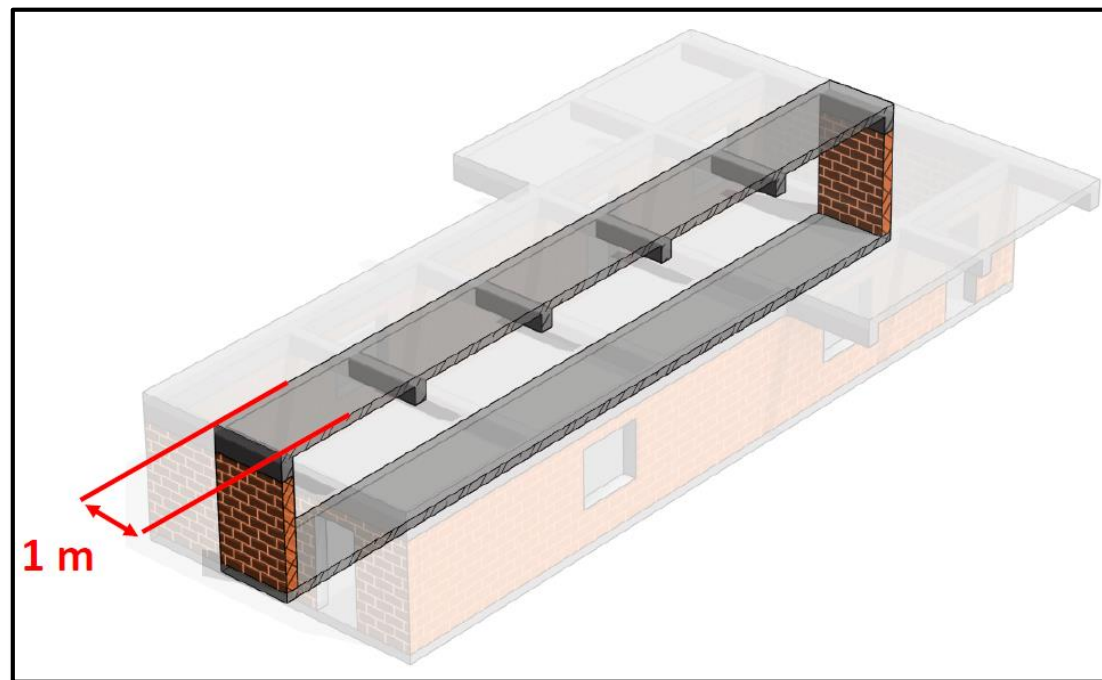
Výsek stropní desky

Vzhledem k tomu, že deska je jednosměrně pnutá mezi trámy, můžeme si pro zjednodušení vybrat jen jeden metr široký výsek desky a řešit zatížení a vnitřní síly na něm.



Výsek stropní desky

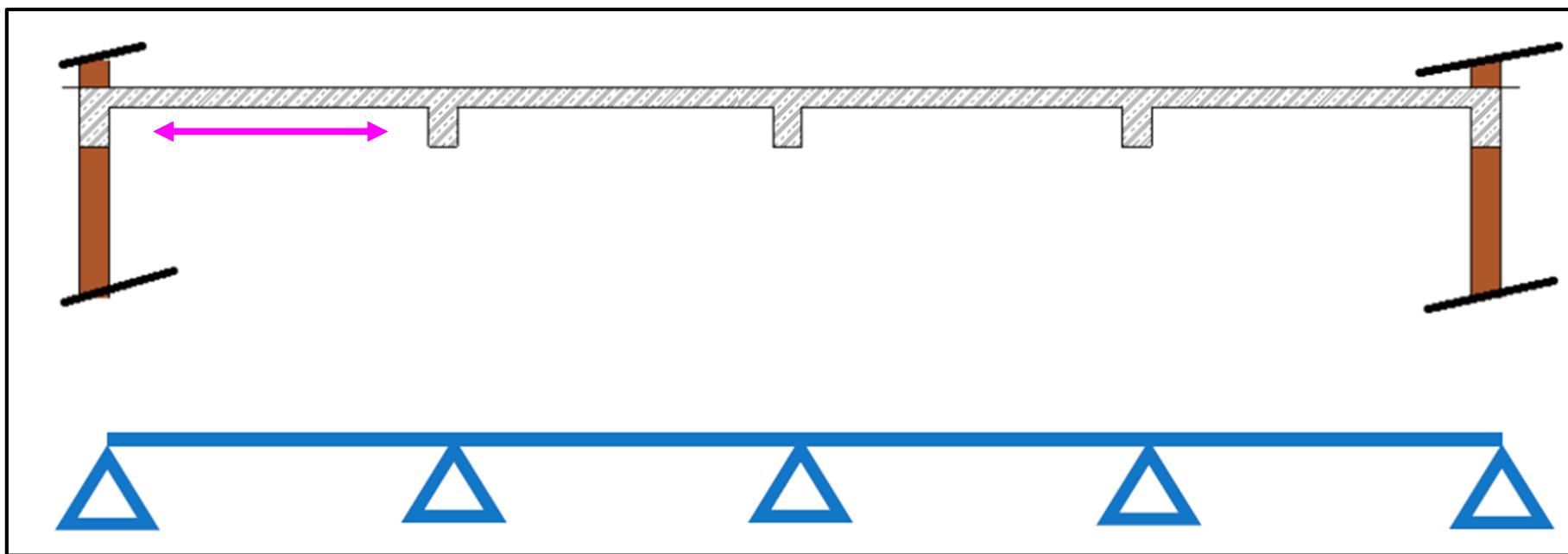
Vnitřní síly na desce a vyztužení desky budeme tedy řešit na daném výseku – takzvaně „na metr šířky desky“*.



*Budeme to vlastně počítat, jako kdyby to byl trám šířky 1000 mm a délky $4L_5$, podepřený příčnými trámy (trám T1, T2 a další).

Statické schéma stropní desky

Deska je příčně **pnutá** mezi zděnými stěnami a trámy. Zděné stěny budeme uvažovat jako kloubové uložení* a trámy jako vnitřní klouby. Statické schéma je tedy **spojitý nosník o 4 polích**.



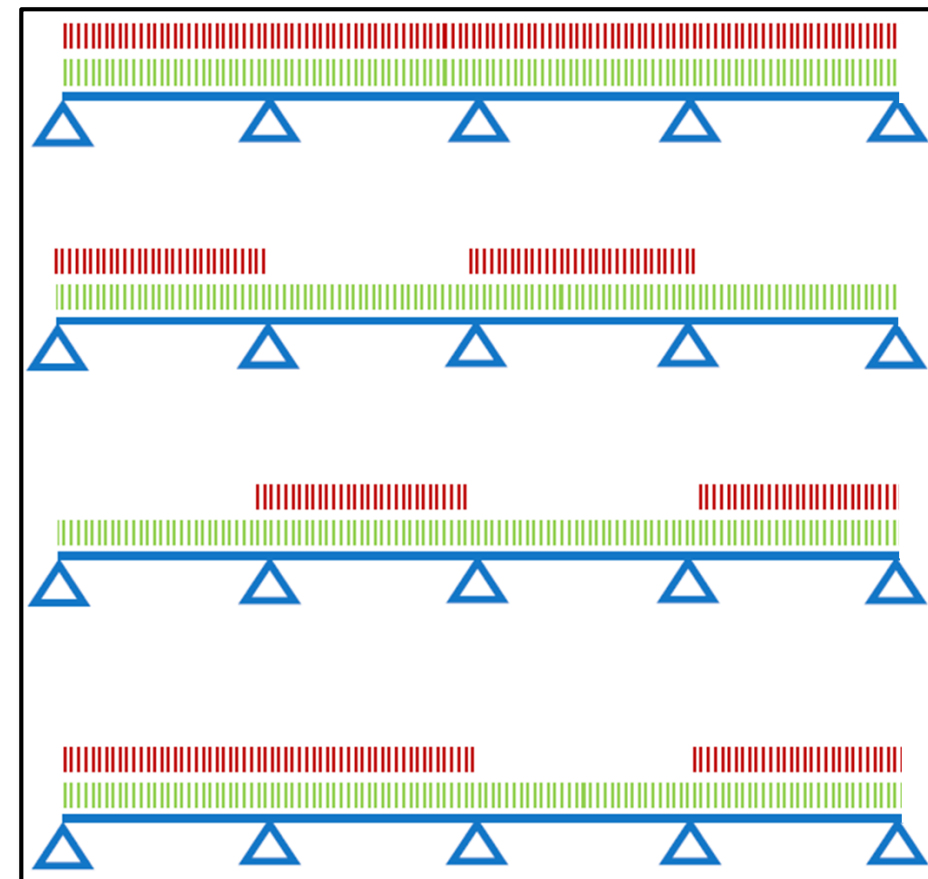
*Protože věnec není tak pevně spojen se zdivem, aby to zdivo mohlo zajistit, že se deska nenatočí při zatížení.

Zatížení stropní desky

Stálé zatížení působí vždy všude, ale **užitné** nemusí působit všude.

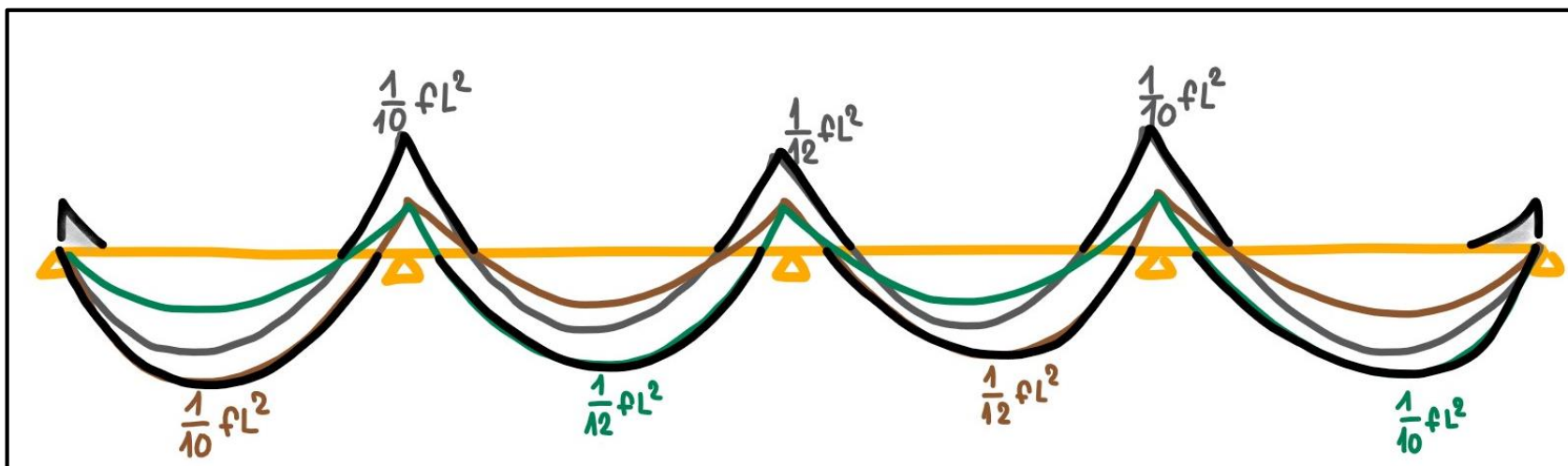
Správný postup je

- 1) Vytvořit možné všechny kombinace zatěžovacích stavů*.
- 2) Pro každou kombinaci určit průběh momentů.
- 3) Udělat obálku momentů (tj. vybrat maximální hodnoty ze všech kombinací).



Momenty na stropní desce

Abychom nemuseli dělat různé zatěžovací stavy, můžeme pro jednoduchost použít vzorce pro empirický odhad hodnot momentů.

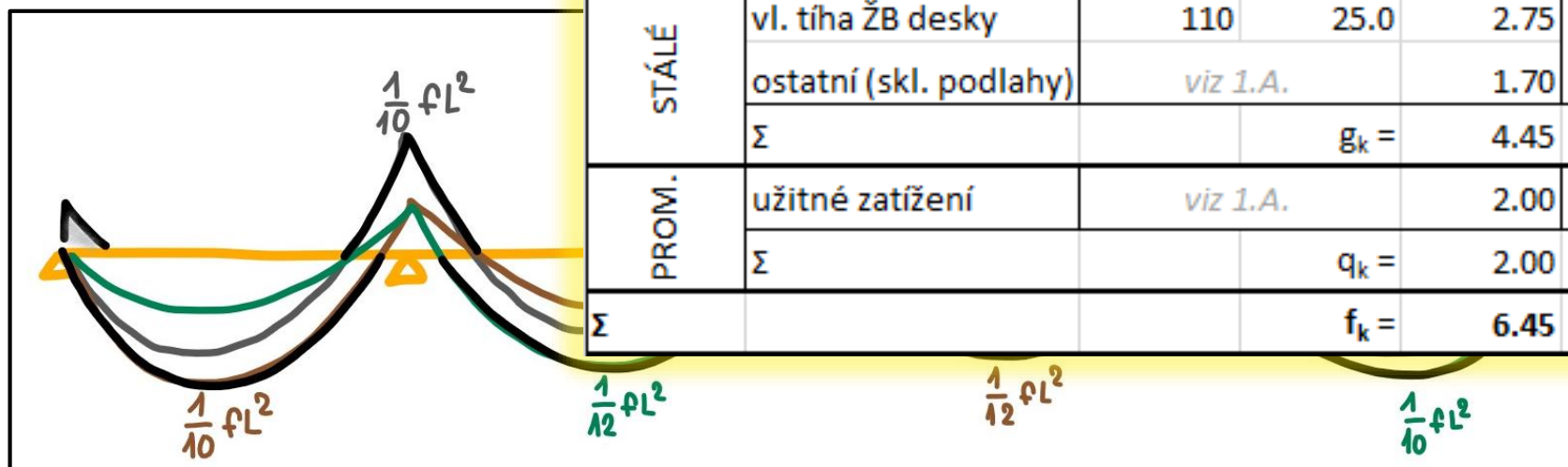


f [kN/m] je liniové zatížení výseku desky*

$$L = L_5$$

Momenty na stropní desce

Abychom nemuseli dělat různé vzorce pro empirický odhad hodnot



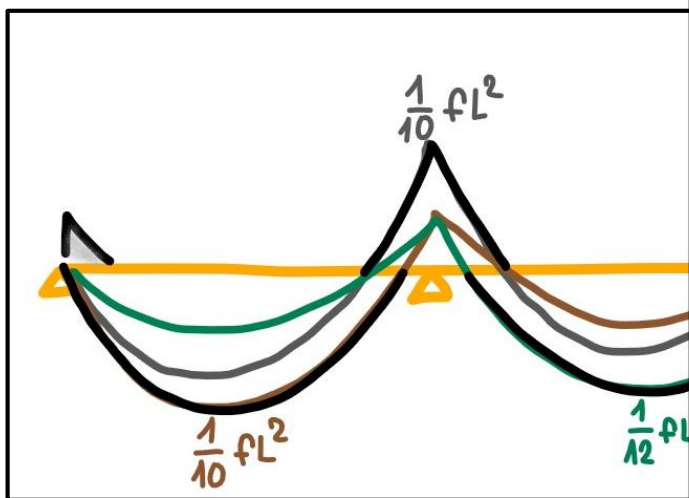
Zatížení stropní desky						
Typ zatížení	Název zatížení	h	γ	f _{pl,k}	γ	f _{pl,d}
		mm	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
STÁLÉ	vl. tíha ŽB desky	110	25.0	2.75	1.35	3.71
	ostatní (skl. podlahy)	viz 1.A.		1.70		2.30
	Σ		g _k =	4.45	g _d =	6.01
PROM.	užitné zatížení	viz 1.A.		2.00	1.5	3.00
	Σ		q _k =	2.00	q _d =	3.00
	Σ		f _k =	6.45	f _d =	9.01

f [kN/m] je liniové zatížení výseku desky*

$$L = L_5$$

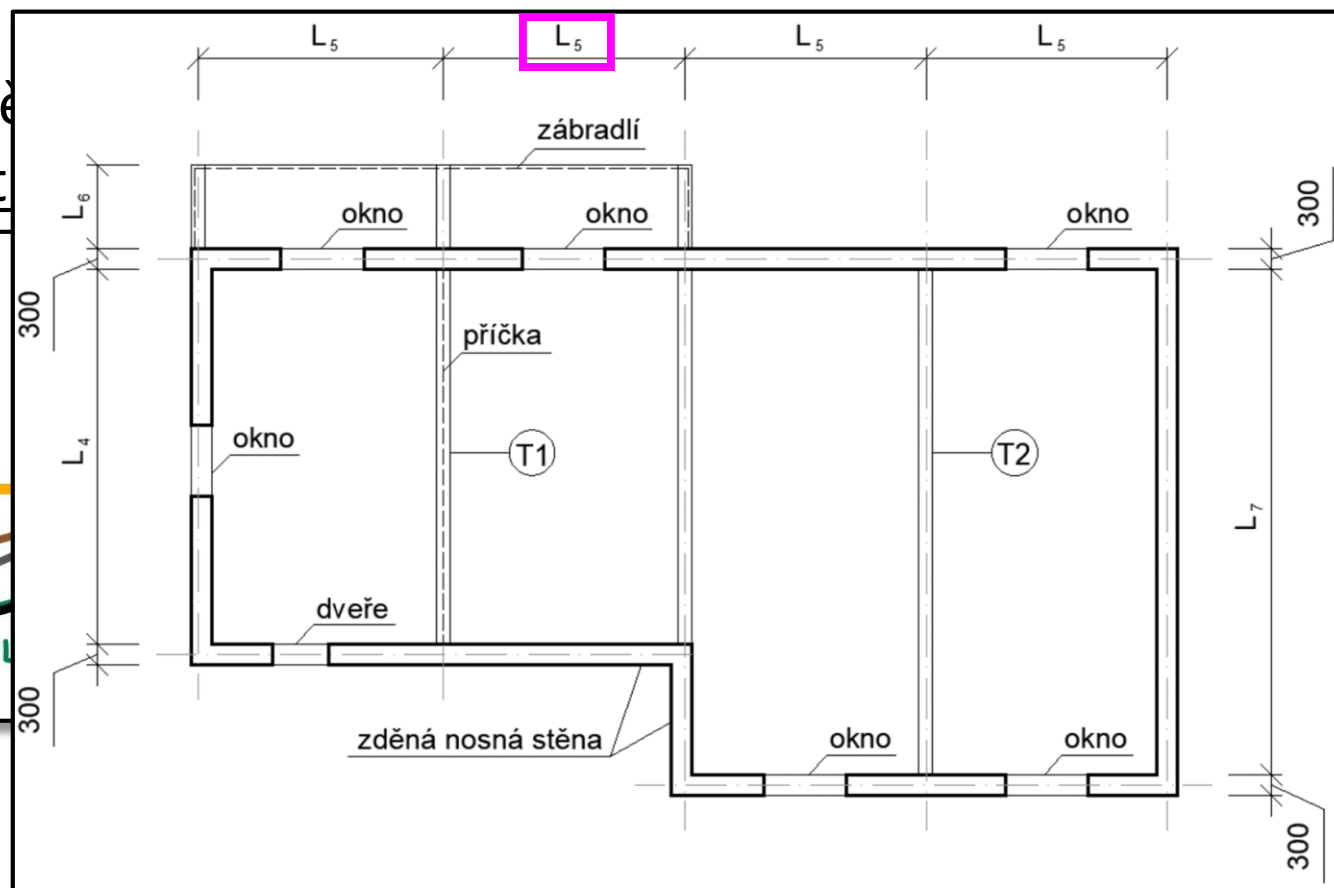
Momenty na stropní desce

Abychom nemuseli dělat různé zatížení, použijeme empirický odhad hodnot



f [kN/m] je liniové zatížení výseku

$$L = L_5$$



Momenty na stropní desce

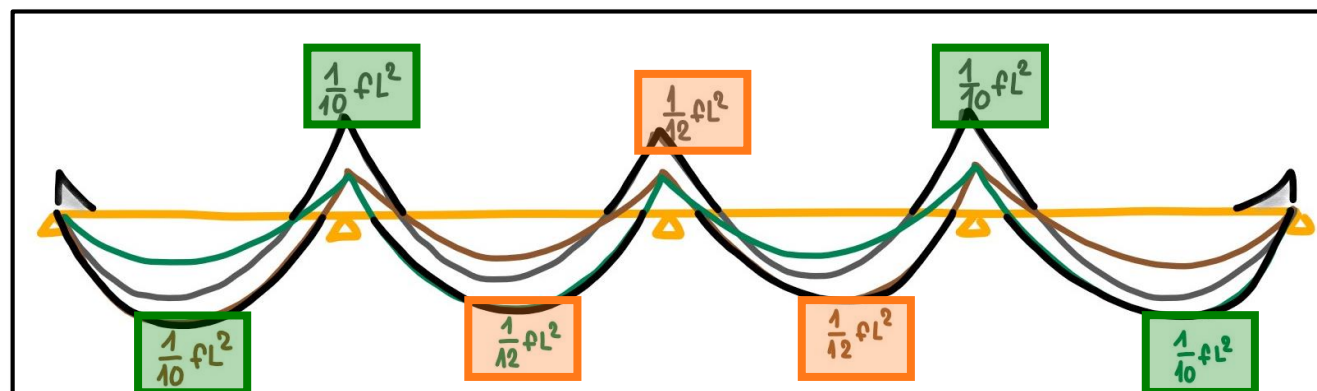
Abychom nemuseli dělat různé zatěžovací stavy, můžeme pro jednoduchost použít vzorce pro empirický odhad hodnot momentů.

V krajním poli a nad první vnitřní podporou tedy budeme uvažovat moment:

$$M_{Ed} = \pm \frac{1}{10} fL^2$$

Ve vnitřních polích a nad dalšími vnitřními podporami budeme uvažovat moment:

$$M_{Ed} = \pm \frac{1}{12} fL^2$$



díky za pozornost

Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi, Romanu Chylíkovi a Hance Schreiberové** za časté konzultace při vypracovávání prezentace a **Stáňovi Zažirejovi** za poskytnutí vizualizací a obrázků.

Děkuji **Janě Kovandové** za cenné podněty k doplnění prezentace.

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

Děkuji také všem, kteří si prezentaci pročetli až do konce, a [v neposlední řadě, děkuji divákům v poslední řadě.](#)