

NNKB – 4. cvičení

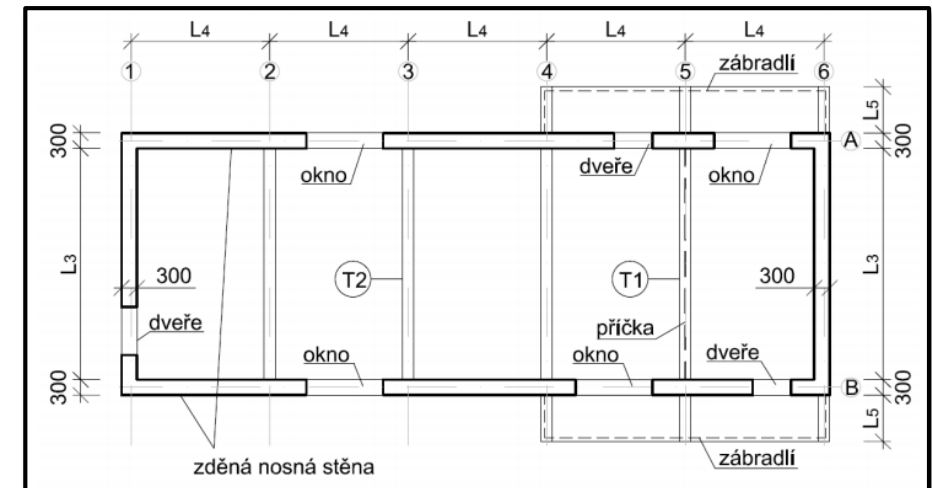
Úloha č. 2: Železobetonová stropní konstrukce – výpočet vnitřních sil na desce a trámech

Autor: Jakub Holan

Poslední aktualizace: 28.2.2020 16:00

Zadání Úlohy 2

- 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 + výkres výztuže desky
- návrh a posouzení výztuže trámů + výkresy výztuže trámů
- výkres tvaru



Výpočet vnitřních sil na desce a trámech

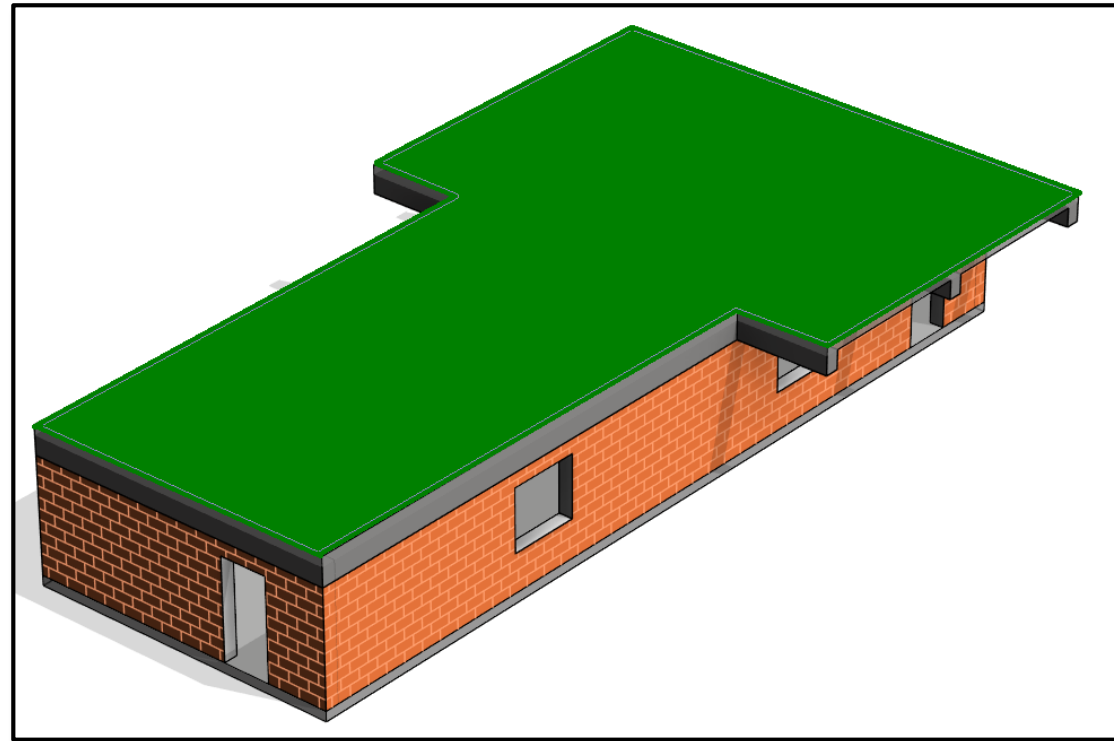
Výpočet vnitřních sil

- Deska – schéma zatížení a vnitřní síly (moment)
- Trám T1 – schéma zatížení a vnitřní síly (moment a posouvající síla)
- Trám T2 – schéma zatížení a vnitřní síly (moment a posouvající síla)

Stropní deska

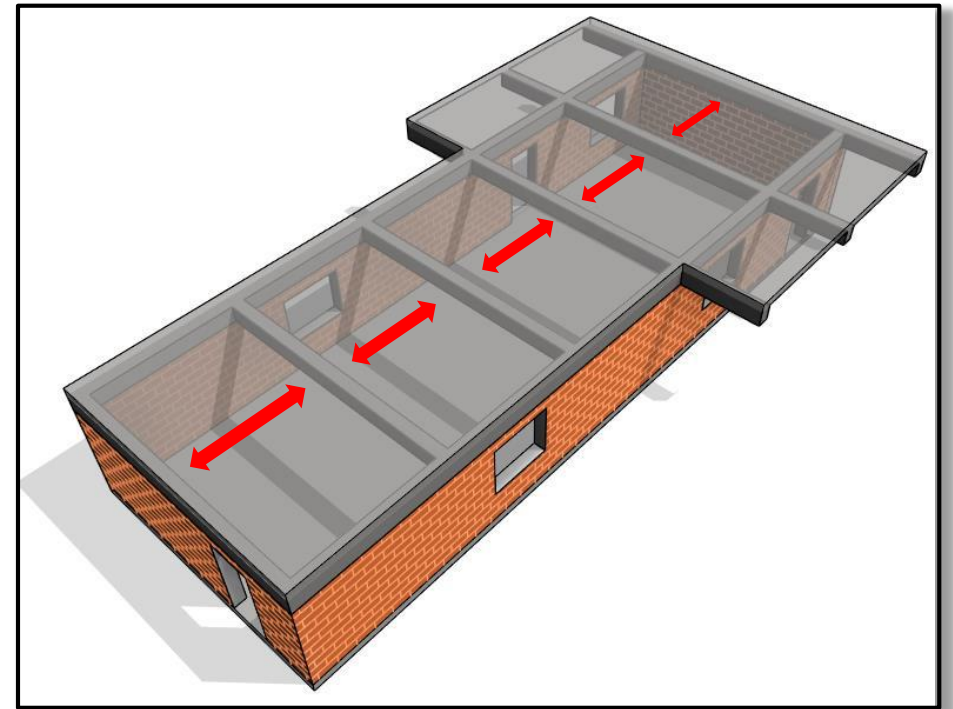
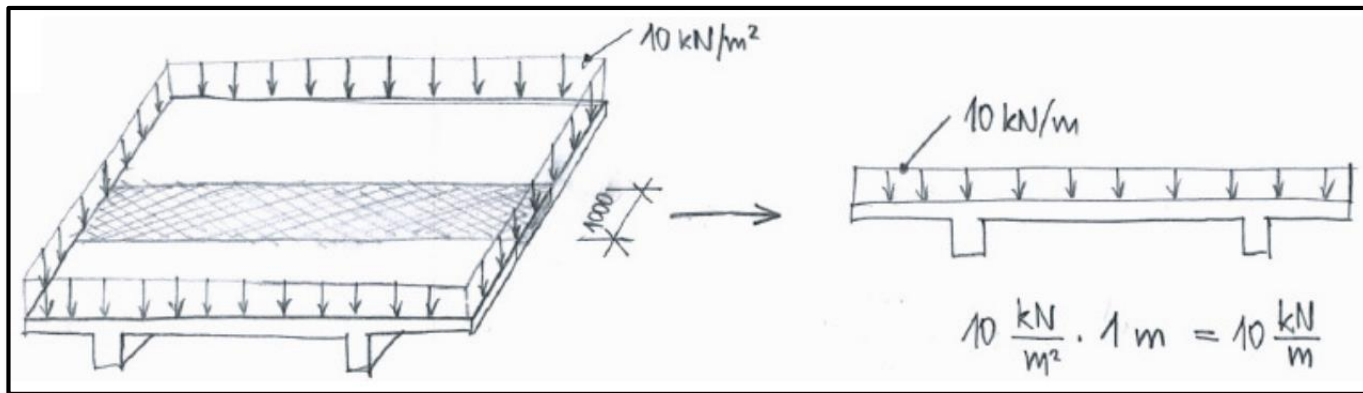
Zatížení stropní desky

Deska je po celé své ploše zatížena rovnoměrným plošným zatížením.



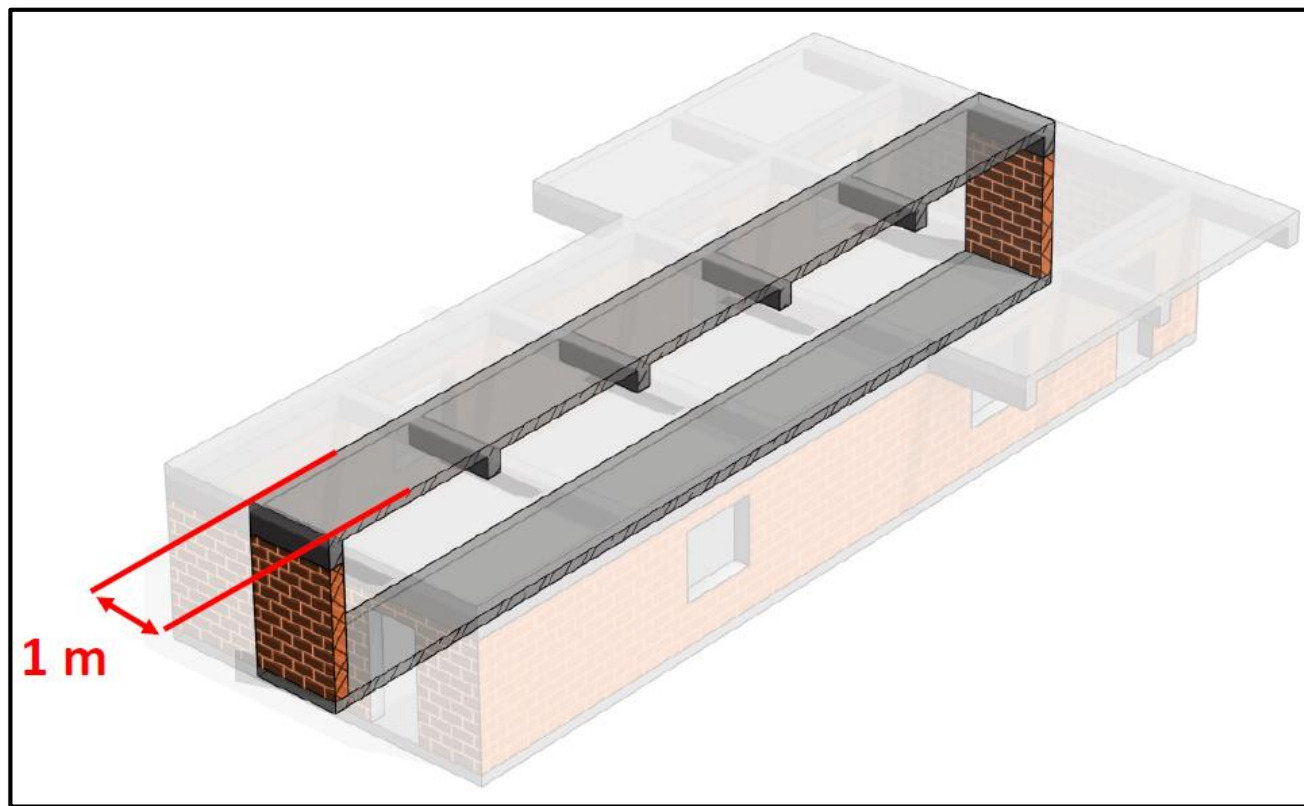
Výsek stropní desky

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

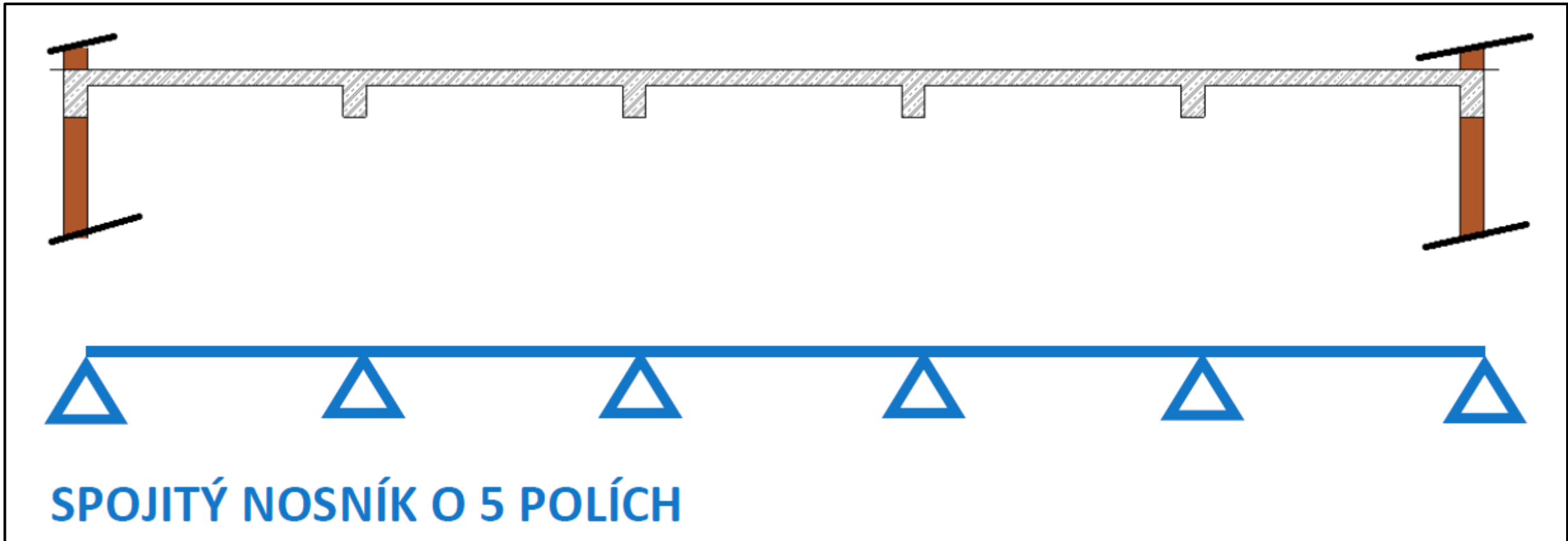


Výsek stropní desky

Vnitřní síly na desce a **vyztužení desky** **budeme tedy řešit** na daném výseku – takzvaně **„na metr šířky desky“**. (Budeme počítat jako kdyby to byl trám šířky 1000 mm.)



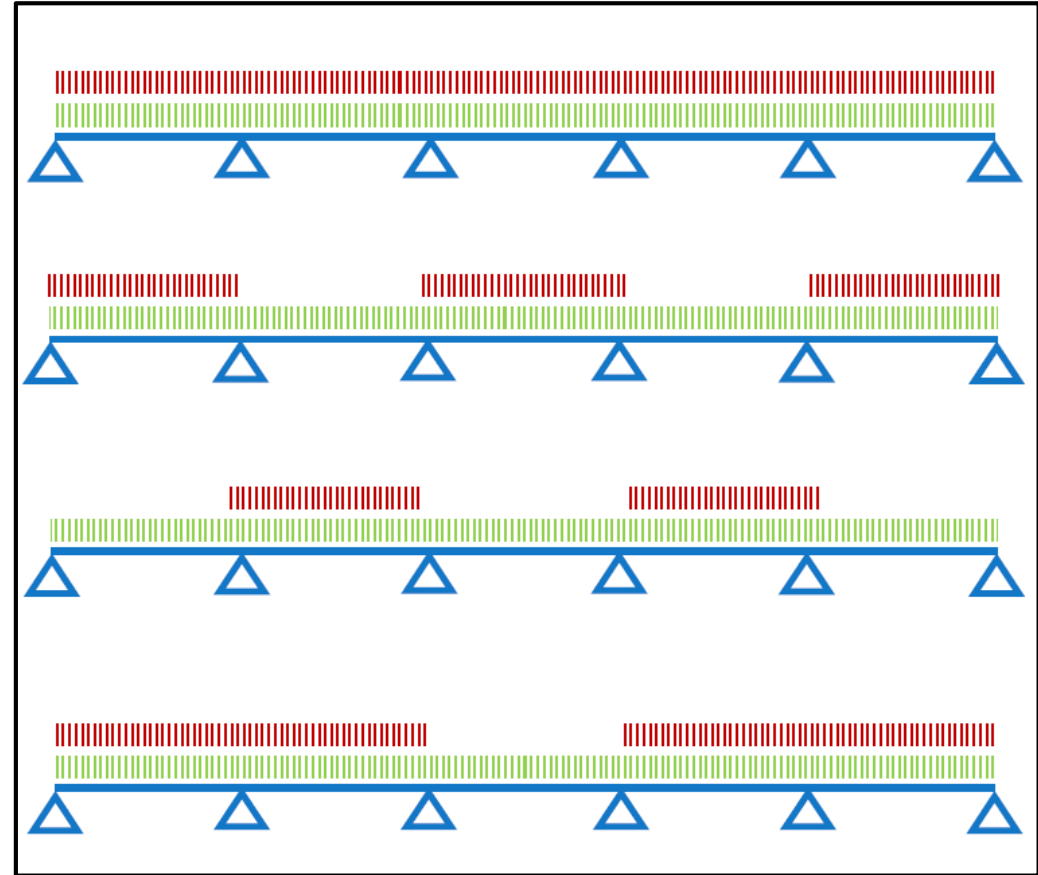
Statické schéma stropní desky



Zatížení stropní desky

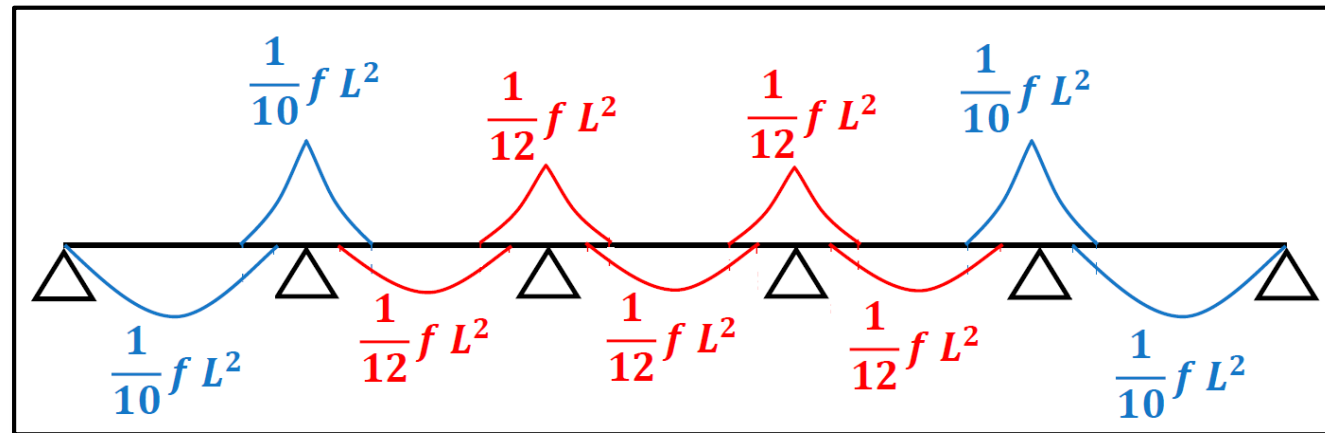
Stálé zatížení působí všude, ale **užitné** nemusí působit všude.

Správný postup je vytvořit všechny kombinace zatěžovacích stavů (různé kombinace zatížení), pro každou kombinaci určit průběh momentů a následně udělat obálku momentů (tj. vybrat maximální hodnoty ze všech kombinací).



Momenty na stropní desce

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

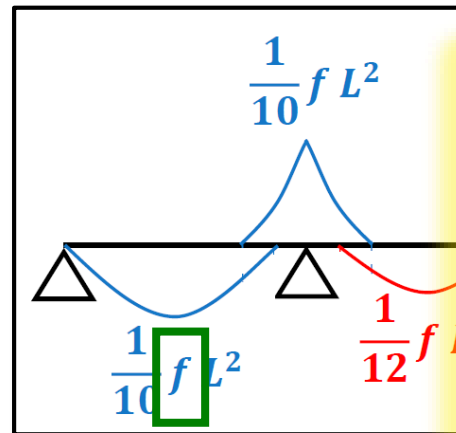


f [kN/m] je liniové zatížení výseku desky, což je stejná hodnota jako plošné zatížení desky f_{pl} [kN/m²]. ($f = f_{pl} \cdot 1 \text{ m}$)

$$l = L_4$$

Momenty na stropní desce

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

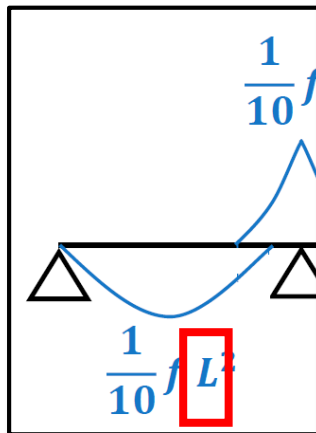


f [kN/m] je liniové zatížení
 plošné zatížení desky f_{pl} [kN/m²]
 $l = L_4$

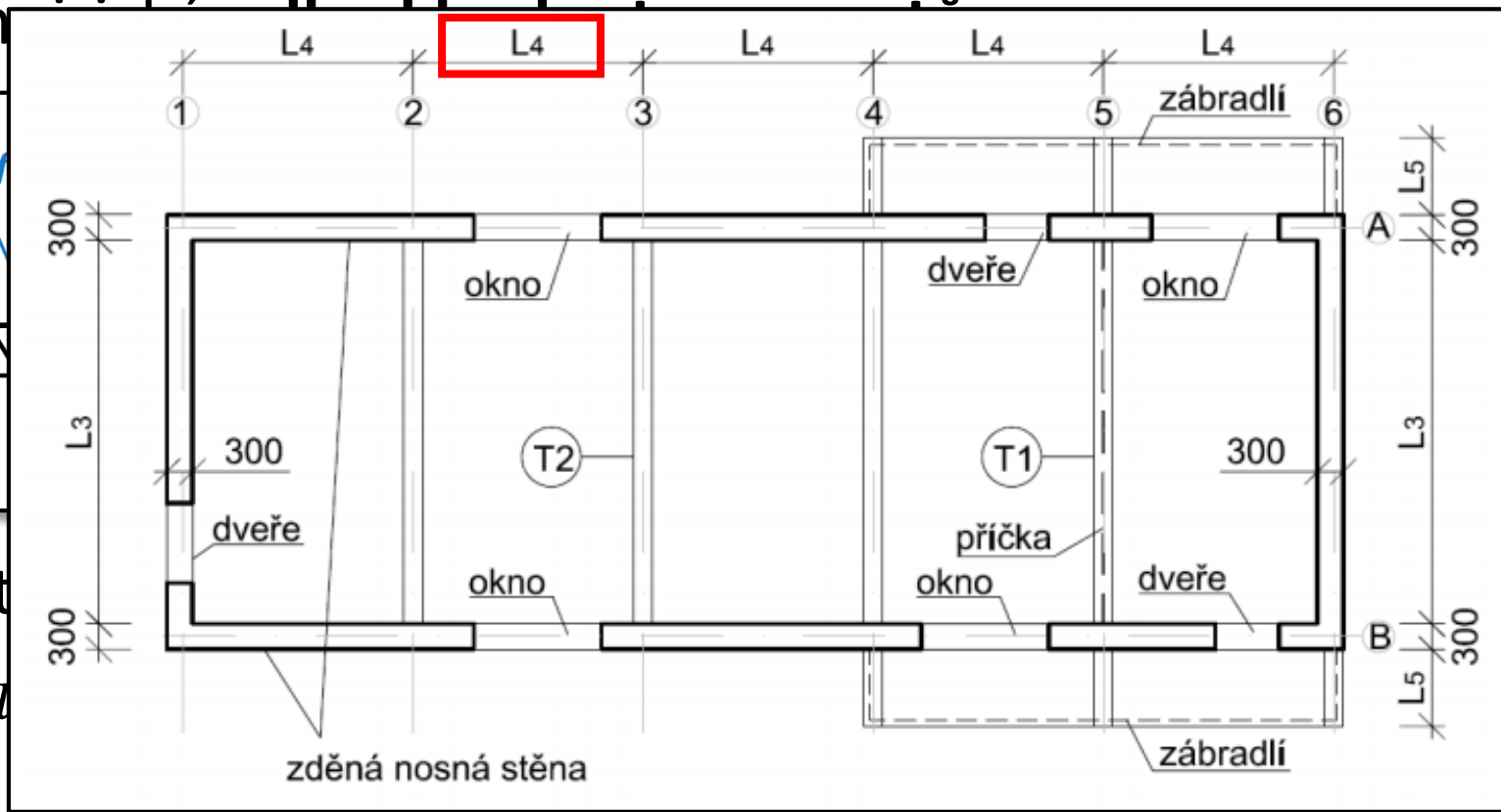
Zatížení stropní desky						
Typ zatížení	Název zatížení	h	γ	$f_{pl,k}$	γ	$f_{pl,d}$
		mm	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
STÁLÉ	vl. tíha ŽB desky	110	25.0	2.75		3.71
	ostatní (skl. podlahy)	viz 1.A.		1.80	1.35	2.43
	Σ		$g_k =$	4.55	$g_d =$	6.14
PROM.	užitné zatížení	viz 1.A.		3.00	1.5	4.50
	Σ		$q_k =$	3.00	$q_d =$	4.50
Σ			$f_k =$	7.55	$f_d =$	10.64

Momenty na stropní desce

Abychom nemuseli dělat různé zatěžovací stavy, můžeme pro jednoduchost použít em



f [kN/m] je liniové zat
plošné zatížení desky f_{pt}
 $l = L_4$



Momenty na stropní desce

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

V krajním poli a nad první vnitřní podporou:

$$M_{Ed} = \frac{1}{10} f l^2$$

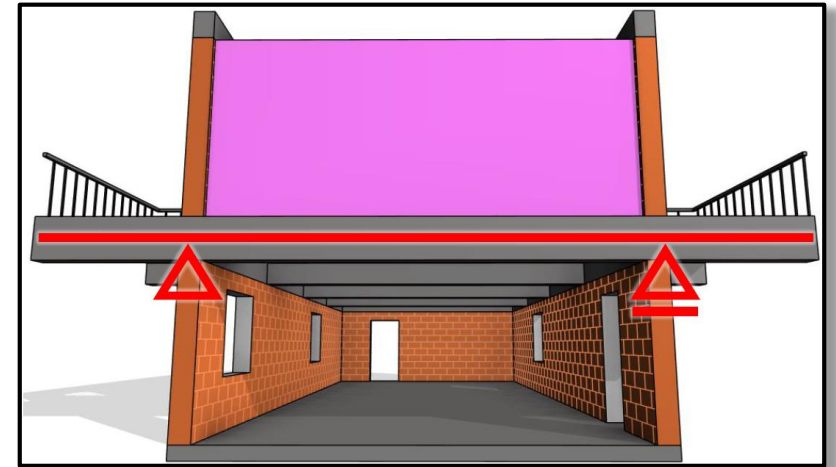
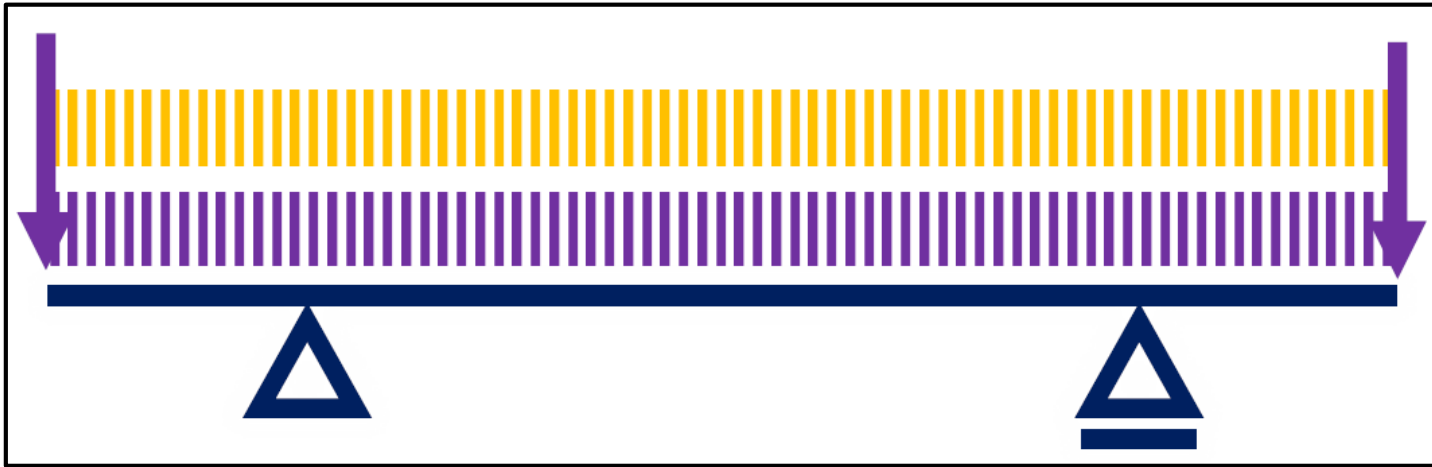
Ve vnitřních polích a nad dalšími vnitřními podporami:

$$M_{Ed} = \frac{1}{12} f l^2$$

Trám T1

Zatížení trámu T1

Na trám působí stálé a proměnné zatížení.

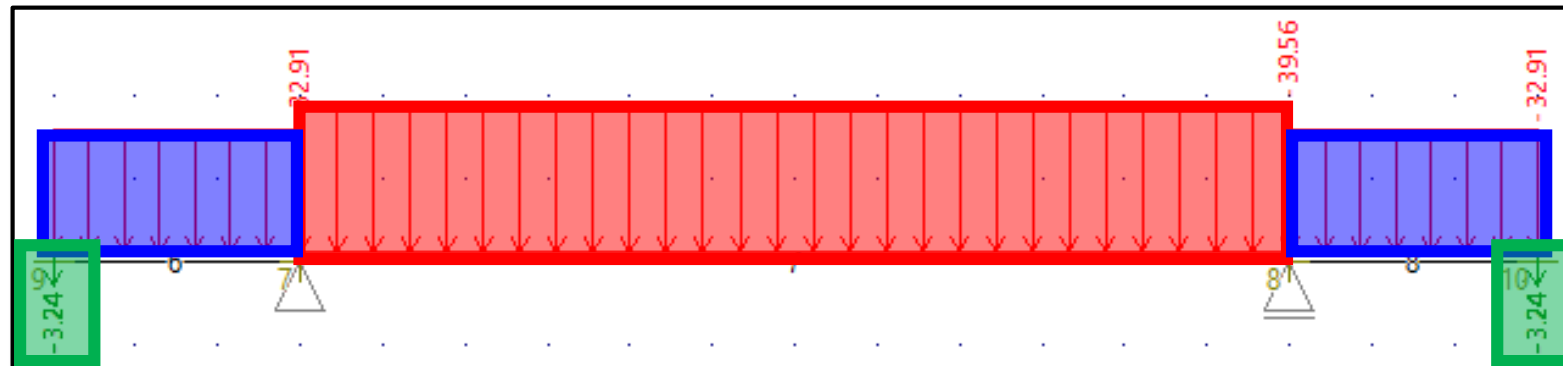


Stálé zatížení trámu T1

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m ³	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	0.3·(0.61-0.11)·25		3.75	1.35	5.06
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04
	příčka	1.28	2.39	3.06		4.13
	Σ		$g_k =$	20.91		$g_d =$ 28.23
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95
Σ			$f_k =$	30.21		$f_d =$ 42.18

Zatížení trámu T1 na konzolách						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m ³	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	0.3·(0.61-0.11)·25		3.75	1.35	5.06
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04
	Σ		$g_k =$	17.86		$g_d =$ 24.10
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95
Σ			$f_k =$	27.16		$f_d =$ 38.05

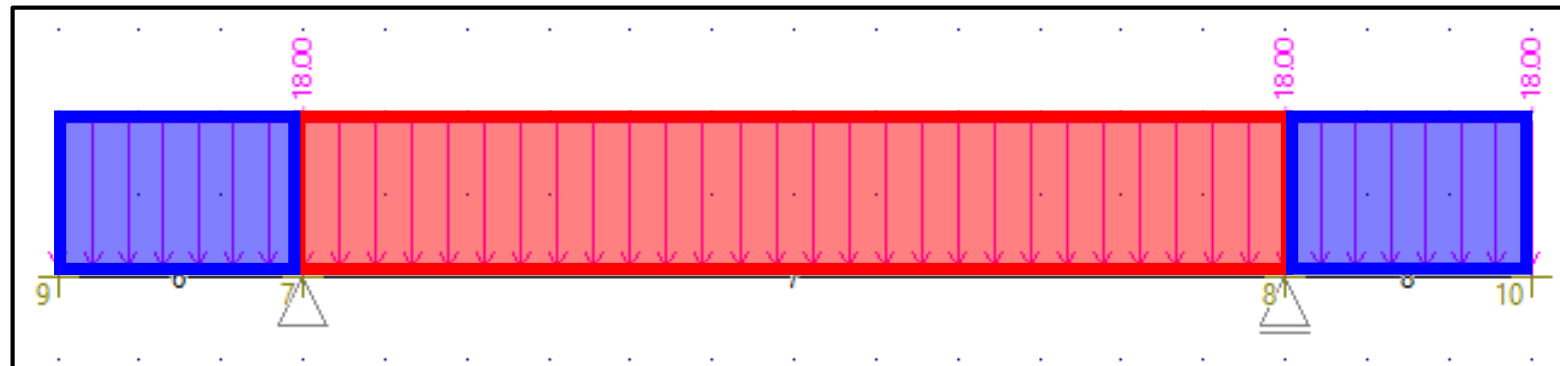
$$F_d = 1.35 \cdot \frac{60}{100} \cdot L_4 = 2.51 \text{ kN}$$



Proměnné zatížení trámu T1

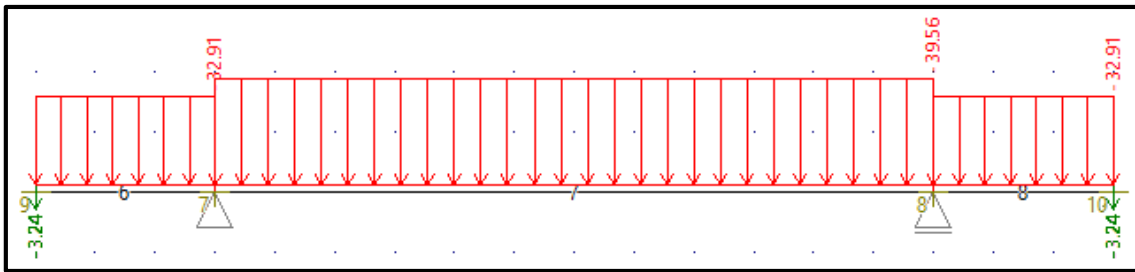
Zatížení trámu T1 v poli							
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$	
		kN/m^3	m	kN/m		kN/m	
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		3.75	1.35	5.06	
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04	
	příčka	1.28	2.39	3.06		4.13	
	Σ		$g_k =$	20.91		$g_d =$	28.23
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95	
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95	
Σ			$f_k =$	30.21		$f_d =$	42.18

Zatížení trámu T1 na konzolách							
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$	
		kN/m^3	m	kN/m		kN/m	
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		3.75	1.35	5.06	
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04	
	Σ		$g_k =$	17.86		$g_d =$	24.10
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95	
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95	
Σ			$f_k =$	27.16		$f_d =$	38.05

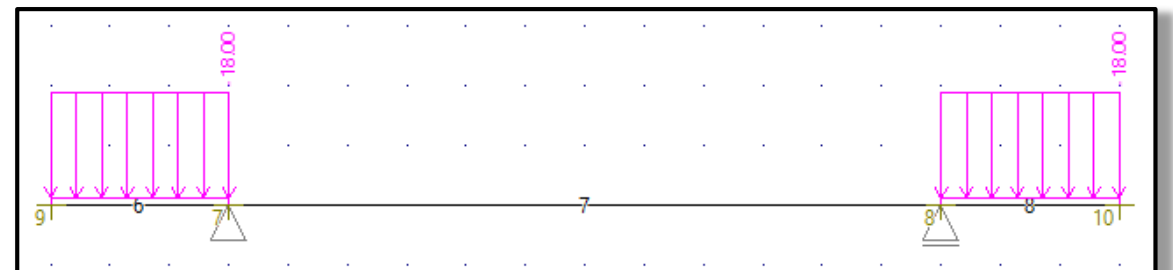
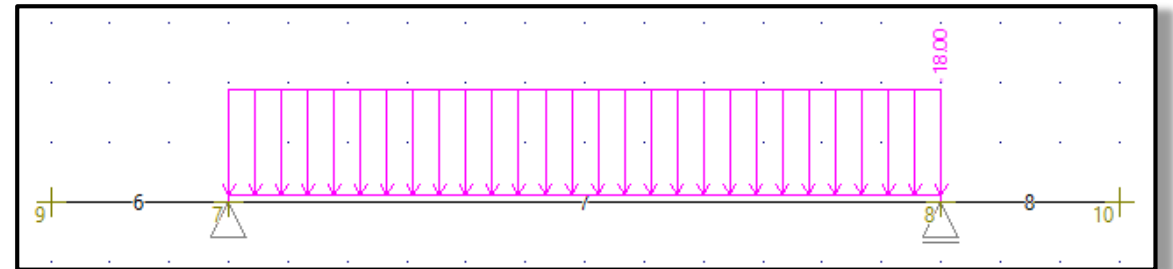
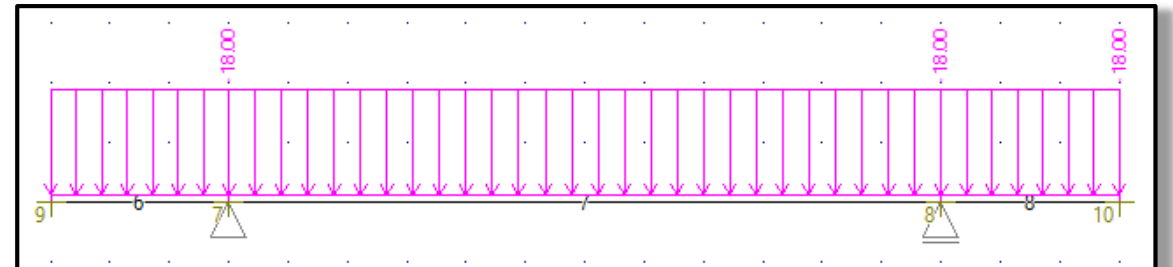


Zatěžovací stavy trámu T1

Stálé zatížení působí vždy všude.



Proměnné zatížení nemusí působit všude.



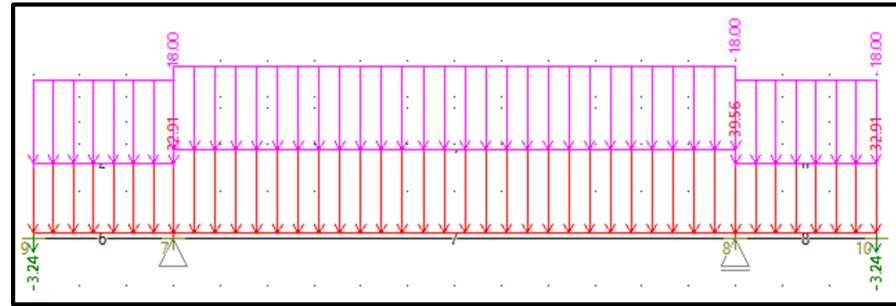
Kombinace zatěžovacích stavů trámu T1

Musíme vyšetřit všechny **kombinace zatížení**.

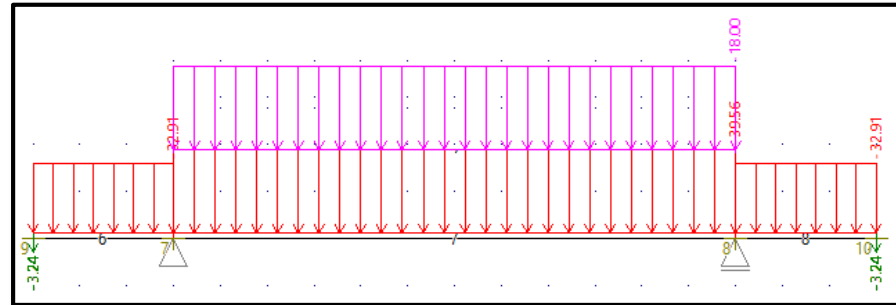
(Protože se nedá obecně říct, která kombinace je nejhorší pro konstrukci – některá kombinace může vytvořit největší moment nad konzolou, zatímco jiná může vytvořit největší moment v poli.)

Kombinace zatěžovacích stavů trámu T1

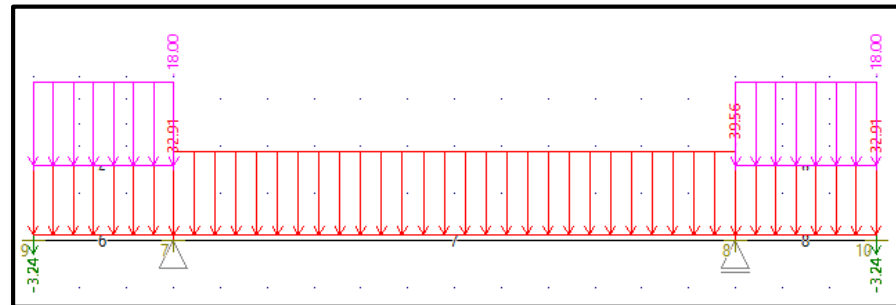
KZS 1



KZS 2

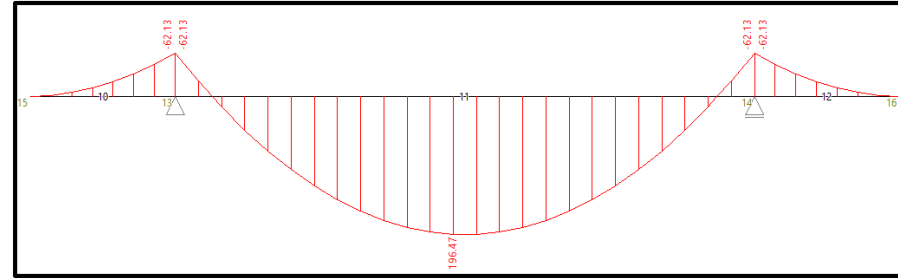


KZS 3

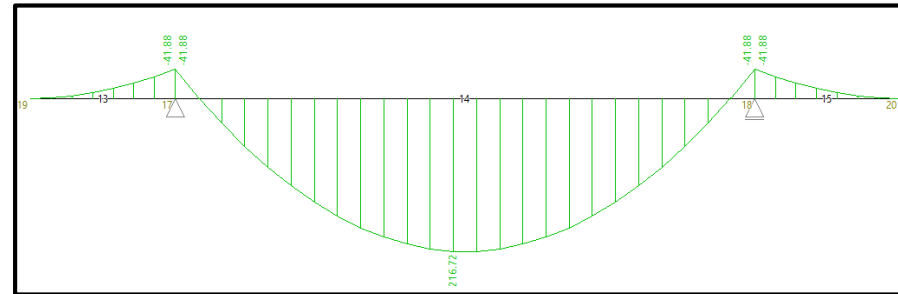


Momenty na trámu T1

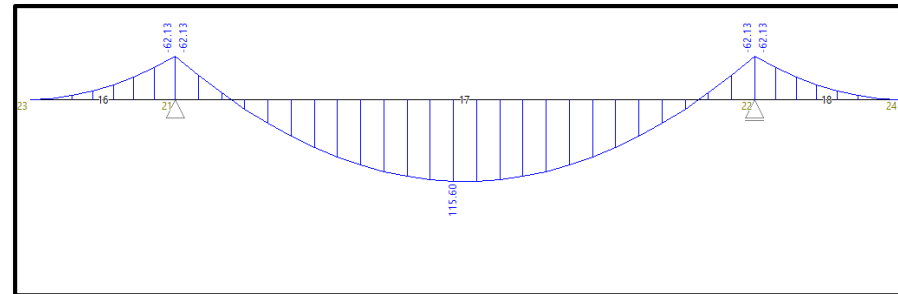
KZS 1



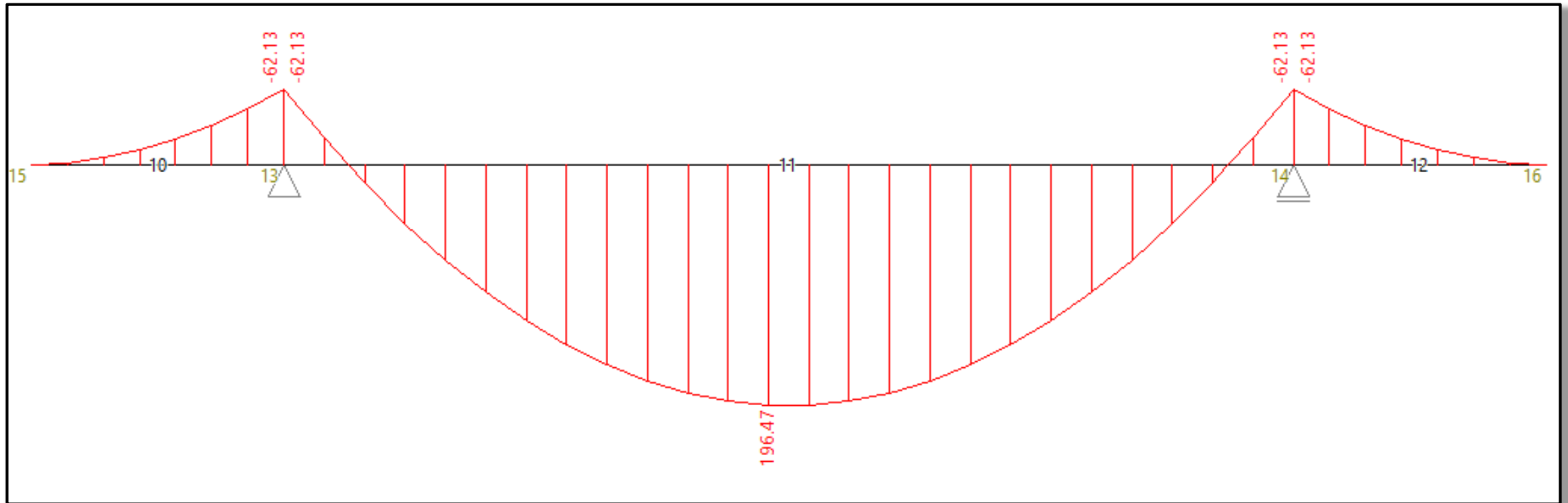
KZS 2



KZS 3

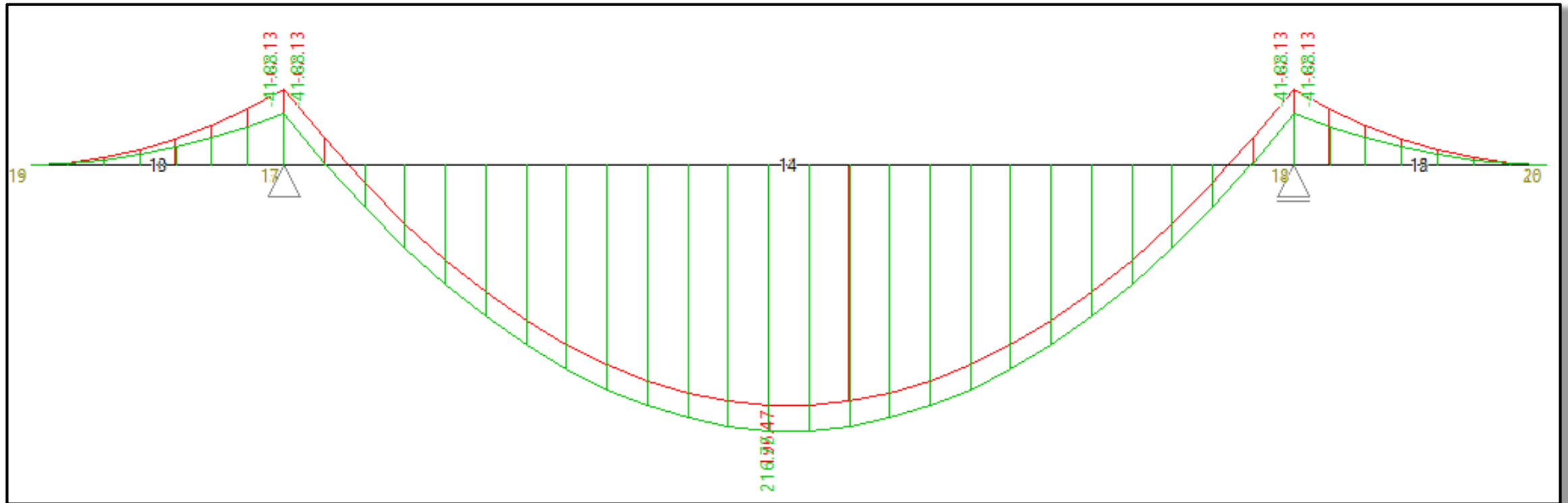


Obálka momentů



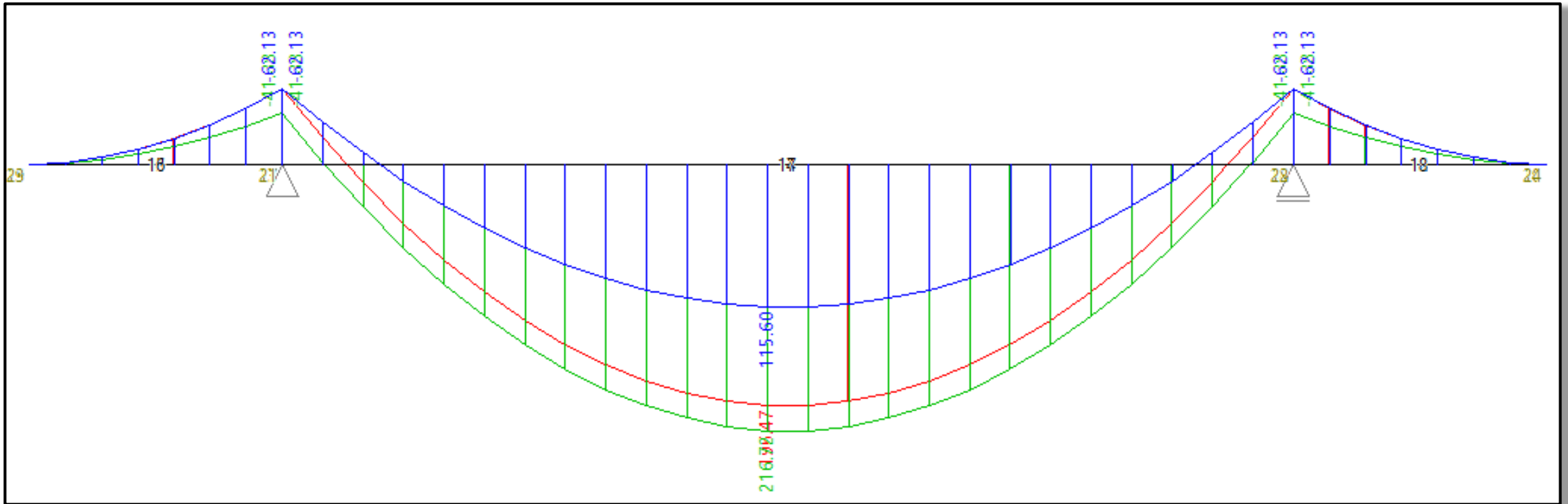
KZS 1

Obálka momentů



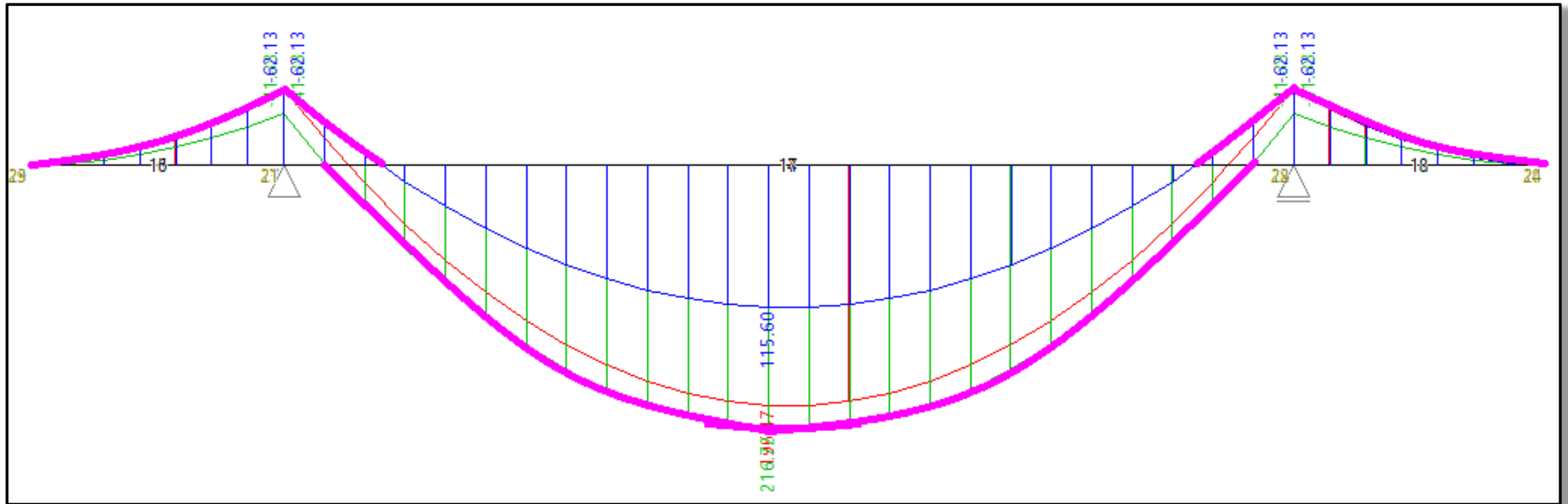
KZS 1 & KZS 2

Obálka momentů



KZS 1 & KZS 2 & KZS 3

Obálka momentů



Výpočet momentů na trámu T1

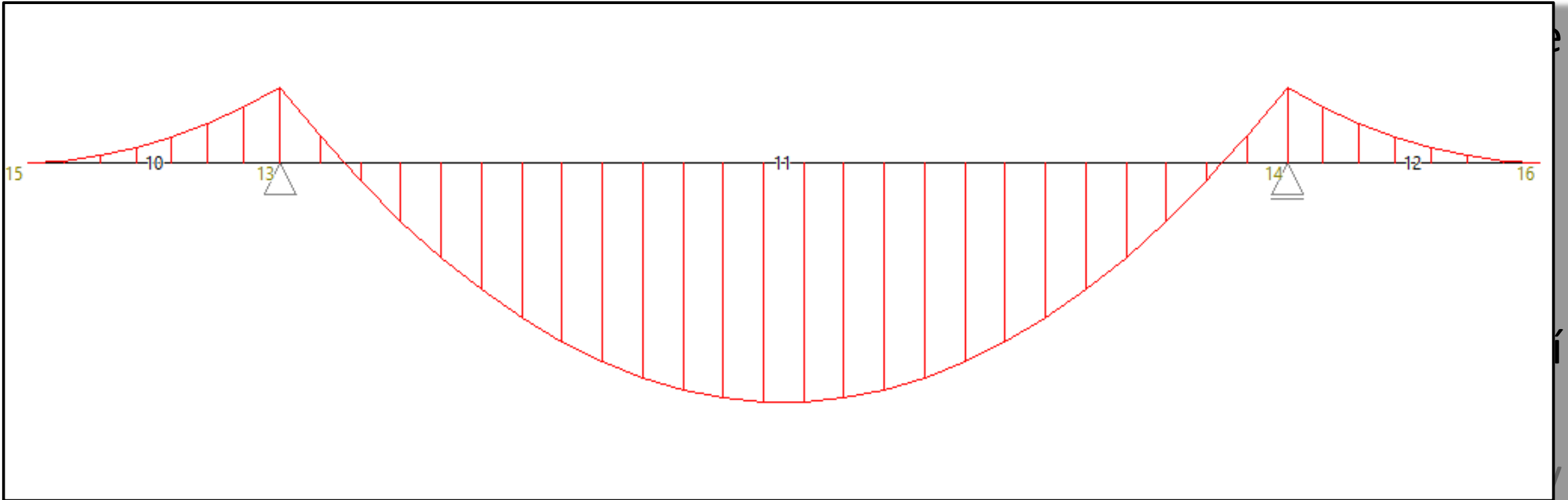
Moment nad podporou je roven momentu na konzole, který vypočteme pomocí vztahu pro rovnoměrně spojitě zatíženou konzolu a bodovou sílu

$$M_k = \frac{1}{2} f L^2 + FL.$$

Moment v poli můžeme vypočítat z momentové podmínky nebo pomocí totálního momentu.

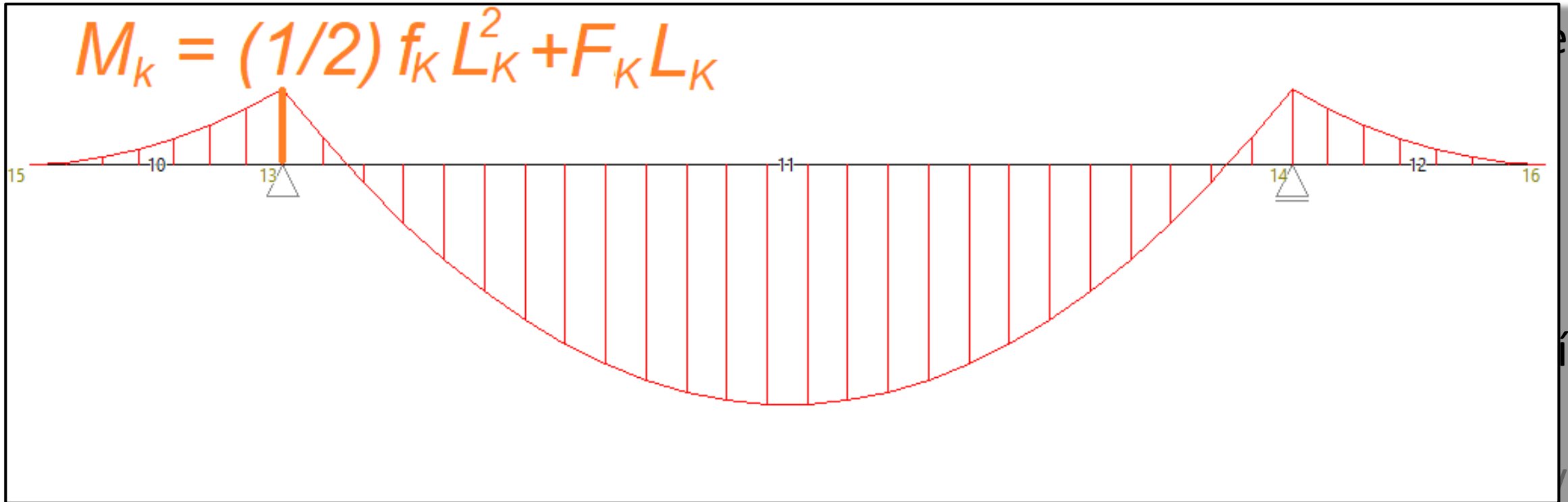
Totální moment je maximální vzepětí paraboly momentu, které je vždy $M_{tot} = (1/8) f L^2$. Vzhledem k tomu, že známe moment nad konzolou M_k , můžeme moment v poli určit jako $M_p = M_{tot} - M_k$.

Výpočet momentů na trámu T1



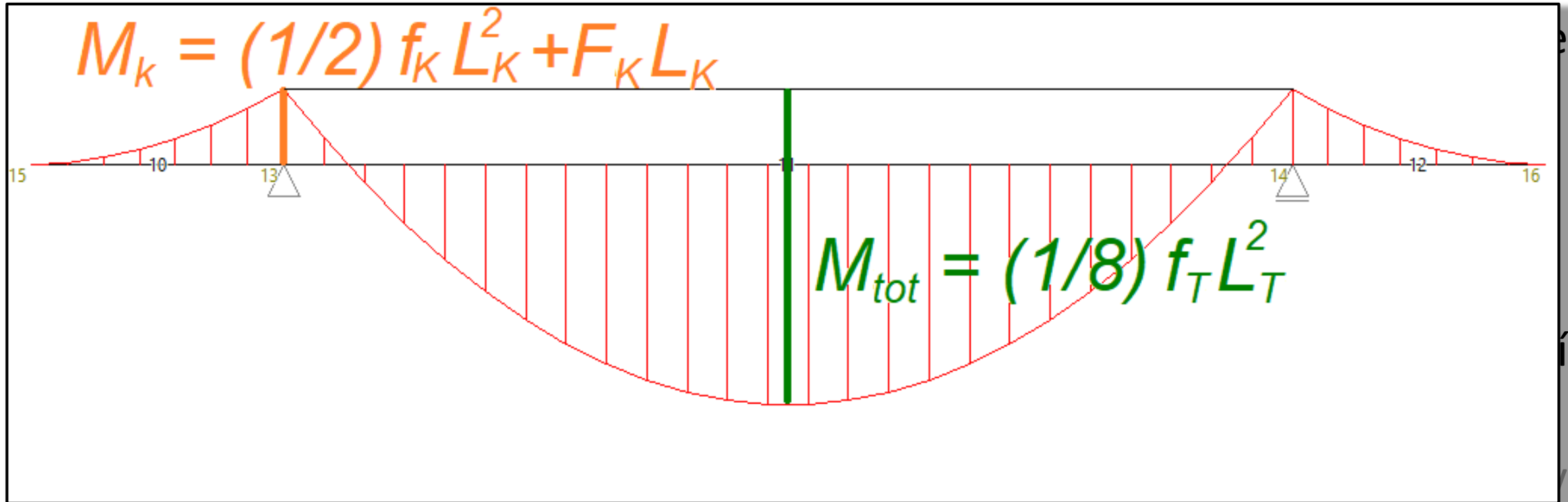
$M_{tot} = (1/8)fL^2$. Vzhledem k tomu, že známe moment nad konzolou M_k , můžeme moment v poli určit jako $M_p = M_{tot} - M_k$.

Výpočet momentů na trámu T1



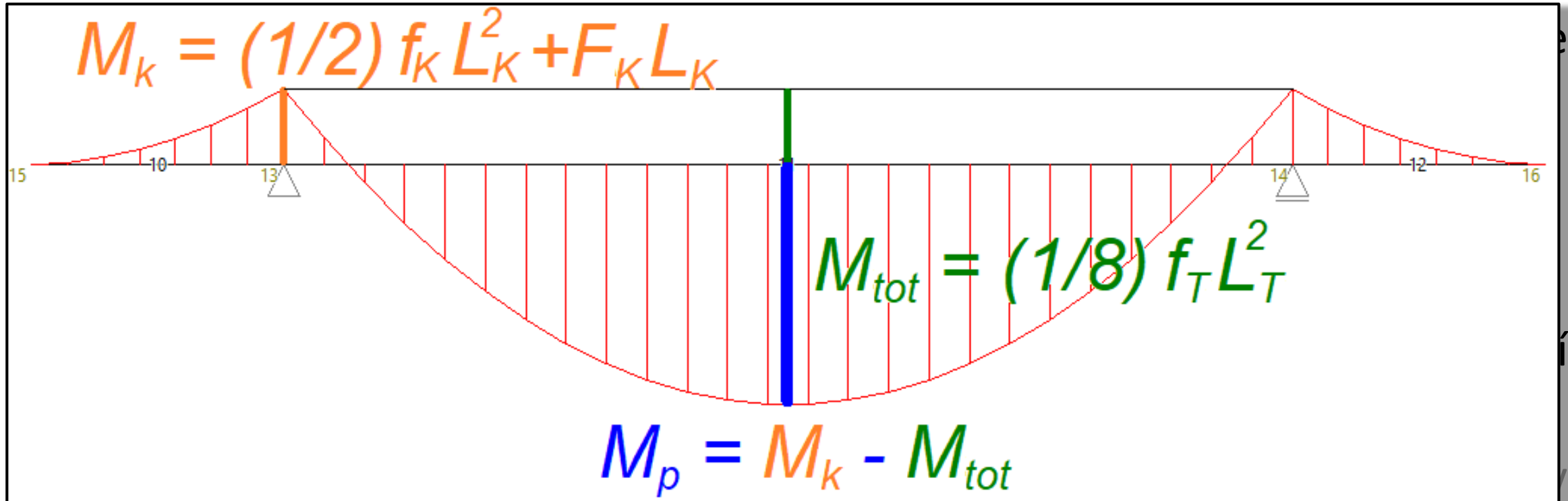
$M_{tot} = (1/8) f L^2$. Vzhledem k tomu, že známe moment nad konzolou M_K , můžeme moment v poli určit jako $M_p = M_{tot} - M_K$.

Výpočet momentů na trámu T1



$M_{tot} = (1/8) f L^2$. Vzhledem k tomu, že známe moment nad konzolou M_K , můžeme moment v poli určit jako $M_p = M_{tot} - M_K$.

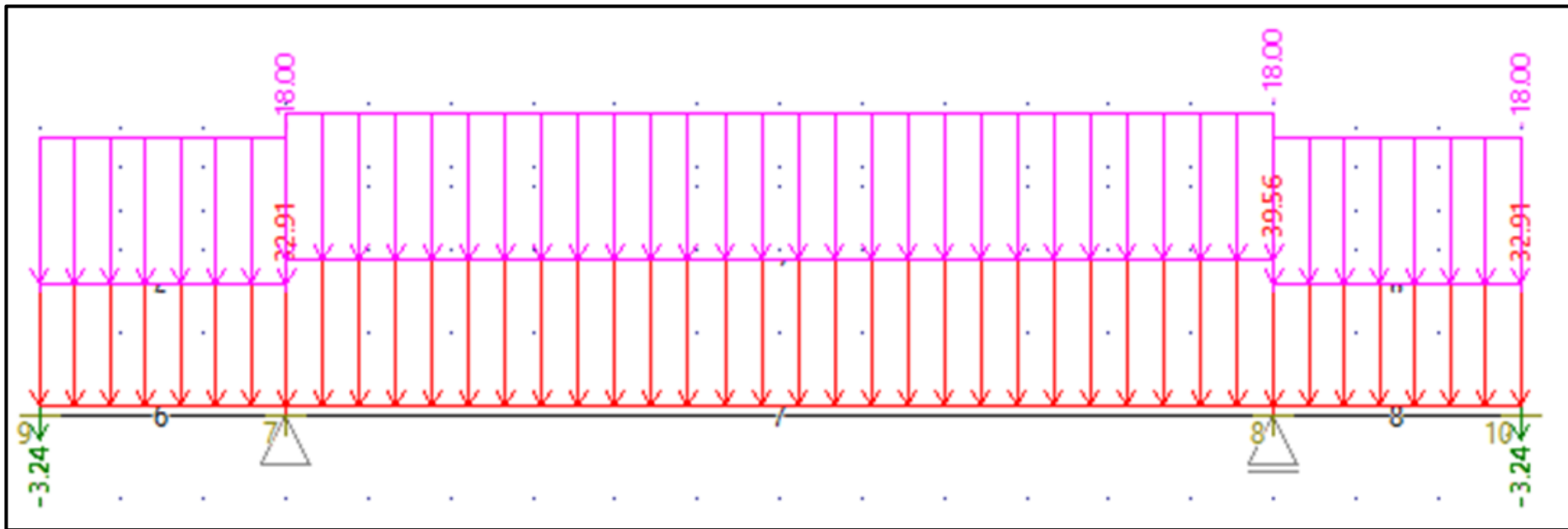
Výpočet momentů na trámu T1



$M_{tot} = (1/8) f L^2$. Vzhledem k tomu, že známe moment nad konzolou M_k , můžeme moment v poli určit jako $M_p = M_{tot} - M_k$.

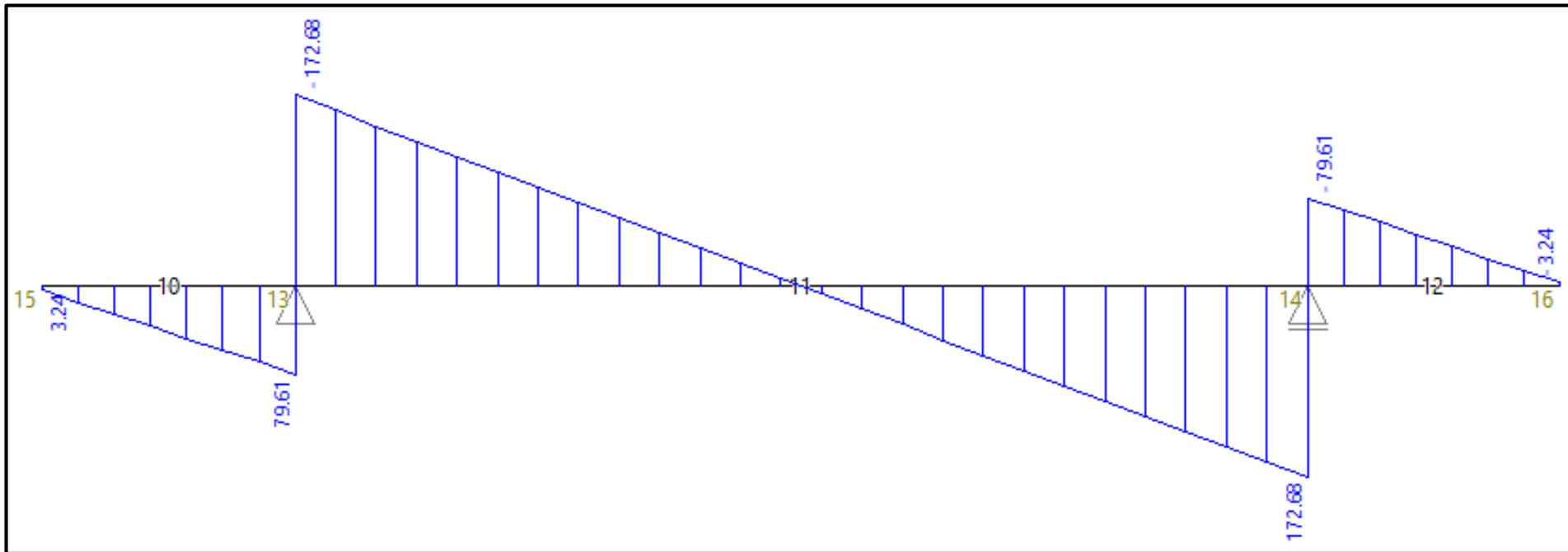
Posouvající síla na trámu T1

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



Posouvající síla na trámu T1

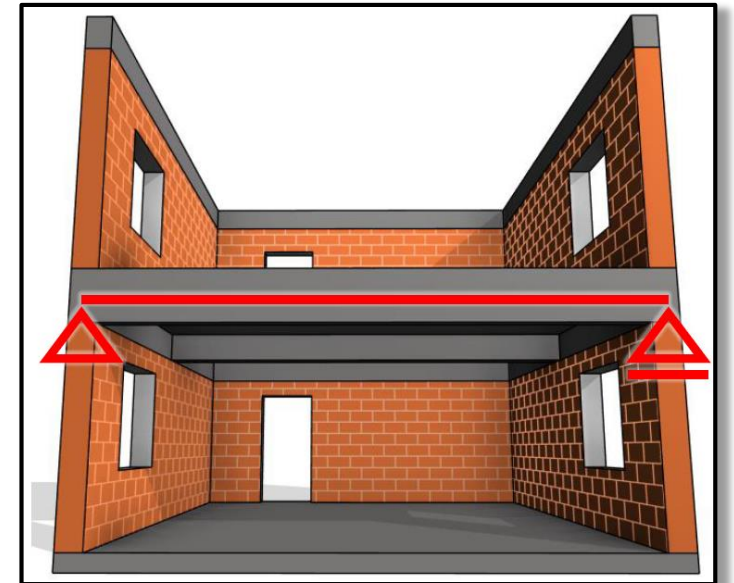
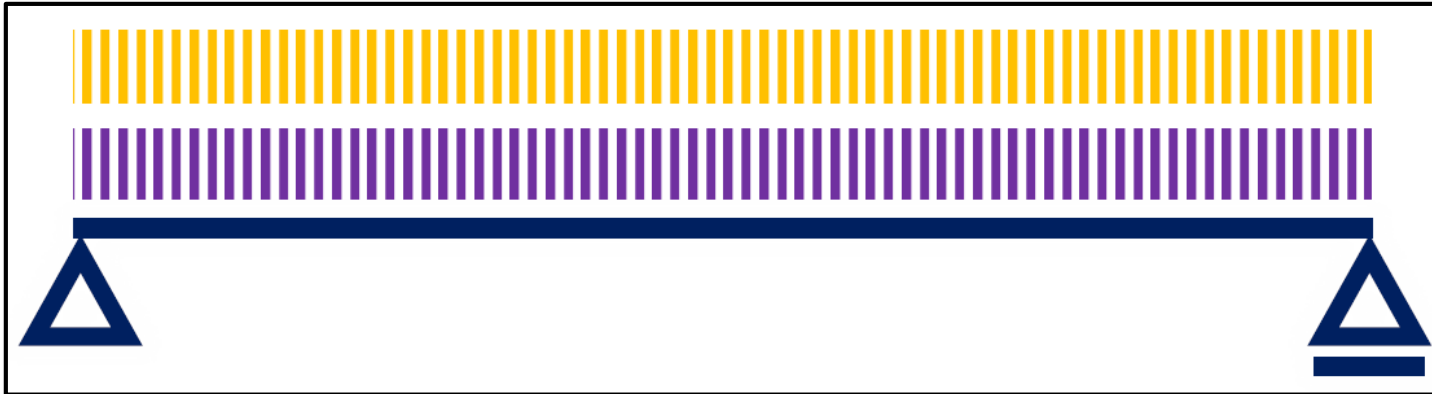
Největší posouvající síla vznikne od největšího zatížení. Stačí tedy vypočítat posouvající sílu od největšího zatížení, tj. KZS 1.



Trám T2

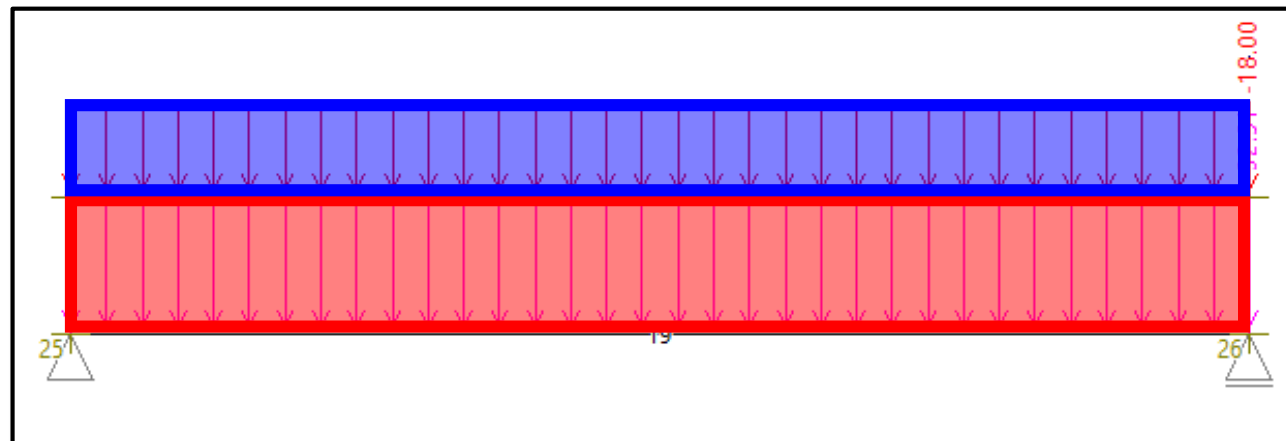
Zatížení trámu T2

Na trámu působí stálé a proměnné zatížení po celé délce.



Zatížení trámu T2

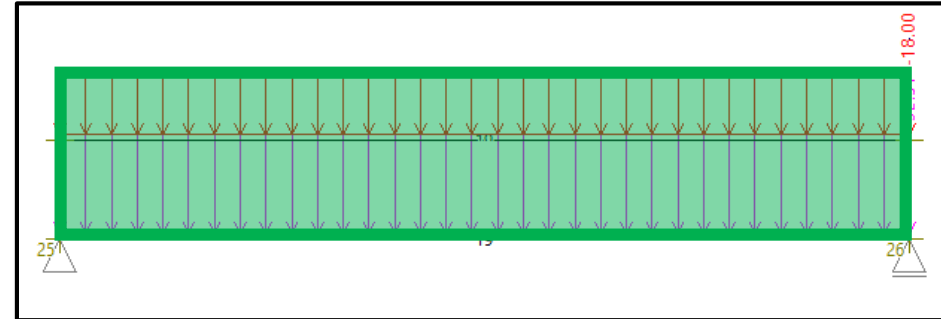
Zatížení trámu T2						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m^3	m	kN/m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		3.75	1.35	5.06
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04
	Σ		$g_k =$	17.86		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95
Σ			$f_k =$	27.16	$f_d =$	38.05



Vnitřní síly na trámu T2

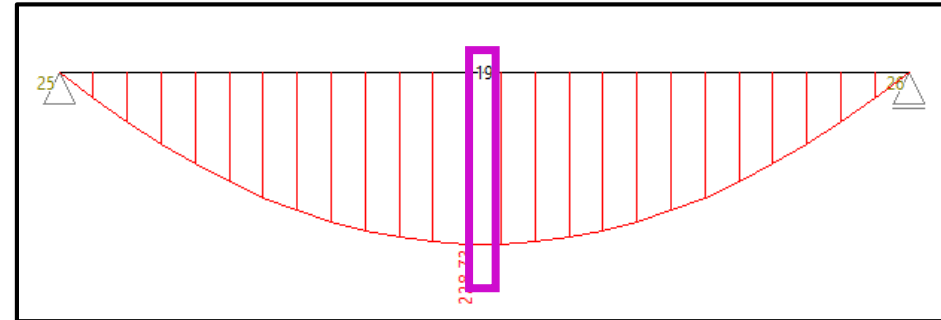
Zatížení

f



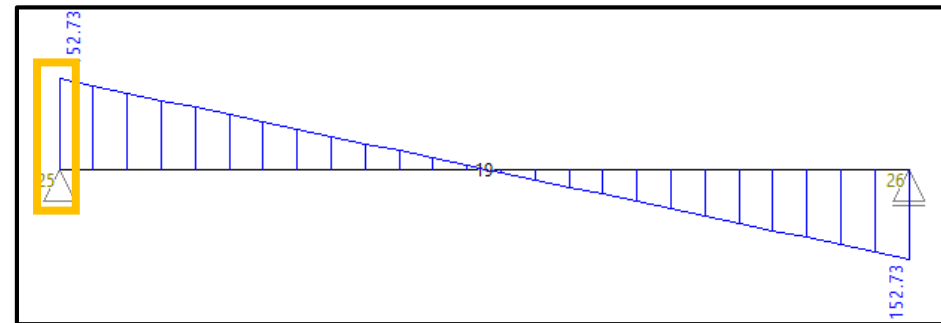
Moment v poli

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



Posouvající síla v podpoře

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



Konec

Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi a Romanu Chylíkovi** 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.