



# Úloha 2: Železobetonová stropní konstrukce

# Výpočet vnitřních sil na desce a trámech

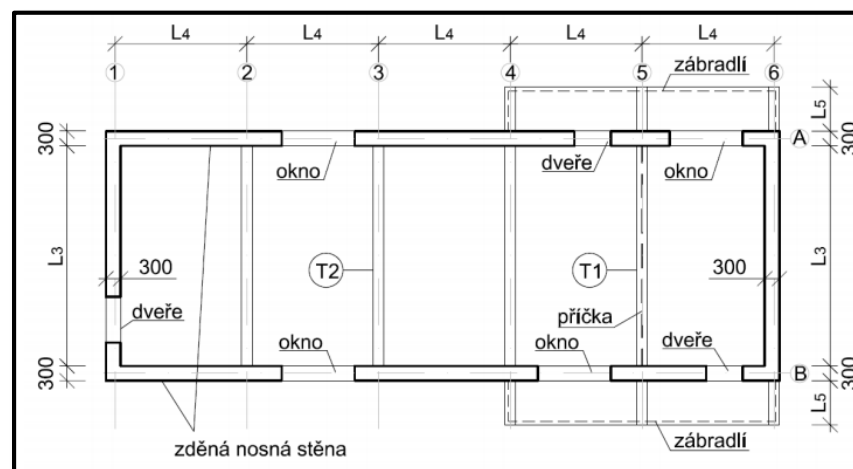
Prezentace k cvičení z předmětu NNKB (Štefan)

# 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 + výkres výztuže desky,
- návrh a posouzení výztuže trámu T1 + výkres výztuže trámu,
- výkres tvaru.



# Výpočet vnitřních sil na desce a trámech

# Výpočet vnitřních sil

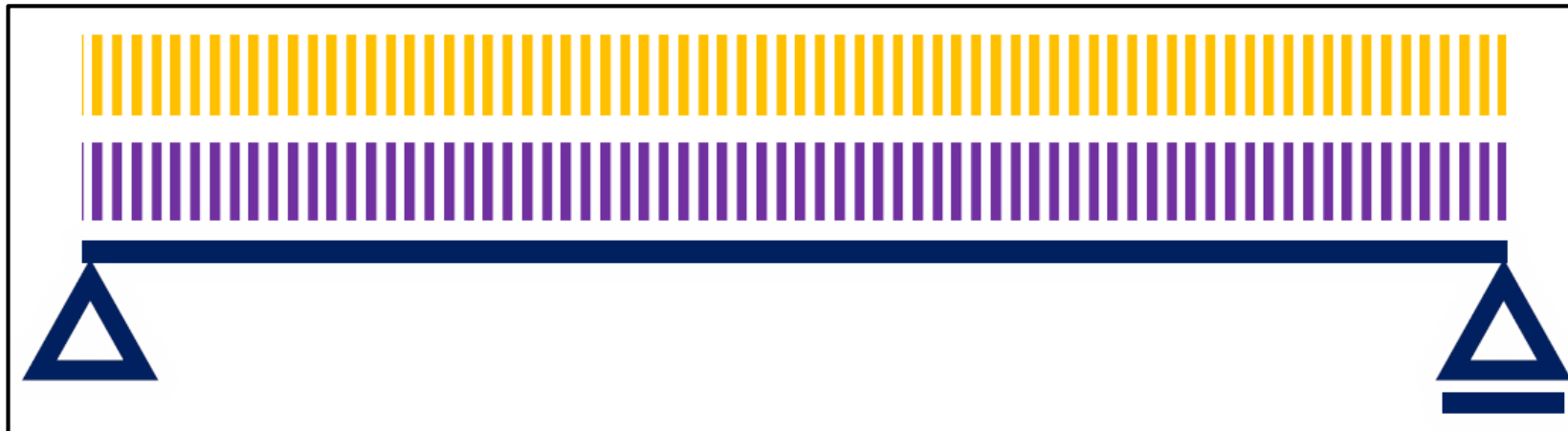
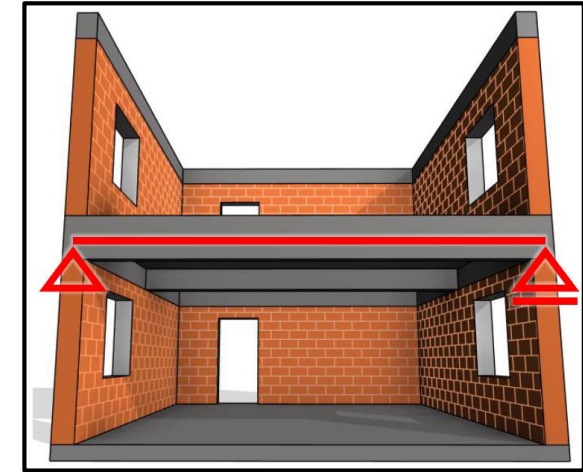
Naším úkolem je určit na:

- **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

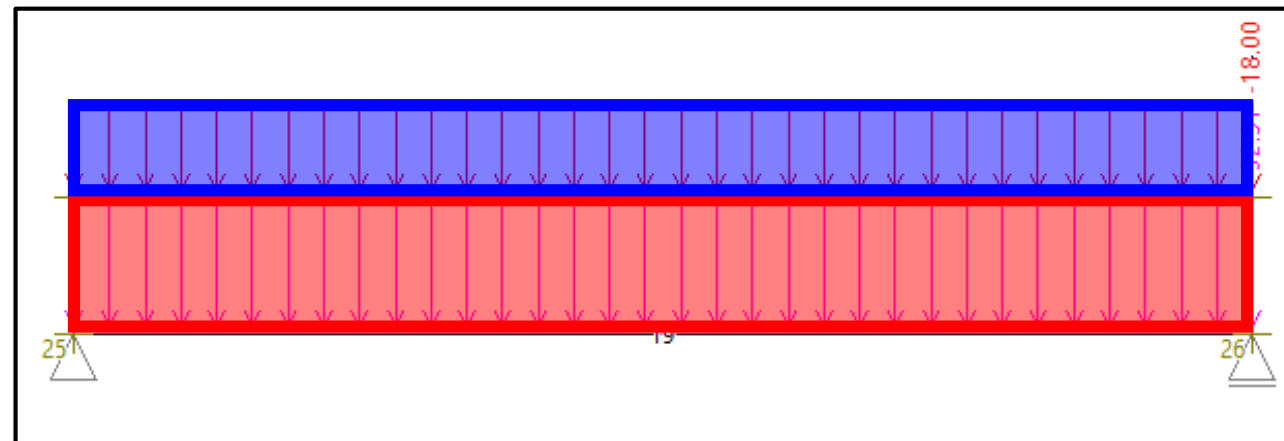
# Zatížení trámu T2

Na trám působí stálé a proměnné zatížení.



# Zatížení trámu T2

Zatížení trámu T2						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	$\gamma$	$f_{lin,d}$
		$\text{kN/m}^3$	m	$\text{kN/m}$		$\text{kN/m}$
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
	$\Sigma$		$g_k =$	17.86		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95
	$\Sigma$		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95
$\Sigma$			$f_k =$	27.16	$f_d =$	38.05





# Zatížení trámu T2

Zatížení

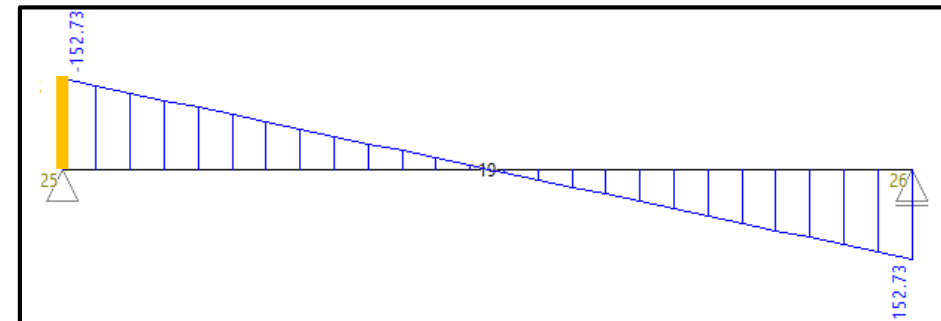
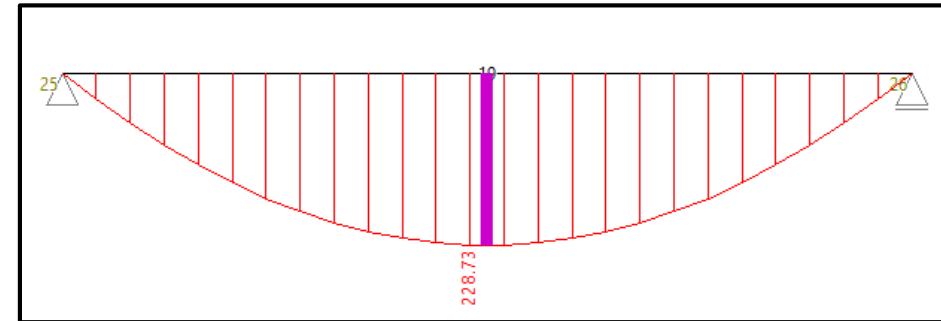
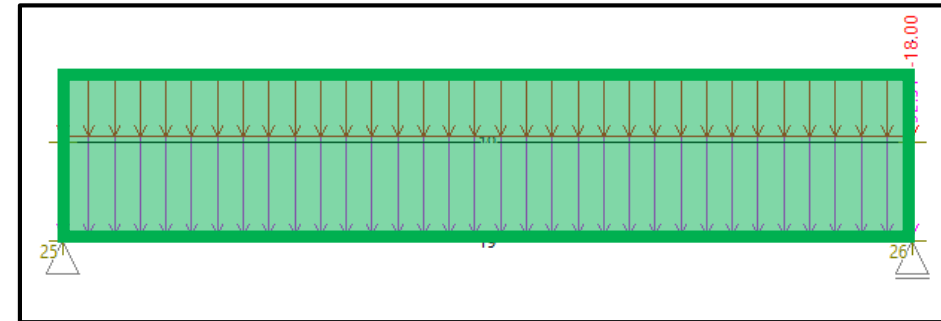
$$f_d = g_d + q_d$$

Moment v poli

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

Posouvající síla v podpoře

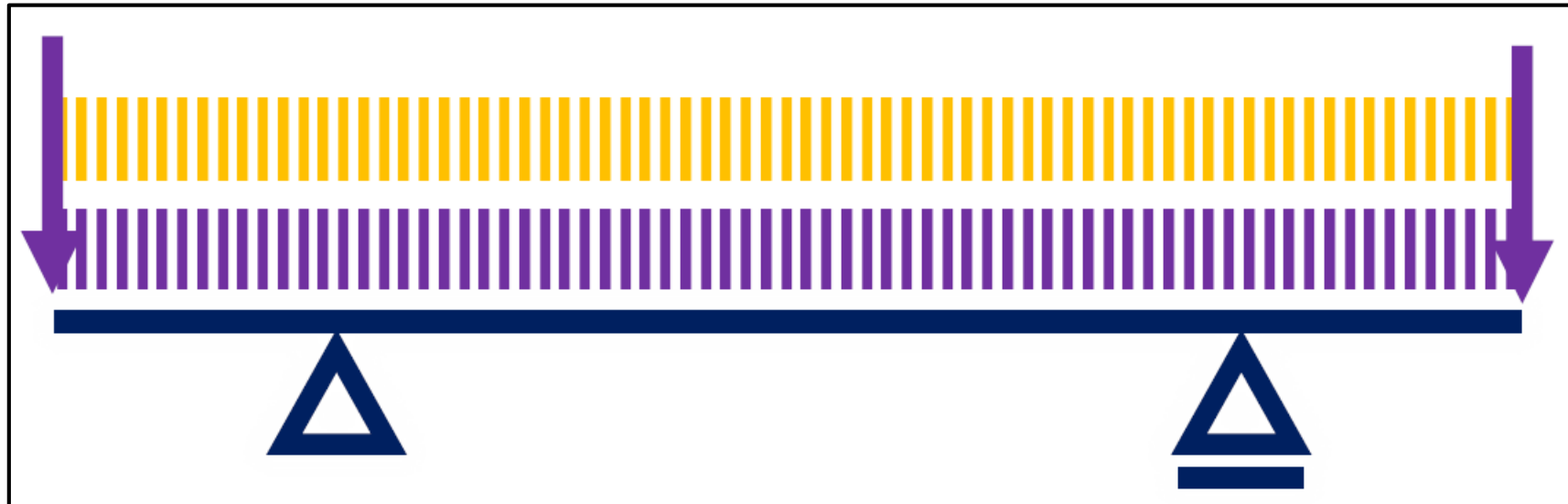
$$V_p = \frac{1}{2} f_d L_T$$



Trám T1

# Zatížení trámu T1

Na trám působí stálé a proměnné zatížení.

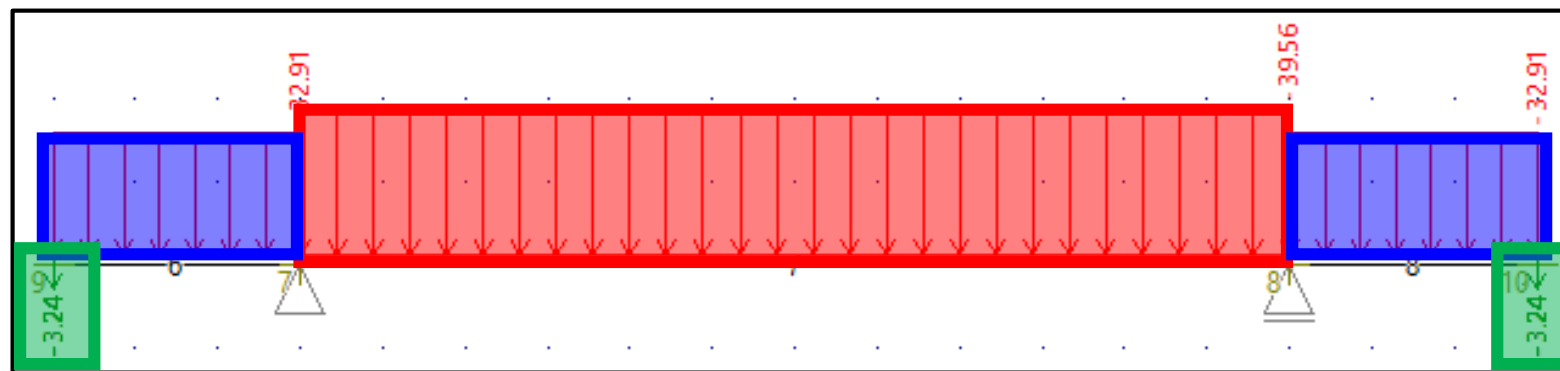


# Stálé zatížení trámu T1

Zatížení trámu T1 v poli							
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	$\gamma$	$f_{lin,d}$	
		kN/m <sup>3</sup>	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	
	$\Sigma$		$g_k =$	20.91		$g_d =$	28.23
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95	
	$\Sigma$		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95	
$\Sigma$			$f_k =$	30.21		$f_d =$	42.18

Zatížení trámu T1 na konzolách							
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	$\gamma$	$f_{lin,d}$	
		kN/m <sup>3</sup>	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	
	$\Sigma$		$g_k =$	17.86		$g_d =$	24.10
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95	
	$\Sigma$		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95	
$\Sigma$			$f_k =$	27.16		$f_d =$	38.05

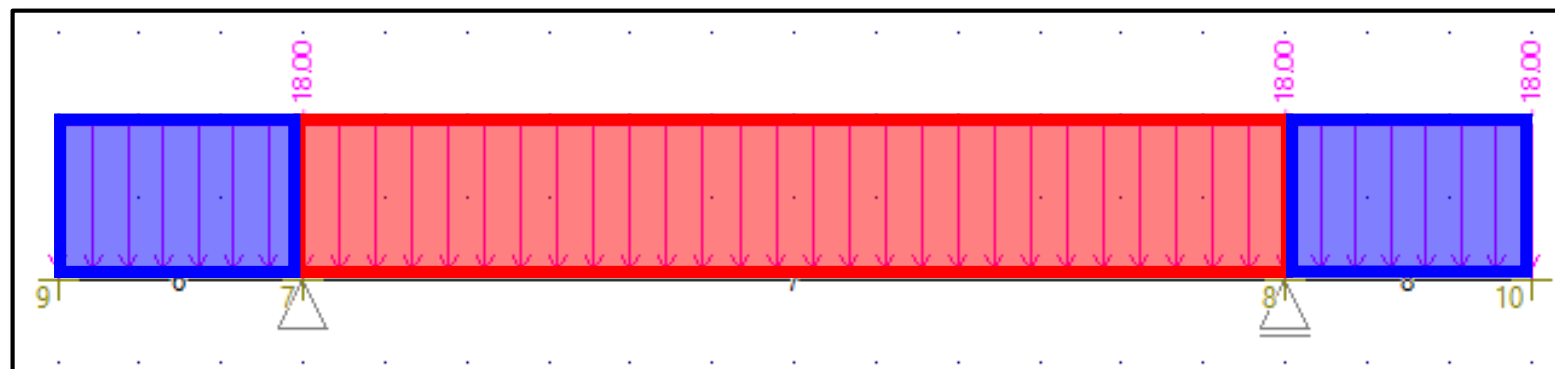
$$F_d = 1.35 \cdot \frac{60}{100} \cdot L_4 = 2.51 \text{ kN}$$



# Proměnné zatížení trámu T1

Zatížení trámu T1 v poli							
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	$\gamma$	$f_{lin,d}$	
		$\text{kN/m}^3$	m	$\text{kN/m}$		$\text{kN/m}$	
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	
	$\Sigma$		$g_k =$	20.91		$g_d =$	28.23
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95	
	$\Sigma$		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95	
$\Sigma$			$f_k =$	30.21		$f_d =$	42.18

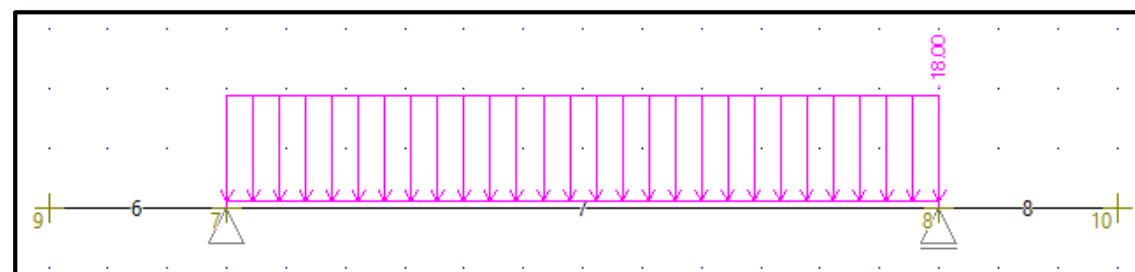
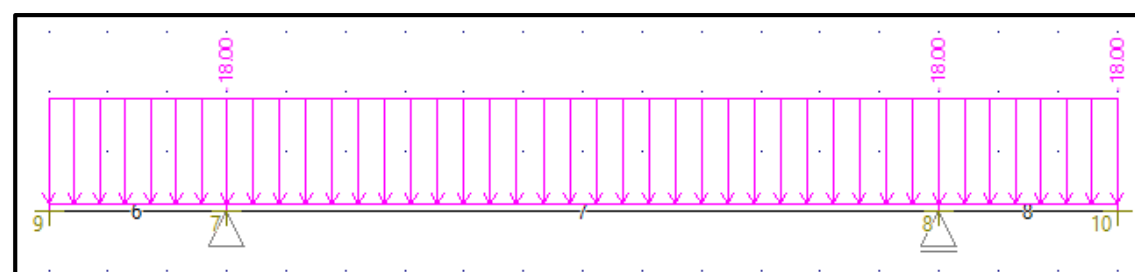
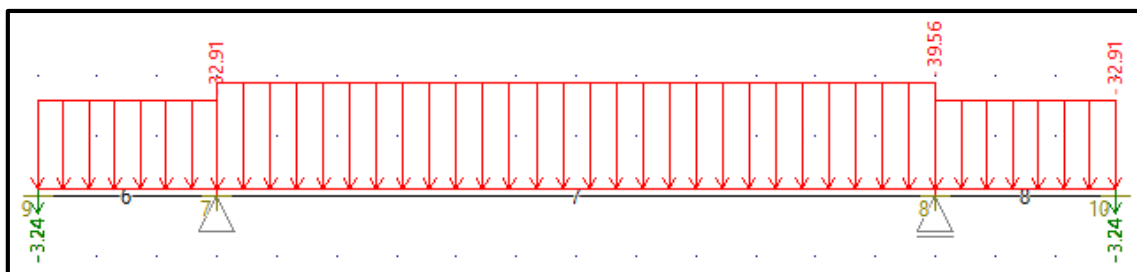
Zatížení trámu T1 na konzolách							
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	$\gamma$	$f_{lin,d}$	
		$\text{kN/m}^3$	m	$\text{kN/m}$		$\text{kN/m}$	
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		3.75	1.35	5.06	
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04	
	$\Sigma$		$g_k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



# Zatěžovací stavy trámu T1

Stálé zatížení působí vždy všude.

Proměnné zatížení nemusí působit všude.



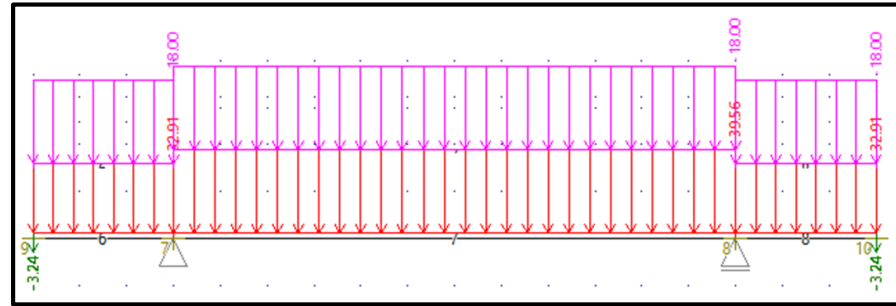
# Kombinace zatěžovacích stavů trámu T1

Musíme vyšetřit všechny kombinace zatížení.

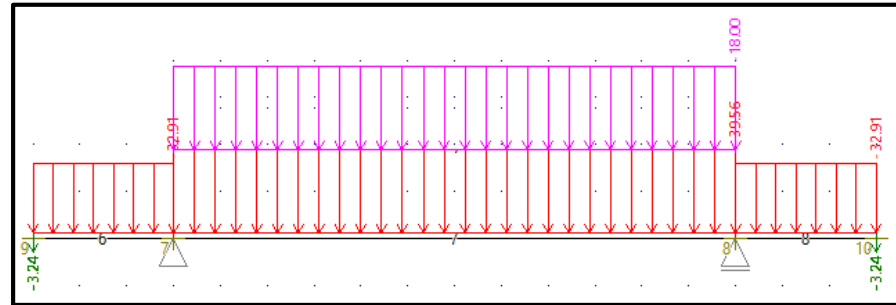
(Protože se nedá obecně říct, která kombinace je nejhorší pro konstrukci – některá kombinace může vytvořit největší moment nad konzolou, zatímco jiná může vytvořit největší moment v poli.)

# Kombinace zatěžovacích stavů trámu T1

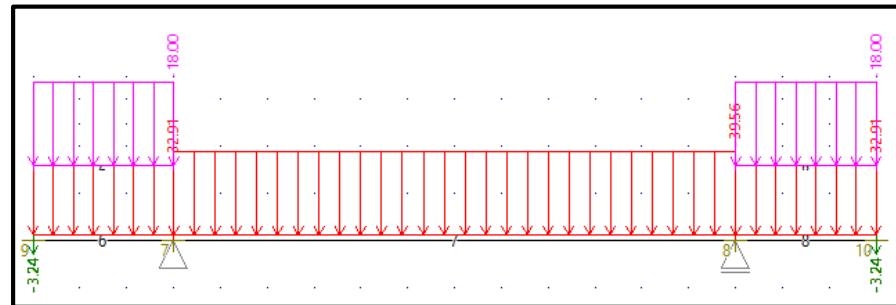
## KZS 1



## KZS 2



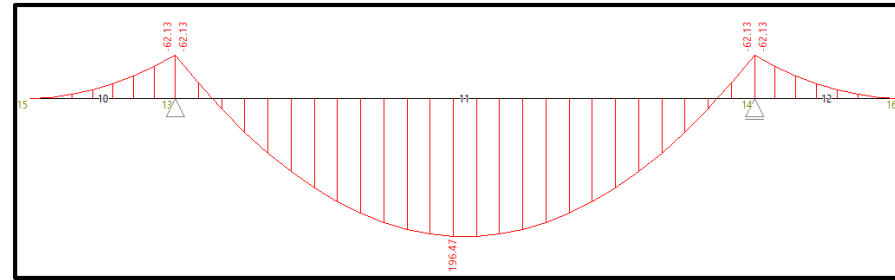
## KZS 3



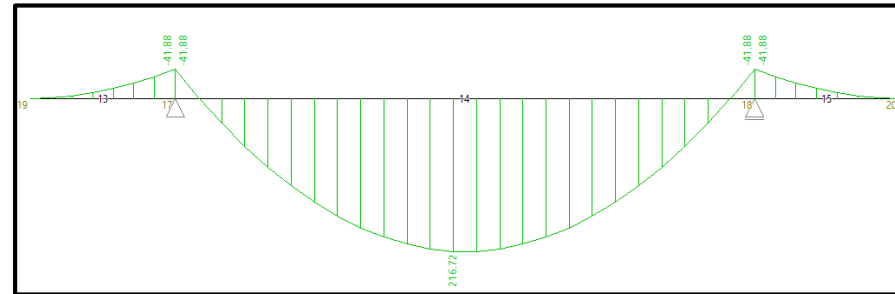


# Momenty na trámu T1

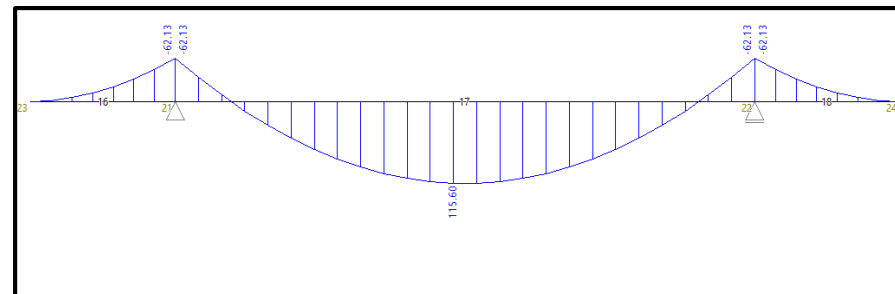
## KZS 1



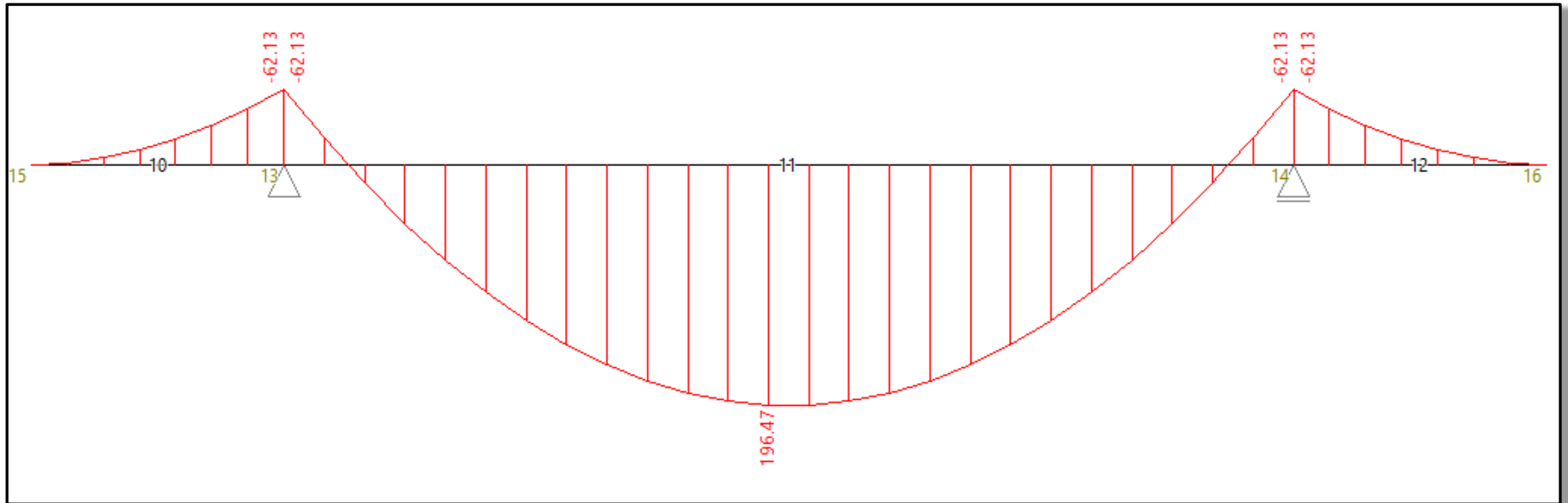
## KZS 2



## KZS 3

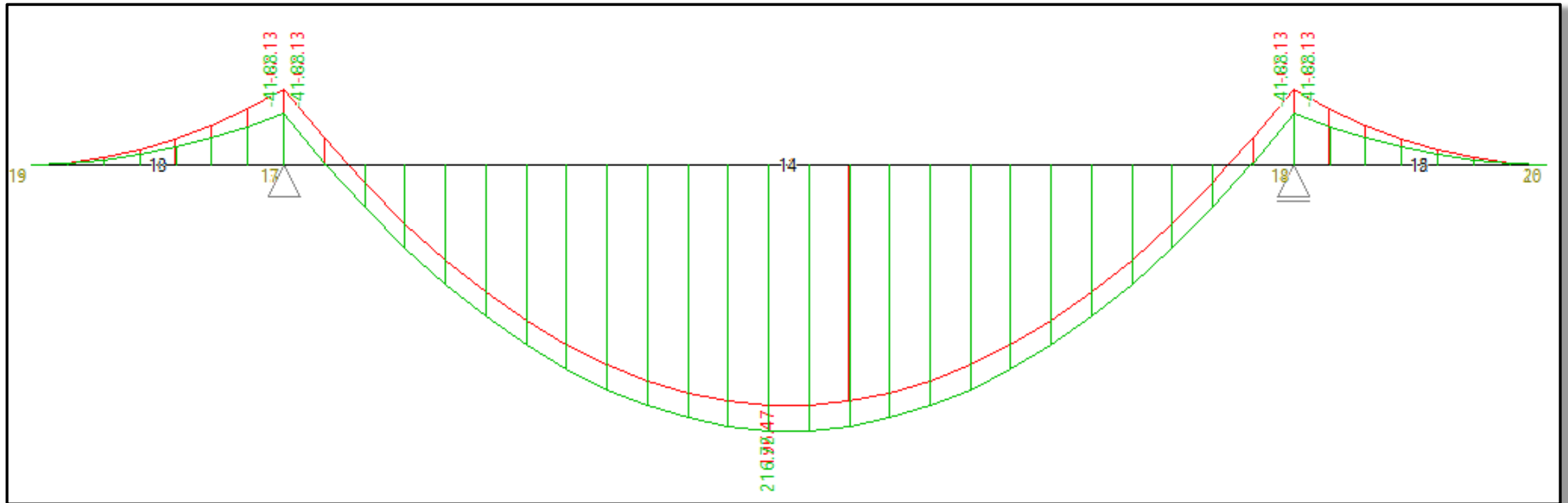


# Obálka momentů



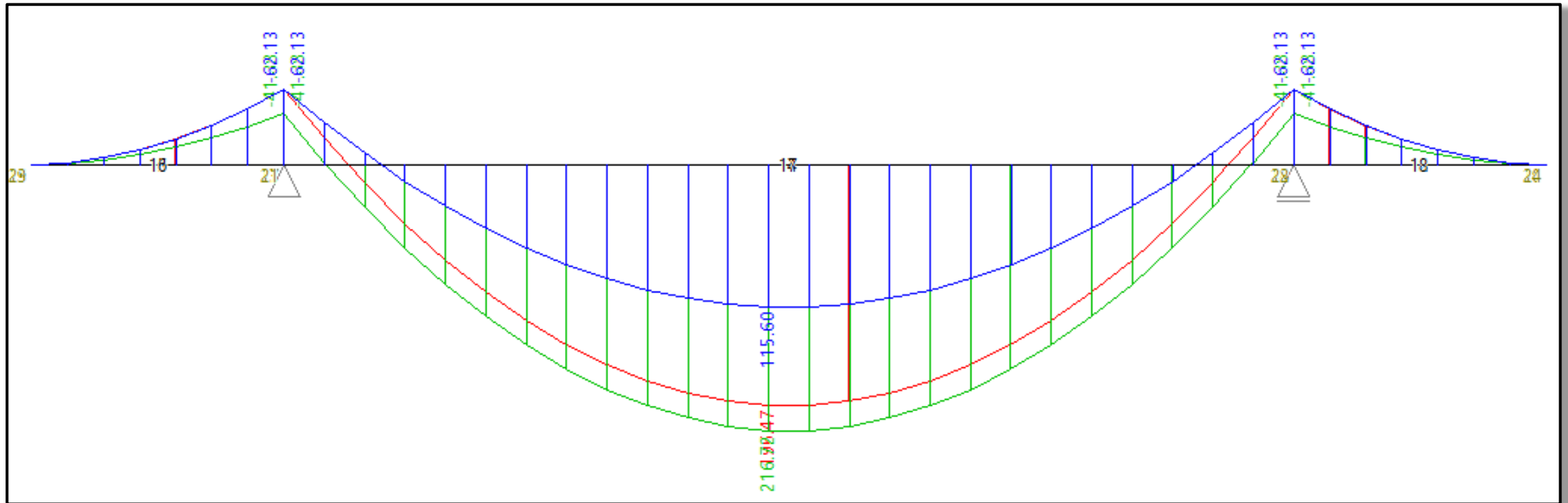
## KZS 1

# Obálka momentů



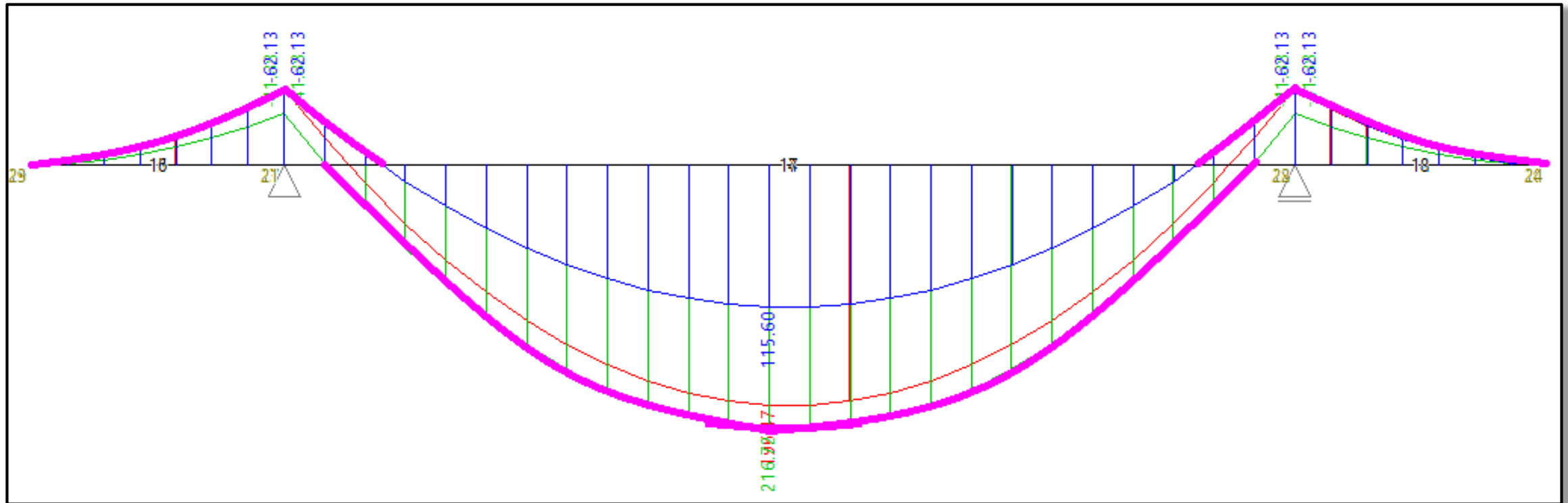
## KZS 1 & KZS 2

# Obálka momentů



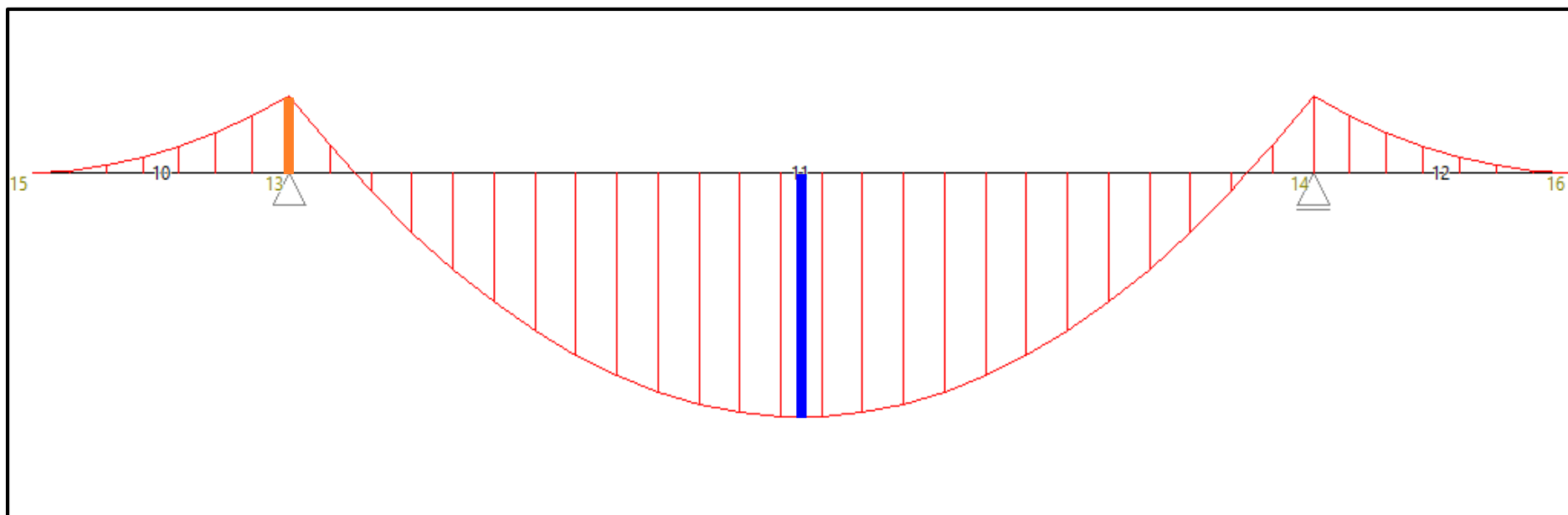
## KZS 1 & KZS 2 & KZS 3

# Obálka momentů



# Výpočet momentů na trámu T1

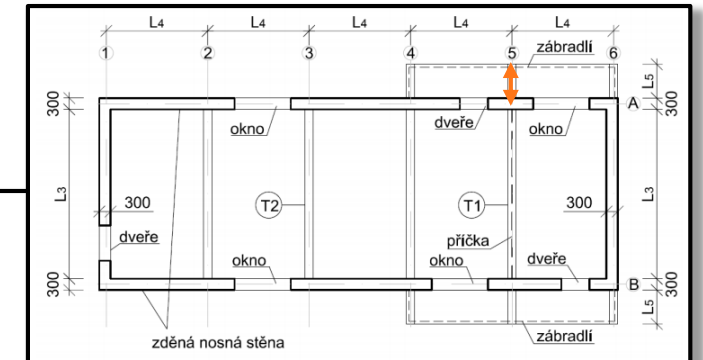
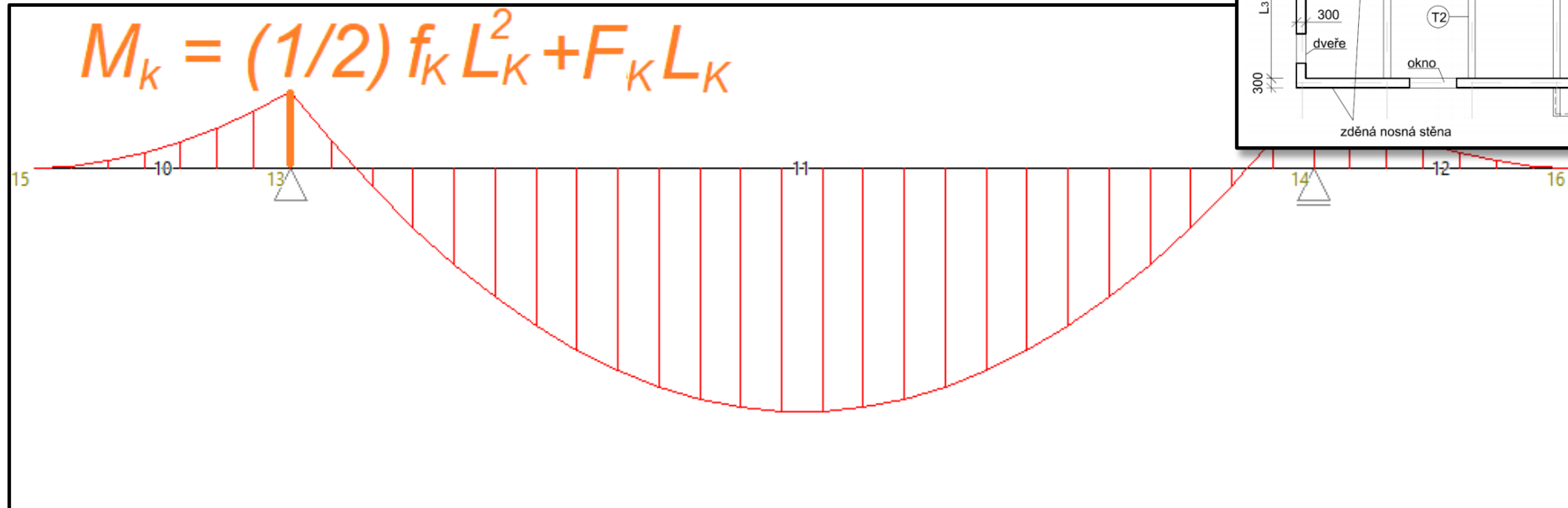
Jak určit **moment nad podporou** a **moment v poli** pro jednotlivé kombinace zatížení?



# Výpočet momentů na trámu T1

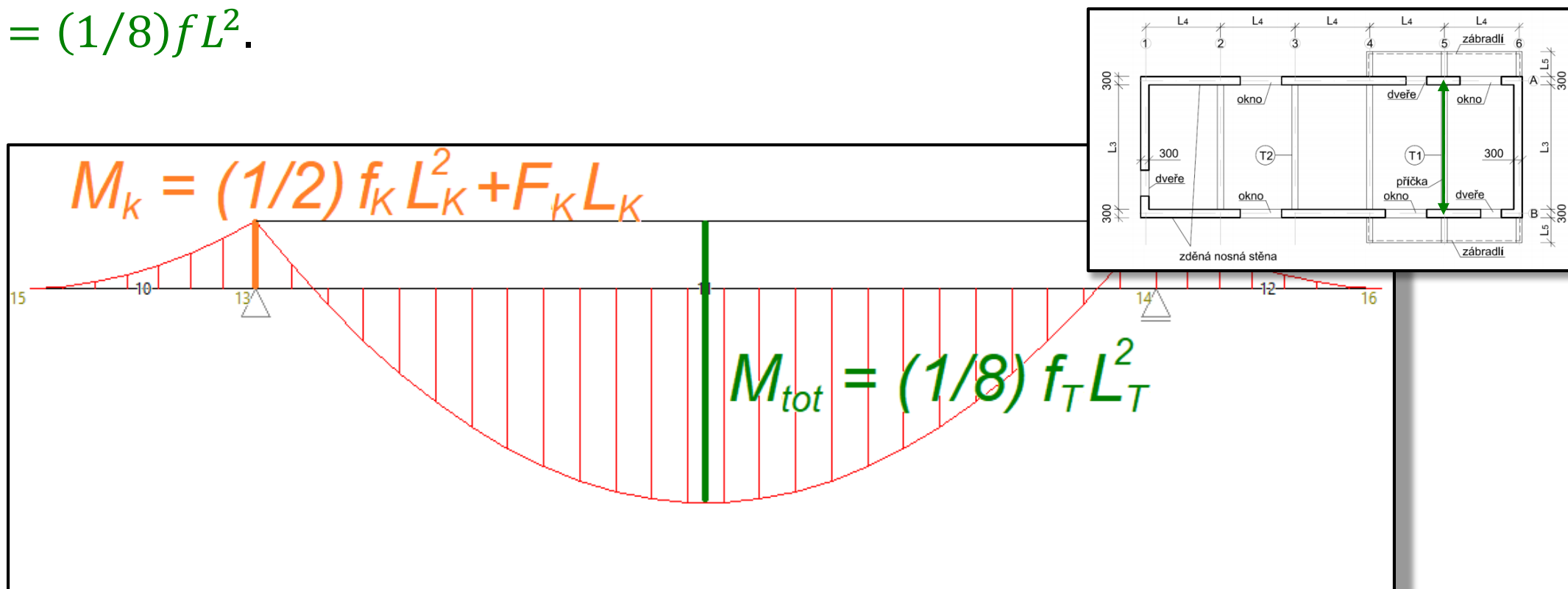
Moment nad podporou je roven momentu na konzole, který vypočteme pomocí vztahu pro rovnoměrně spojitě zatíženou konzolu a bodovou sílu

$$M_K = \frac{1}{2} f L_K^2 + F L_K.$$



# Výpočet momentů na trámu T1

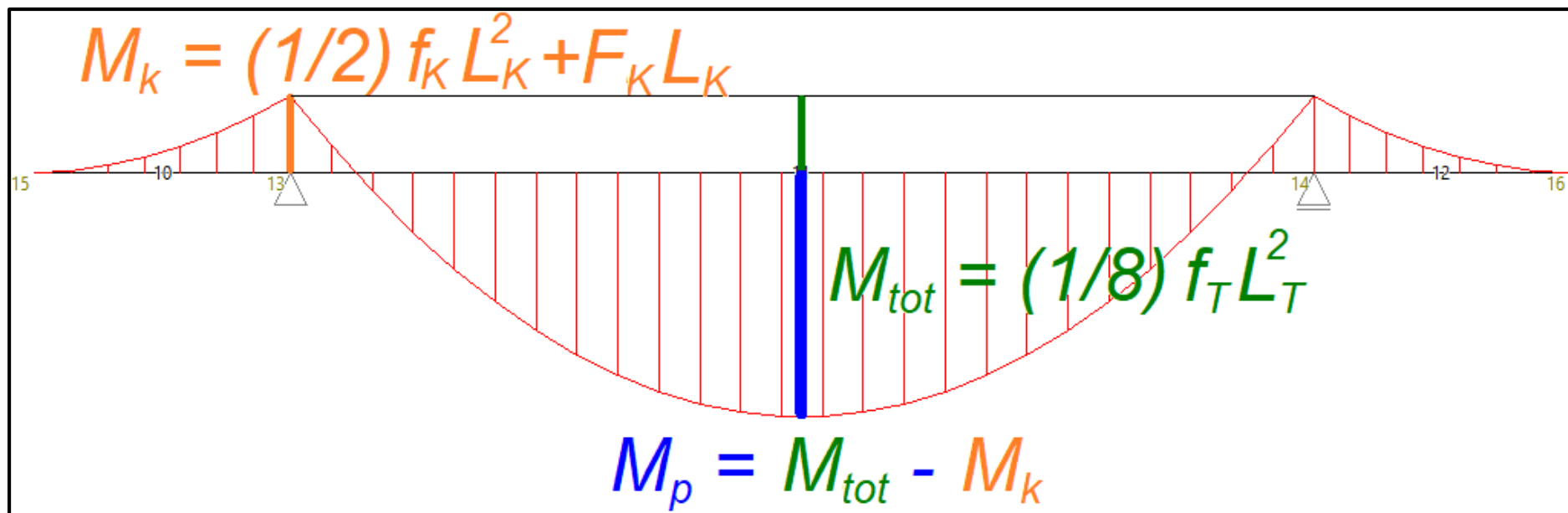
Moment v poli můžeme vypočítat z momentové podmínky nebo pomocí totálního momentu. Totální moment je maximální vzepětí paraboly momentu, které je vždy  $M_{tot} = (1/8)fL^2$ .





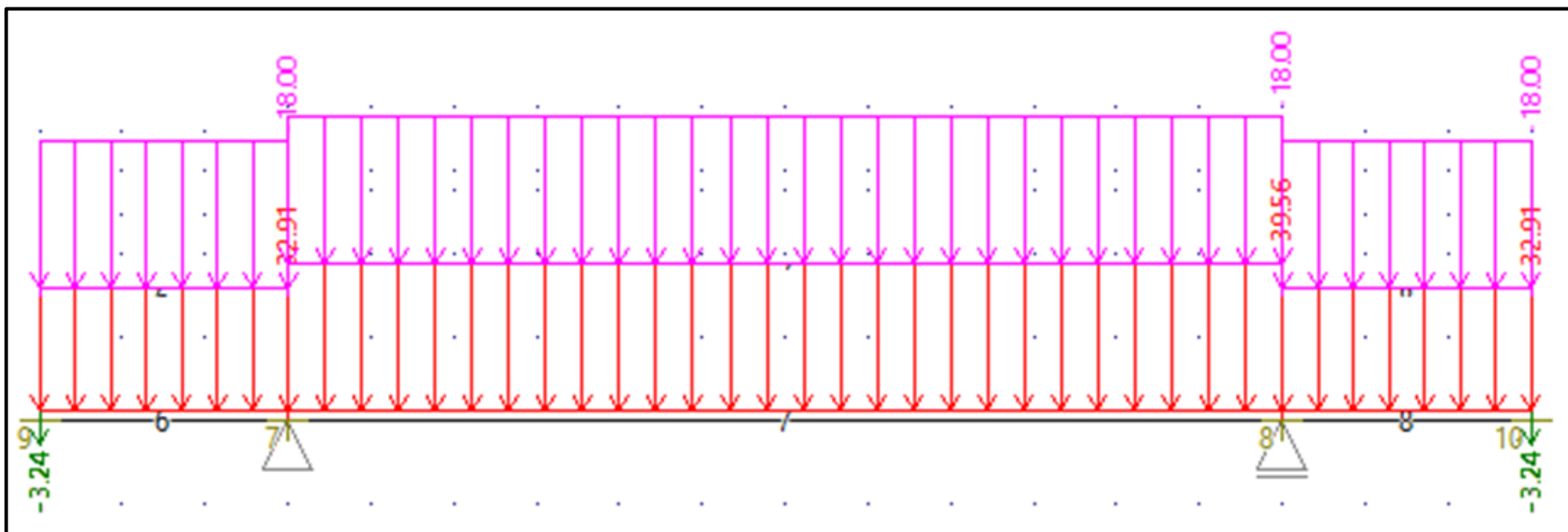
# Výpočet momentů na trámu T1

Moment v poli můžeme vypočítat z momentové podmínky nebo pomocí totálního momentu. Totální moment je maximální vzepětí paraboly momentu, které je vždy  $M_{tot} = (1/8)fL^2$ . Vzhledem k tomu, že **známe moment nad konzolou  $M_k$** , můžeme moment v poli určit jako  $M_p = M_{tot} - M_k$ .



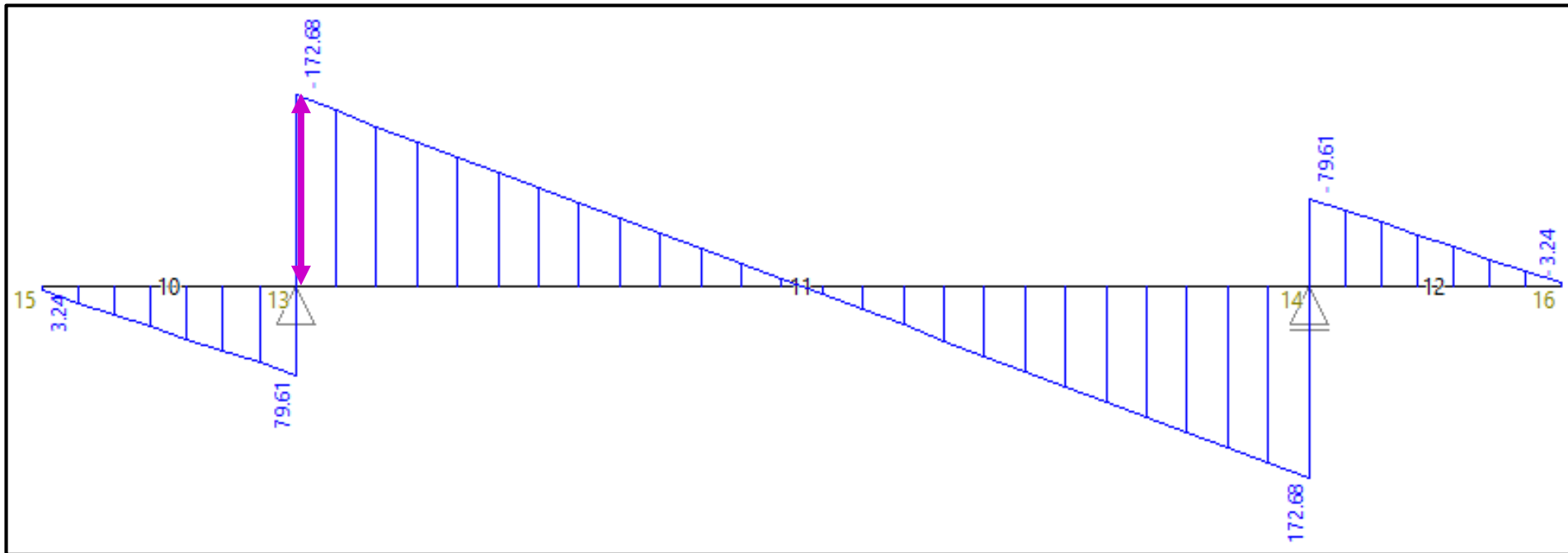
# Posouvající síla na trámu T1

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



# Posouvající síla na trámu T1

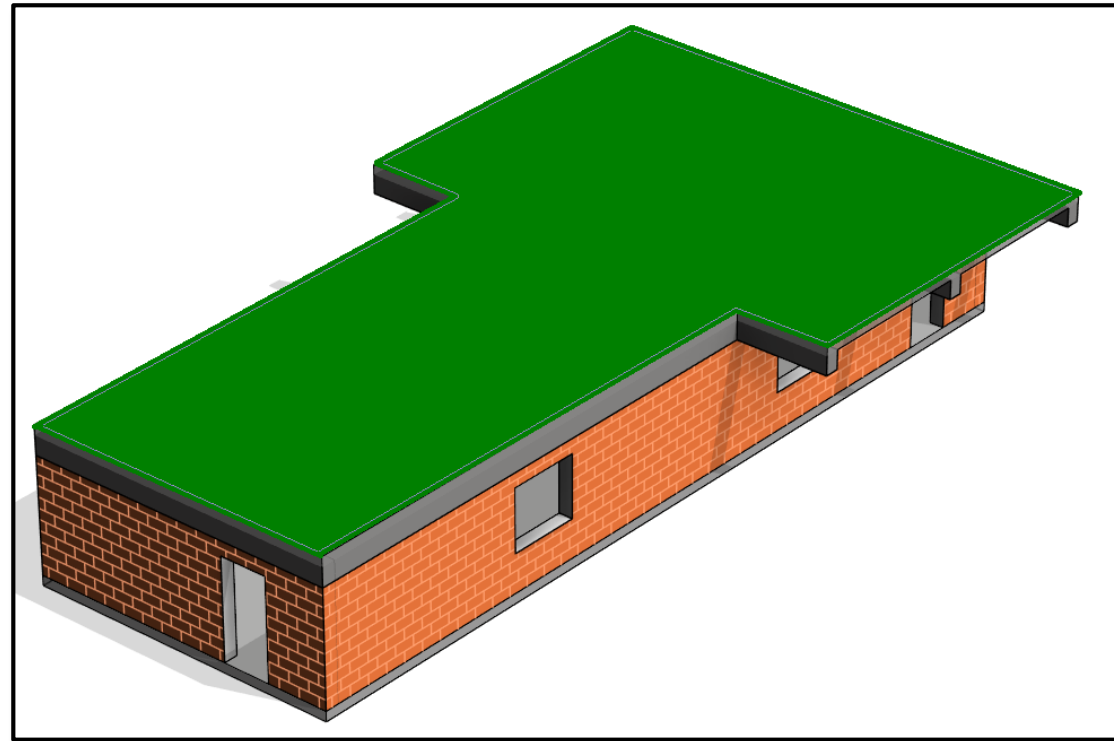
Největší posouvající síla vznikne od největšího zatížení. Stačí tedy vypočítat posouvající sílu od kombinace s největším zatížení, tj. KZS 1.



# Stropní deska

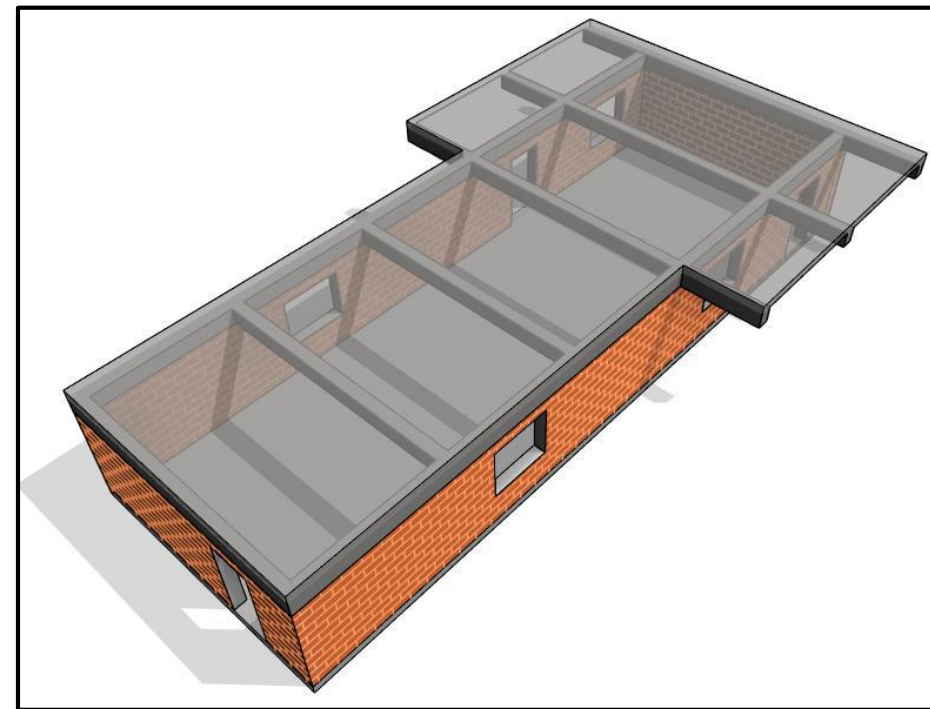
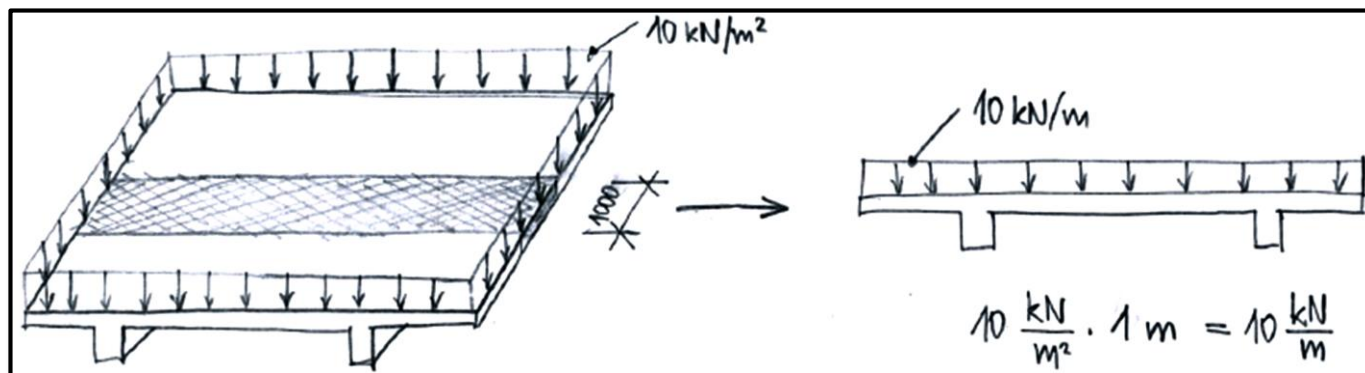
# Zatížení stropní desky

Deska je po celé své ploše zatížena rovnoměrným plošným zatížením.



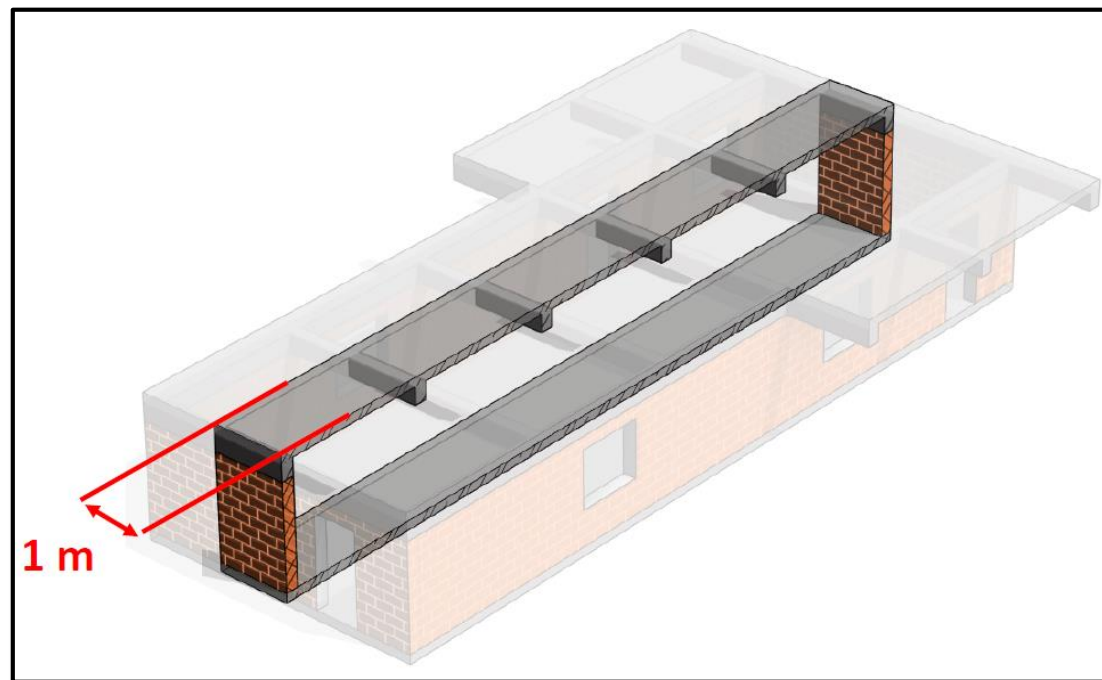
# Výsek stropní desky

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

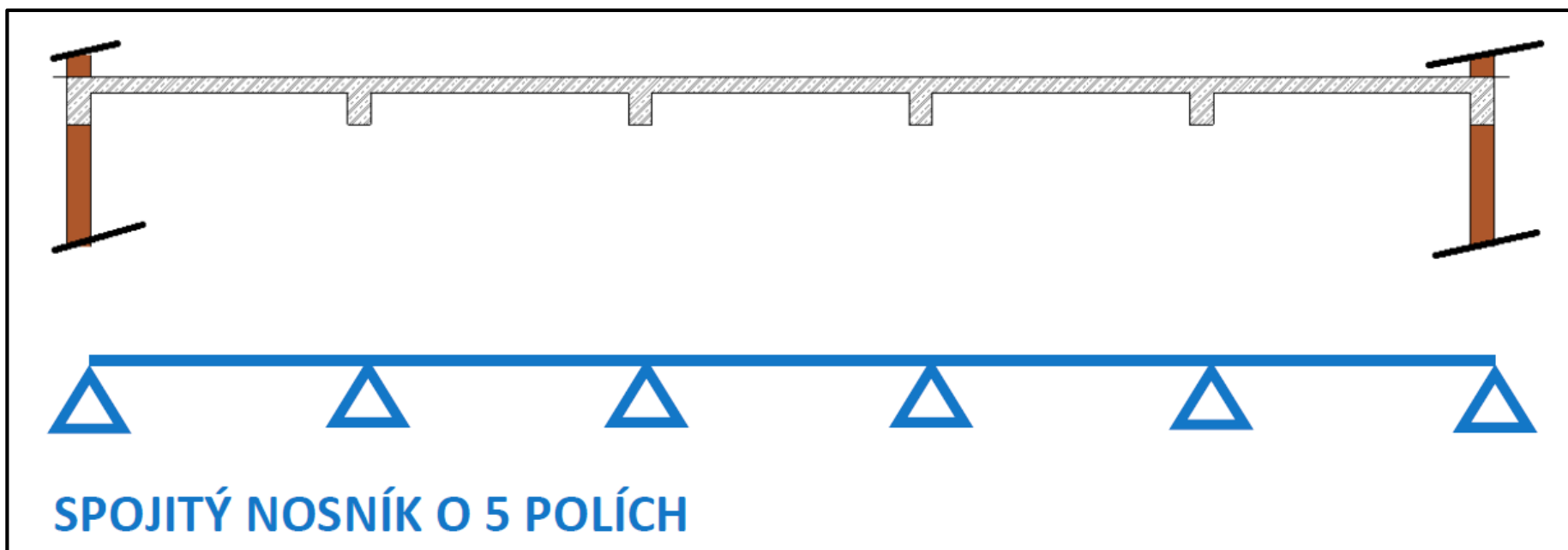
Vnitřní síly na desce a vyztužení desky budeme tedy řešit na daném výseku – takzvaně „na metr šířky desky“\*.



\*Budeme to vlastně počítat, jako kdyby to byl trám šířky 1000 mm a délky 5L4, uložený příčně na trámy T1 a T2.

# 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 5 polích**.



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

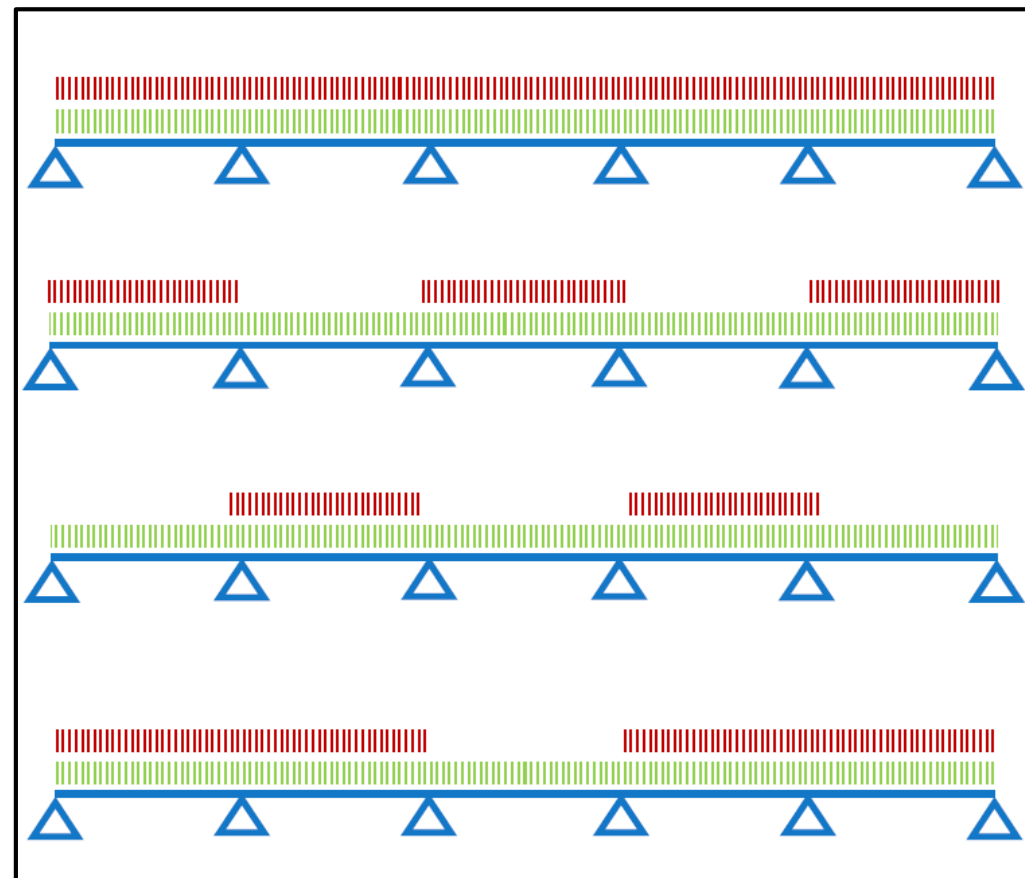


# Zatížení stropní desky

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

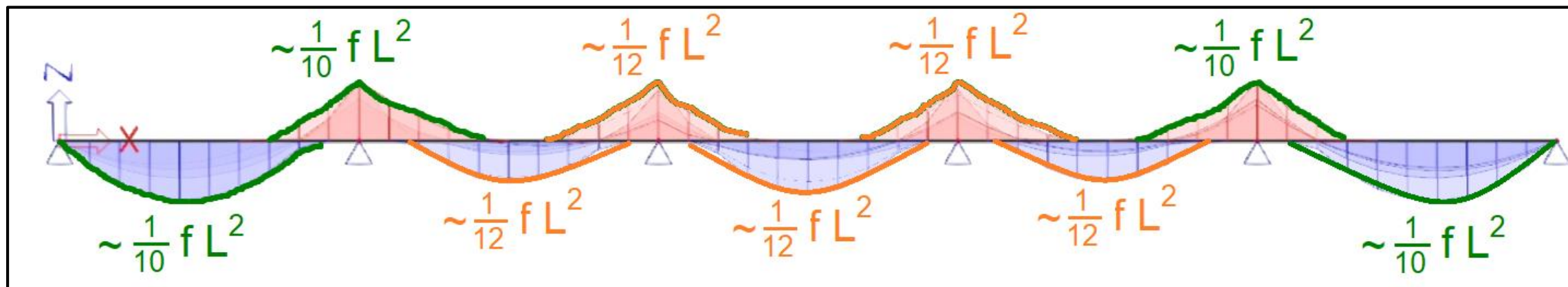
Správný postup je

- 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 empirický odhad hodnot momentů.

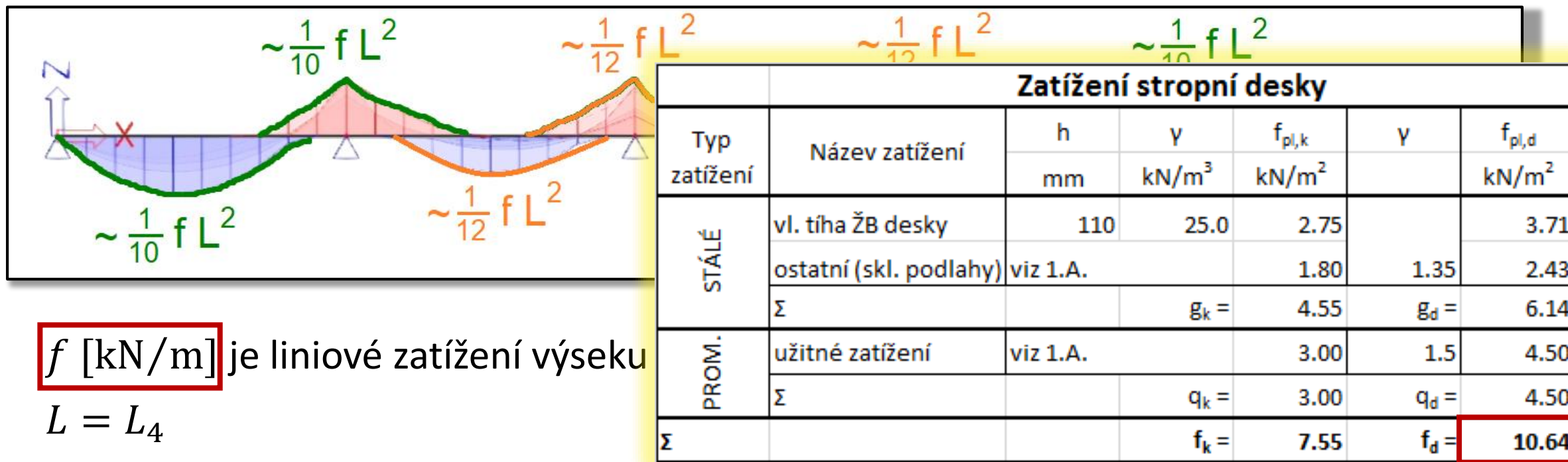


$f$  [kN/m] je liniové zatížení výseku desky\*

$$L = L_4$$

# Momenty na stropní desce

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

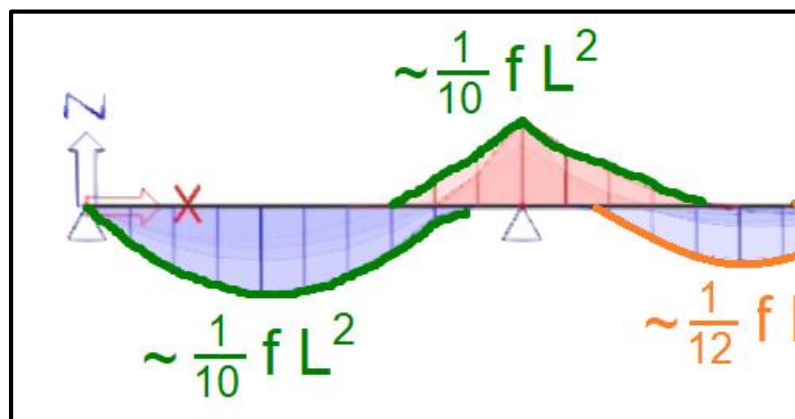


$f$  [kN/m] je liniové zatížení výseku

$$L = L_4$$

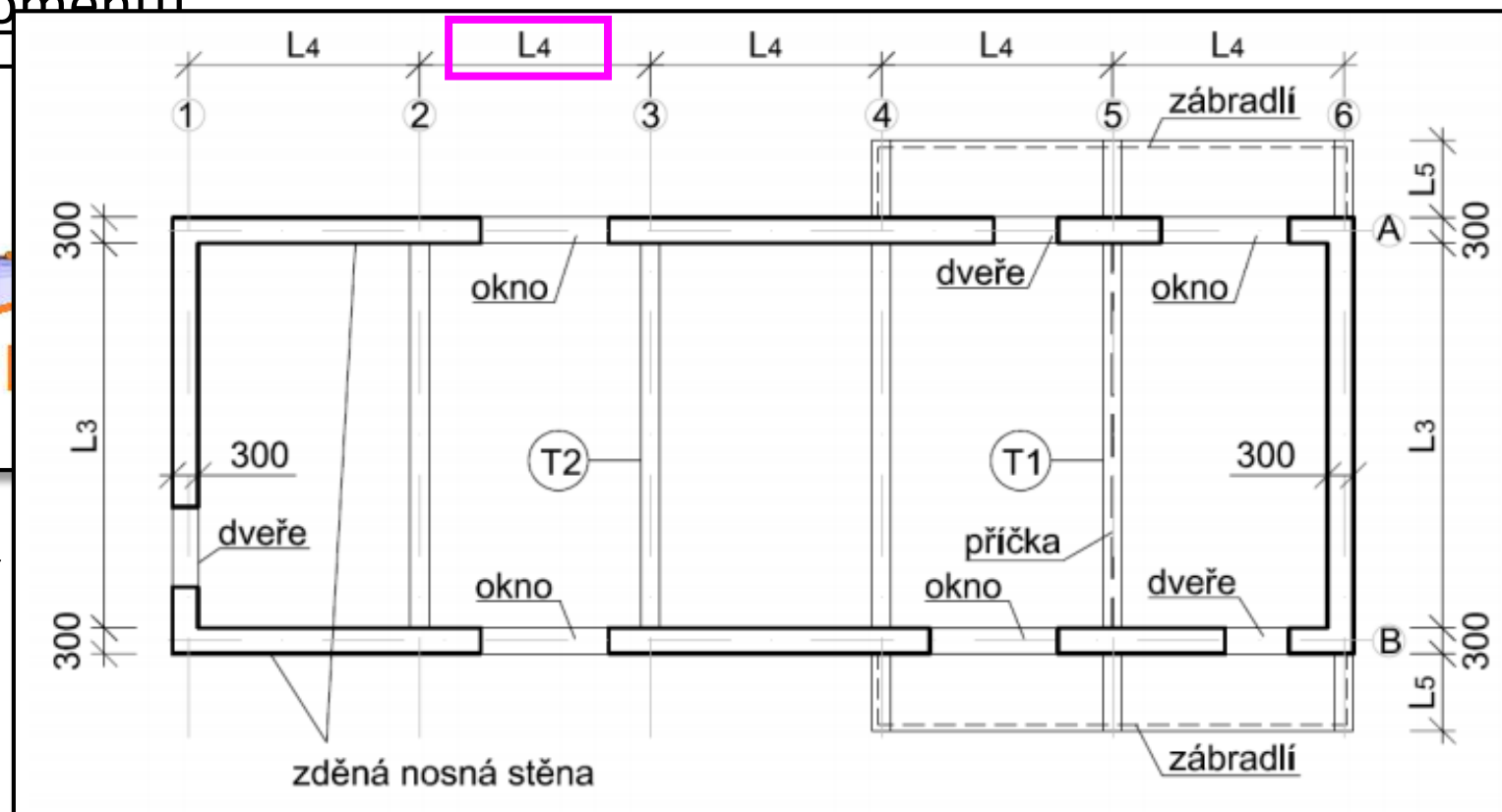
# Momenty na stropní desce

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



$f$  [kN/m] je liniové zatížení

$$L = L_4$$



# Momenty na stropní desce

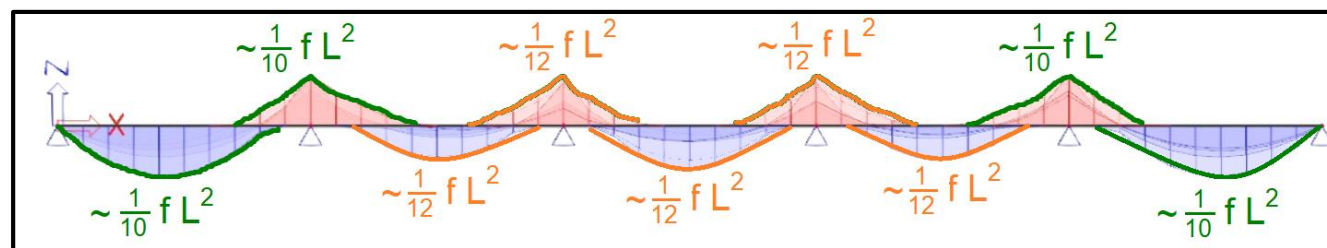
Abychom nemuseli dělat různé zatěžovací stavy, můžeme pro jednoduchost použít empirický odhad hodnot momentů.

V krajním poli a nad první vnitřní podporou:

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

Ve vnitřních polích a nad dalšími vnitřními podporami:

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



Na příště

# Na příště

Zkoukněte (zejména pokud nejste ze stavební střední) krátká úvodní videa k namáhání ohybem.

Úkol za bonusový bodík – najděte ve videích něco, co jsem řekl nejasně nebo jsem mohl říct lépe, a dejte mi vědět, jak by to bylo lepší.

PODKLADY K DOMÁCÍCH ÚLOHÁM

Úvodní informace  
[úvodní prezentace](#)

Úloha 1 – Zatížení  
Úkol 1.1 – Výpočet zatížení prvků železobetonové konstrukce  
[kompletní prezentace k zatížení](#), ([prezentace pouze teorie](#), [prezentace pouze k úkolu A-C](#), [prezentace pouze k úkolu D-E](#)),  
[video k teorii](#), [video k úkolu A-C](#), [video k úkolu D-E](#),  
[checklist](#), [online kontrola úkolu](#),  
[tabulka užitečných zatížení](#), [mapa sněhových oblastí](#), [oficiální návod](#)

Úloha 2 – Železobetonová monolitická stropní konstrukce  
Úkol 2.1 – Návrh rozměrů konstrukčních prvků  
[prezentace \(úkol\)](#),  
[videoprezentace](#),  
[checklist](#), [online kontrola úkolu](#),  
[oficiální podklady](#)

Úkol 2.2 – Výpočet zatížení a vnitřních sil desky a trámy  
[prezentace \(úkol\)](#),  
[videoprezentace](#),  
[checklist](#), [online kontrola úkolu](#),  
[oficiální podklady](#)

Úkol 2.3 – Návrh a posouzení výztuže desky  
[prezentace \(namáhání ohybem obecně\)](#), [prezentace \(posouzení obecně\)](#), [prezentace \(úkol\)](#),  
[video o namáhání ohybem \(teorie\)](#), [video o posouzení ohýbaného průřezu \(teorie\)](#), [video k úkolu](#),  
[vzorový výpočet](#), [checklist](#), [online kontrola](#),  
[oficiální podklady](#)

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.

[a v neposlední řadě, děkuji divákům v poslední řadě](#)