



Úloha 2: Železobetonová stropní konstrukce

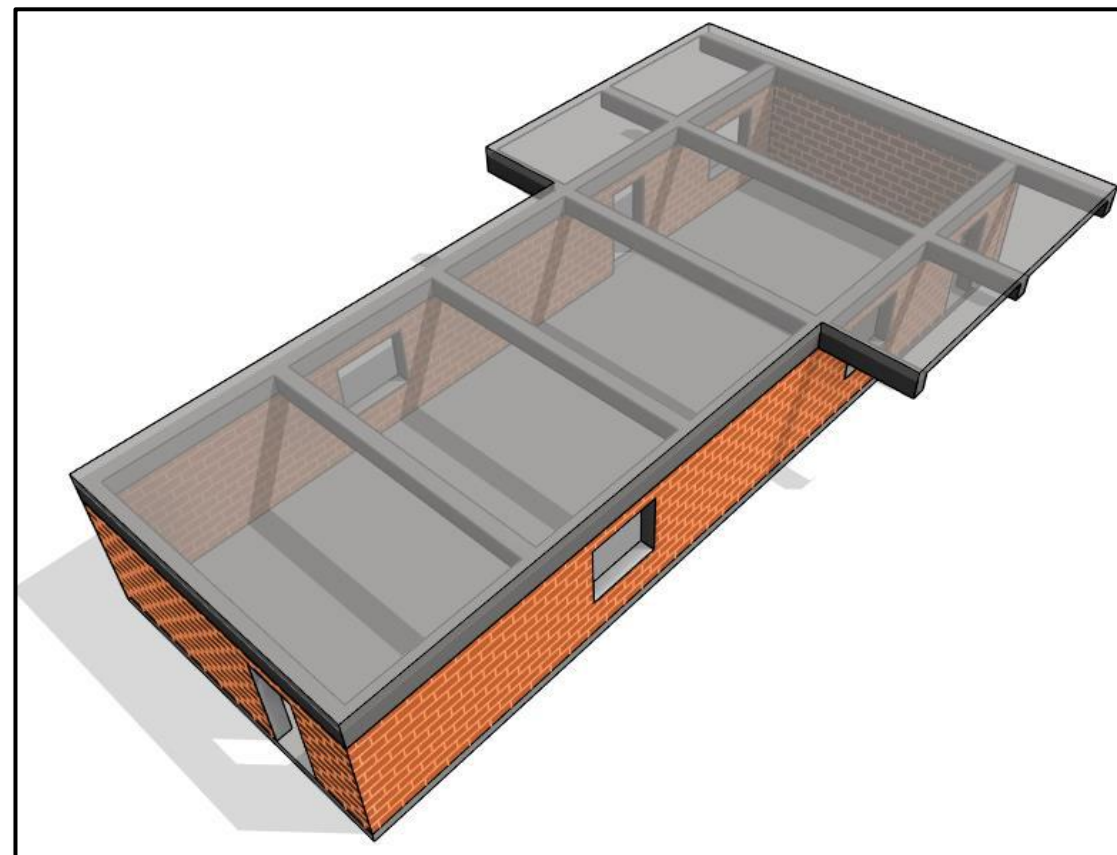
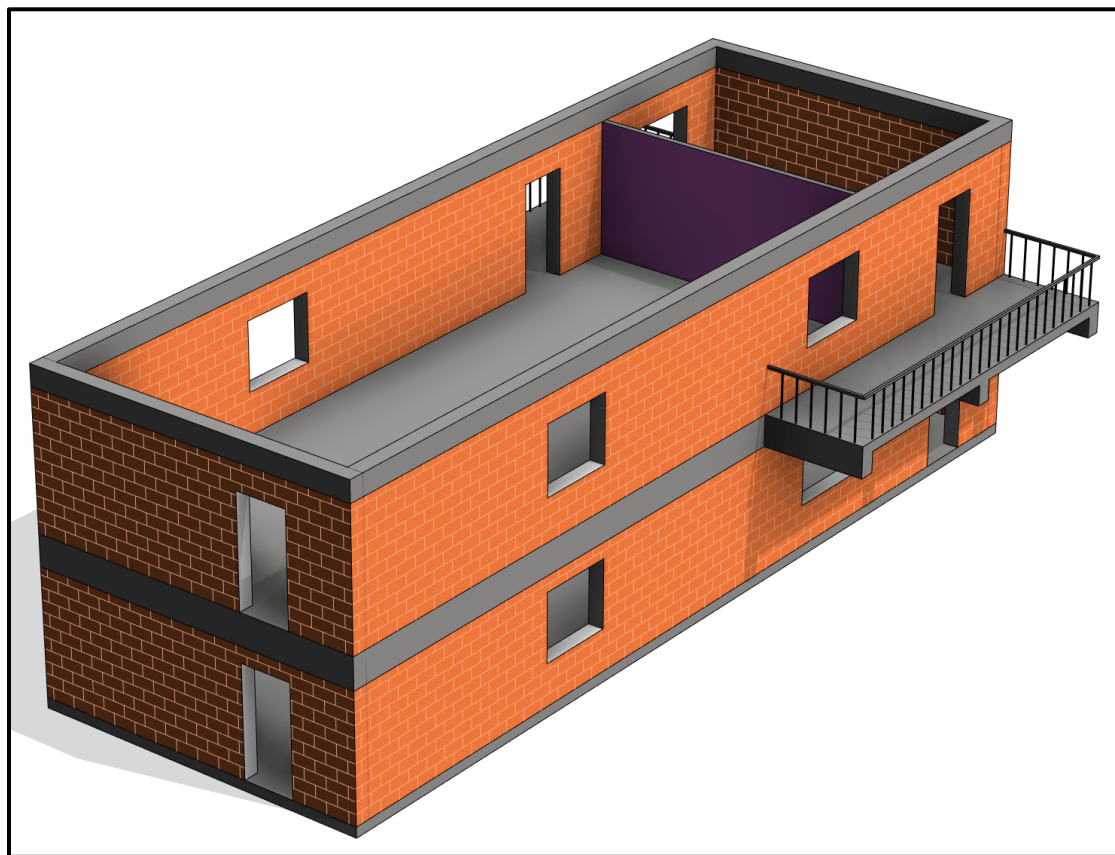
Návrh rozměrů prvků a výpočet zatížení

Prezentace k cvičení z předmětu NNKB (Štefan)

Zadání Úlohy 2

Zadání Úlohy 2

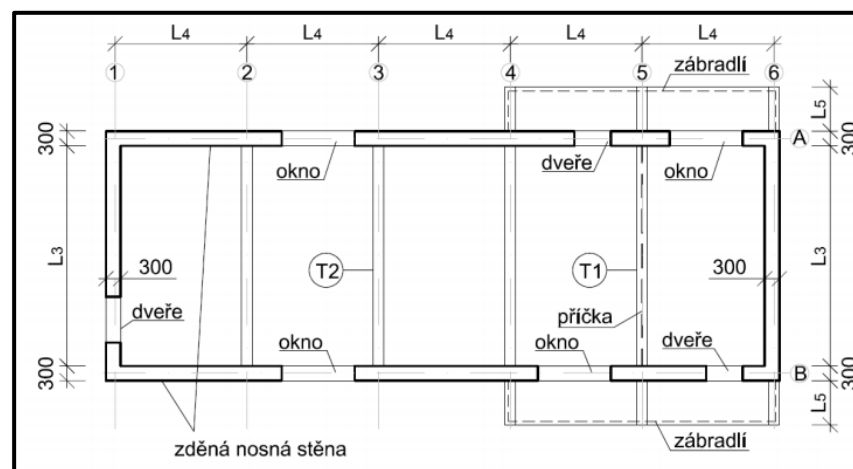
Železobetonová monolitická stropní konstrukce podepřená zděnými stěnami.



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.



Zadání Úlohy 2

V rámci této prezentace se zaměříme na

- návrh rozměrů stropních prvků (desky a trámů T1 a T2) + výpočet zatížení stropních prvků.

Návrh rozměrů stropních prvků

Návrh rozměrů stropních prvků

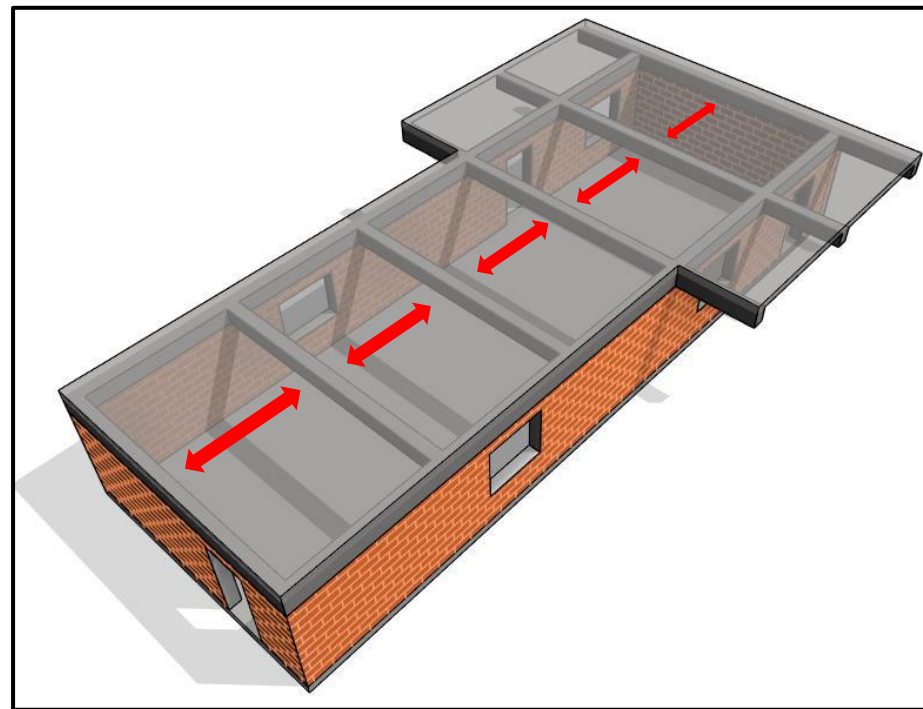
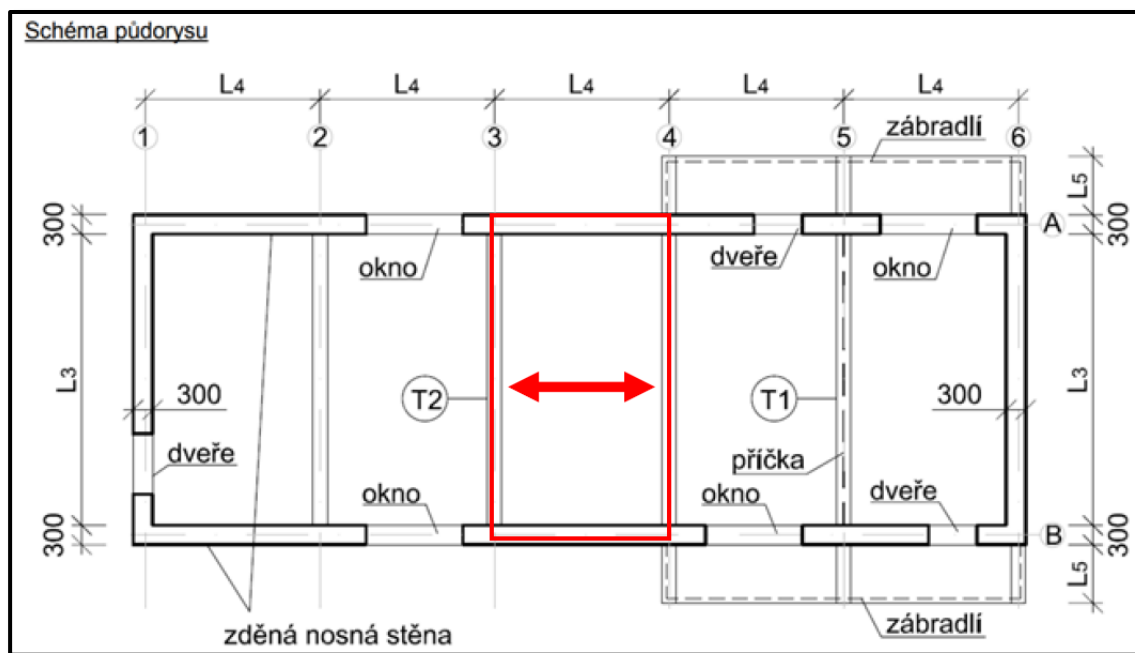
Naším úkolem je navrhnout rozměry:

- stropní desky (tloušťka desky),
- trámů (šířka a výška trámu),

a nakreslit skicu konstrukce.

Návrh tloušťky stropní desky

Tloušťku desky navrhujeme dle empirického vztahu, který vychází z teoretického rozponu desky – tj. délka desky ve směru pnutí (od teoretické podpory k teoretické podpoře).



Návrh tloušťky stropní desky

Tloušťku desky navrhujeme dle empirického vztahu, který vychází z teoretického rozponu desky – tj. délka desky ve směru pnutí (od teoretické podpory k teoretické podpoře).

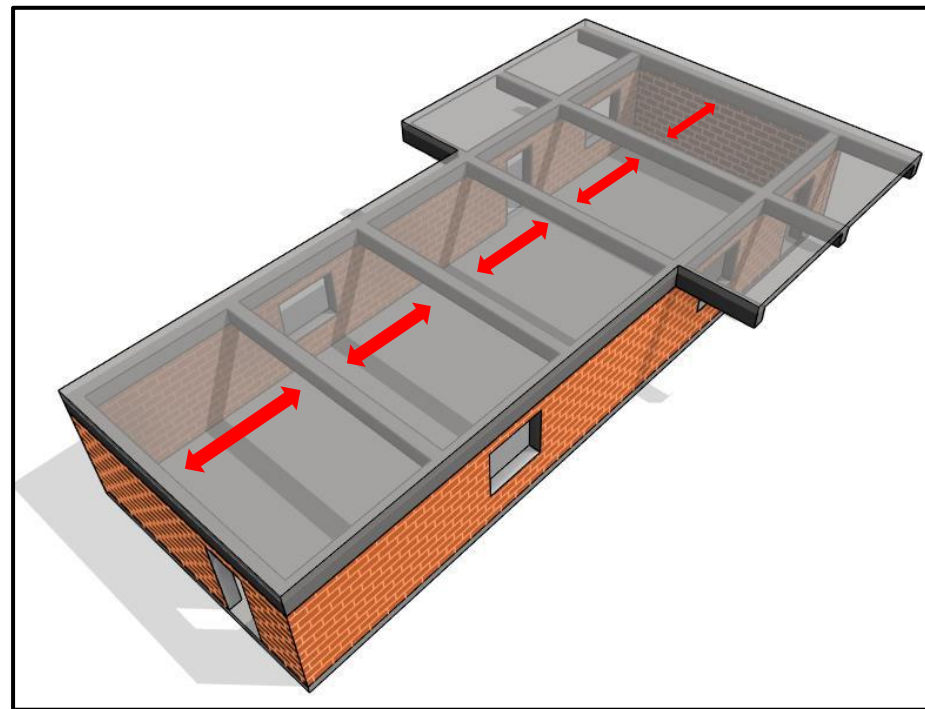
$$h_d = \left(\frac{1}{30} \text{ až } \frac{1}{25} \right) L_4,$$

kde L_4 je osová vzdálenost podporujících trámů.

Pozn.:

Tloušťku desky volte v násobcích 10 mm.

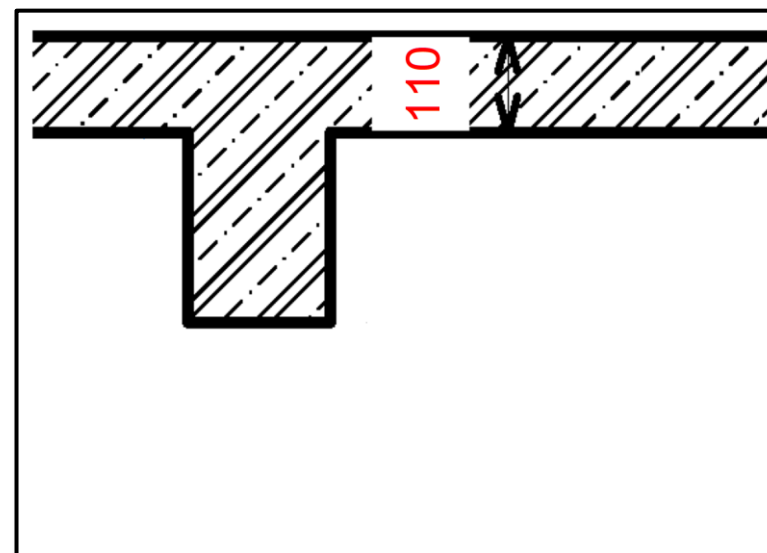
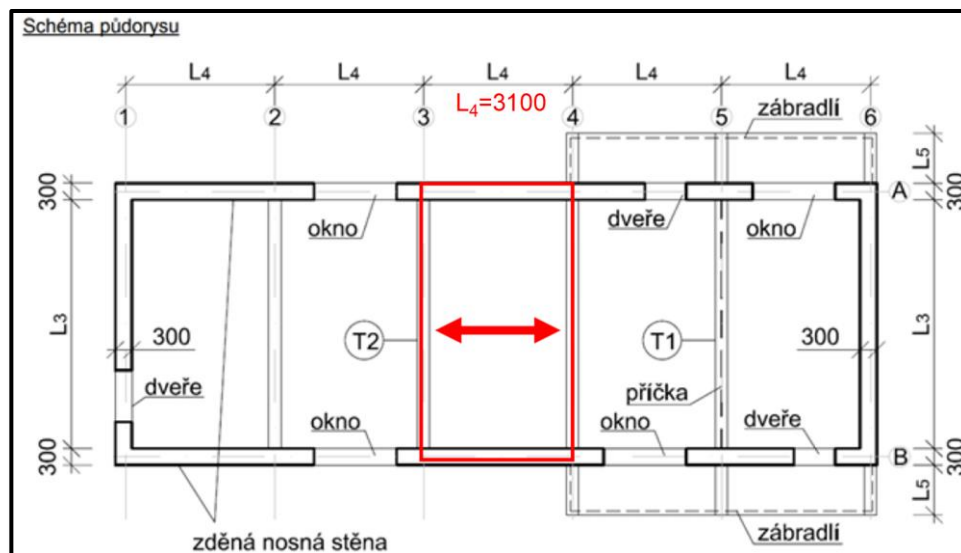
Tloušťku desky volte minimálně 100 mm.



Návrh tloušťky stropní desky

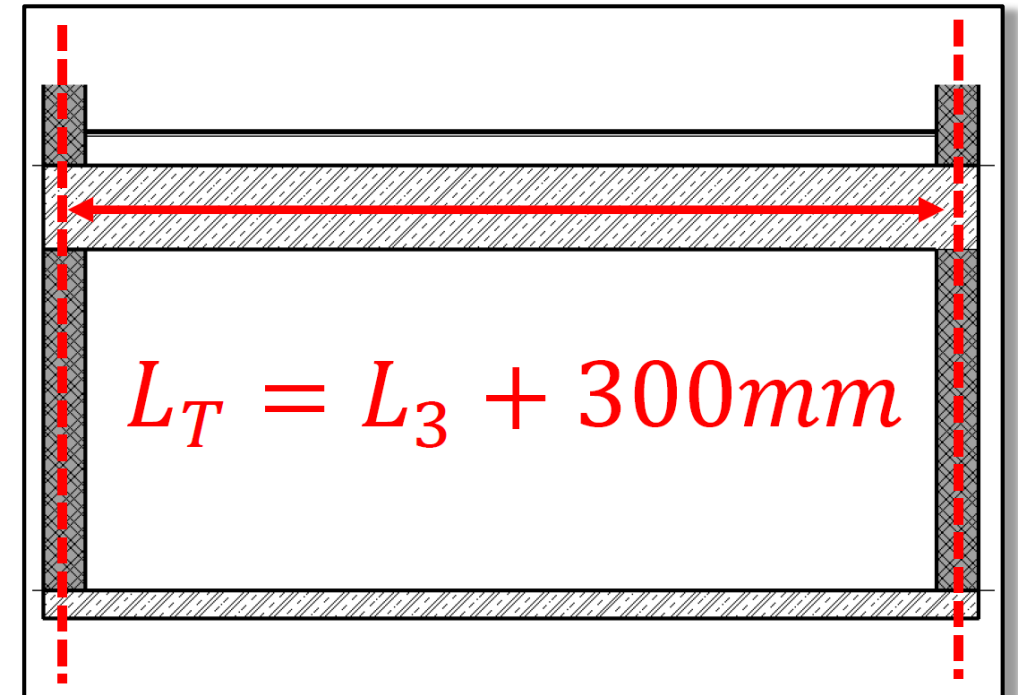
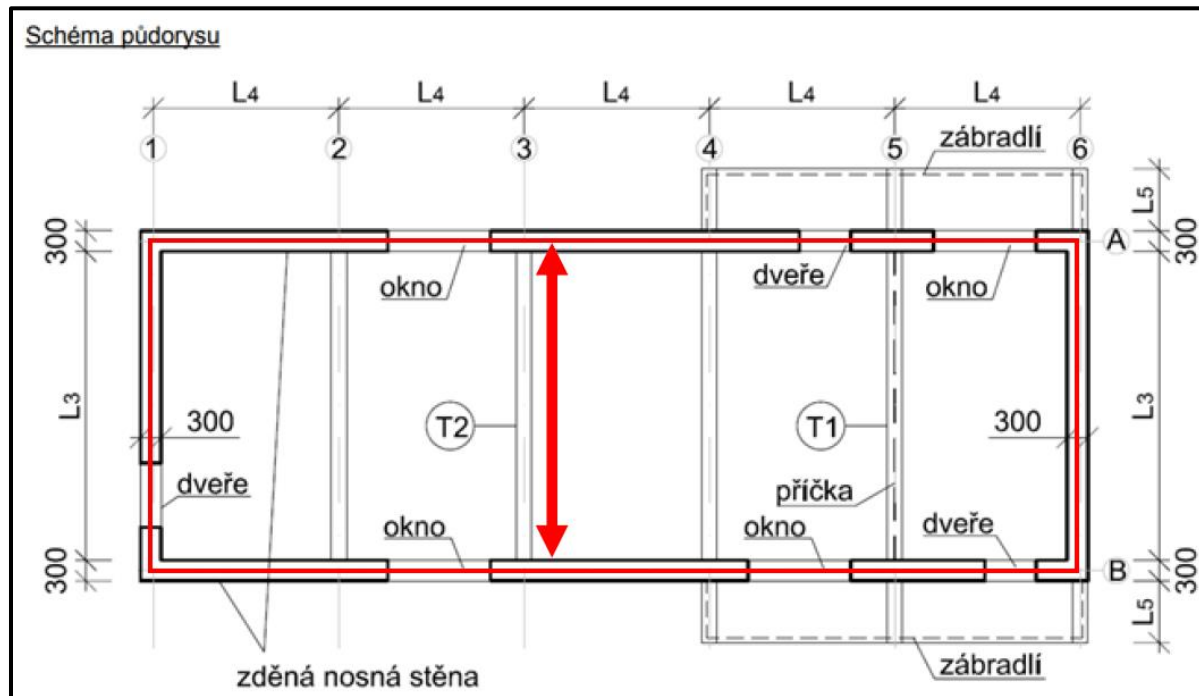
Příklad:

$$h_d = \left(\frac{1}{30} \text{ až } \frac{1}{25} \right) L_4 = \left(\frac{1}{30} \text{ až } \frac{1}{25} \right) 3100 = 103 \text{ až } 124 \rightarrow \mathbf{110 \text{ mm}}$$



Návrh rozměrů trámu

Výšku a šířku trámu navrhne dle empirického vztahu, který vychází z teoretické délky trámu – tj. délka trámu od teoretické podpory k teoretické podpoře.

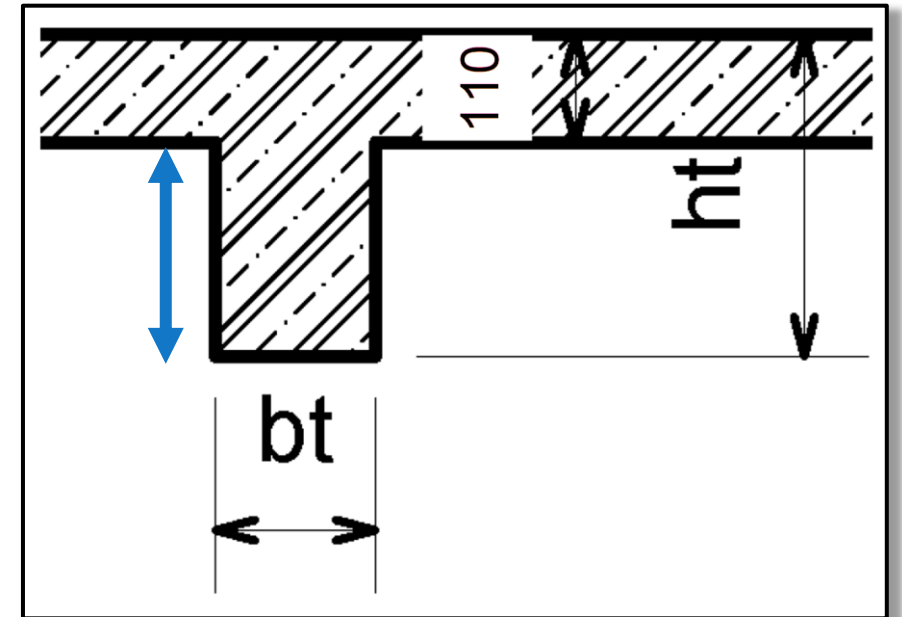


Návrh rozměrů trámu

Výšku trámu navrhujeme dle empirického vztahu

$$h_T = \left(\frac{1}{12} \text{ až } \frac{1}{10} \right) L_T,$$

kde L_T je osová teoretická délka trámu.



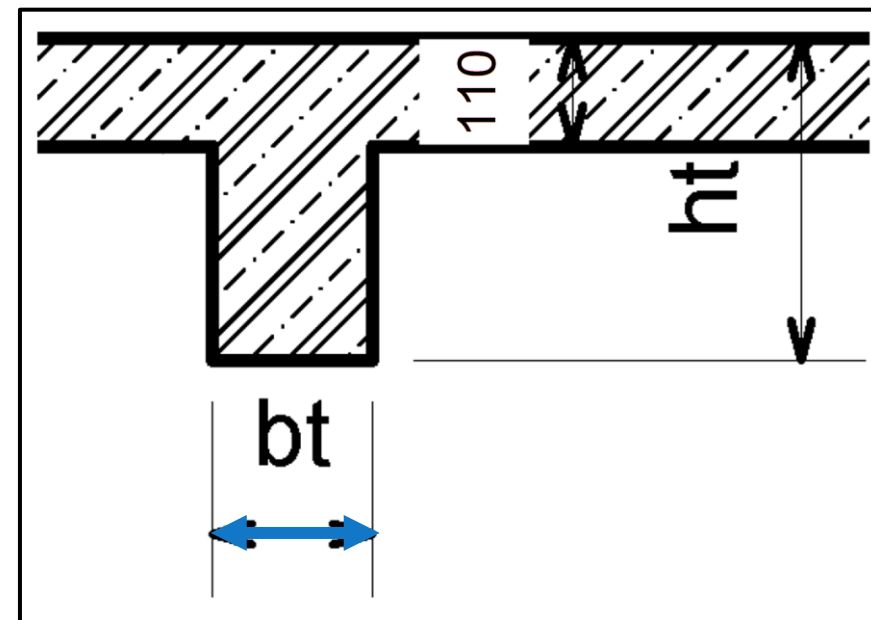
Pozn.: Výšku trámu volte tak, aby *výška trámu pod deskou* byla v násobcích 50 mm.

Návrh rozměrů trámu

Šířku trámu navrhujeme dle empirického vztahu

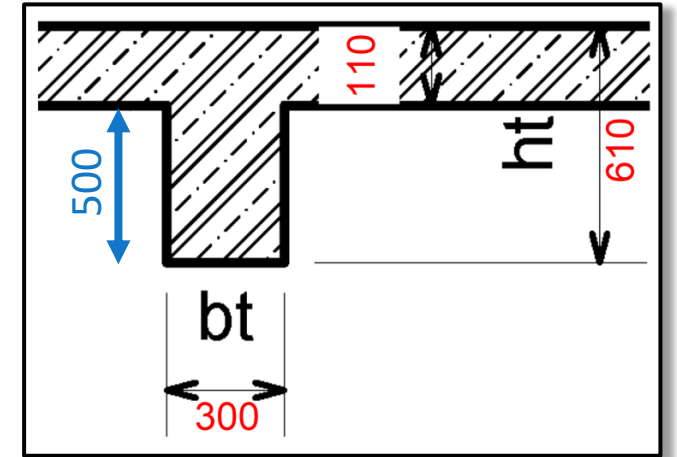
$$b_T = \left(\frac{1}{3} \text{ až } \frac{2}{3} \right) h_T,$$

kde h_T je výška trámu (vč. desky).



Pozn.: Šířku trámu volte tak, aby *šířka trámu* byla v násobcích 50 mm.

Návrh rozměrů trámu



Příklad

$$L_t = L_3 + 2 \frac{300 \text{ mm}}{2} = 6\,500 + 300 = 6\,800 \text{ m}$$

$$h_t = \left(\frac{1}{12} \text{ až } \frac{1}{10} \right) L_T = \left(\frac{1}{12} \text{ až } \frac{1}{10} \right) 6\,800 = 577 \text{ až } 680 \rightarrow \mathbf{610 \text{ mm}}$$

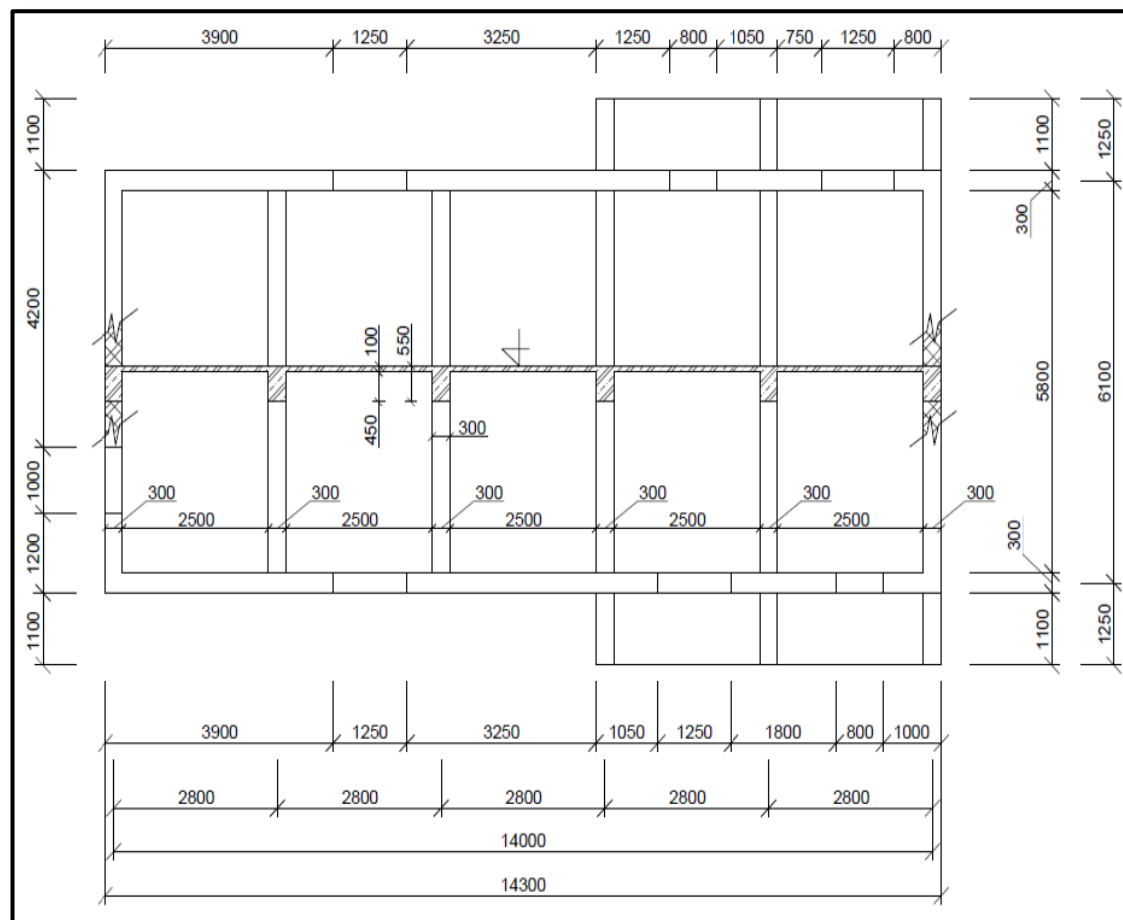
$$b_t = \left(\frac{1}{3} \text{ až } \frac{2}{3} \right) h_t = \left(\frac{1}{3} \text{ až } \frac{2}{3} \right) 610 = 203 \text{ až } 407 \rightarrow \mathbf{300 \text{ mm}}$$

Skica konstrukce

Skica konstrukce

Do statického výpočtu naskicujeme* půdorys konstrukce a sklopený řez stropní konstrukcí. Do skici patří

- půdorys včetně otvorů,
- sklopené řezy,
- kóty
 - konstrukcí a otvorů,
 - modulové (osové),
 - celkové,
 - sklopených řezů.



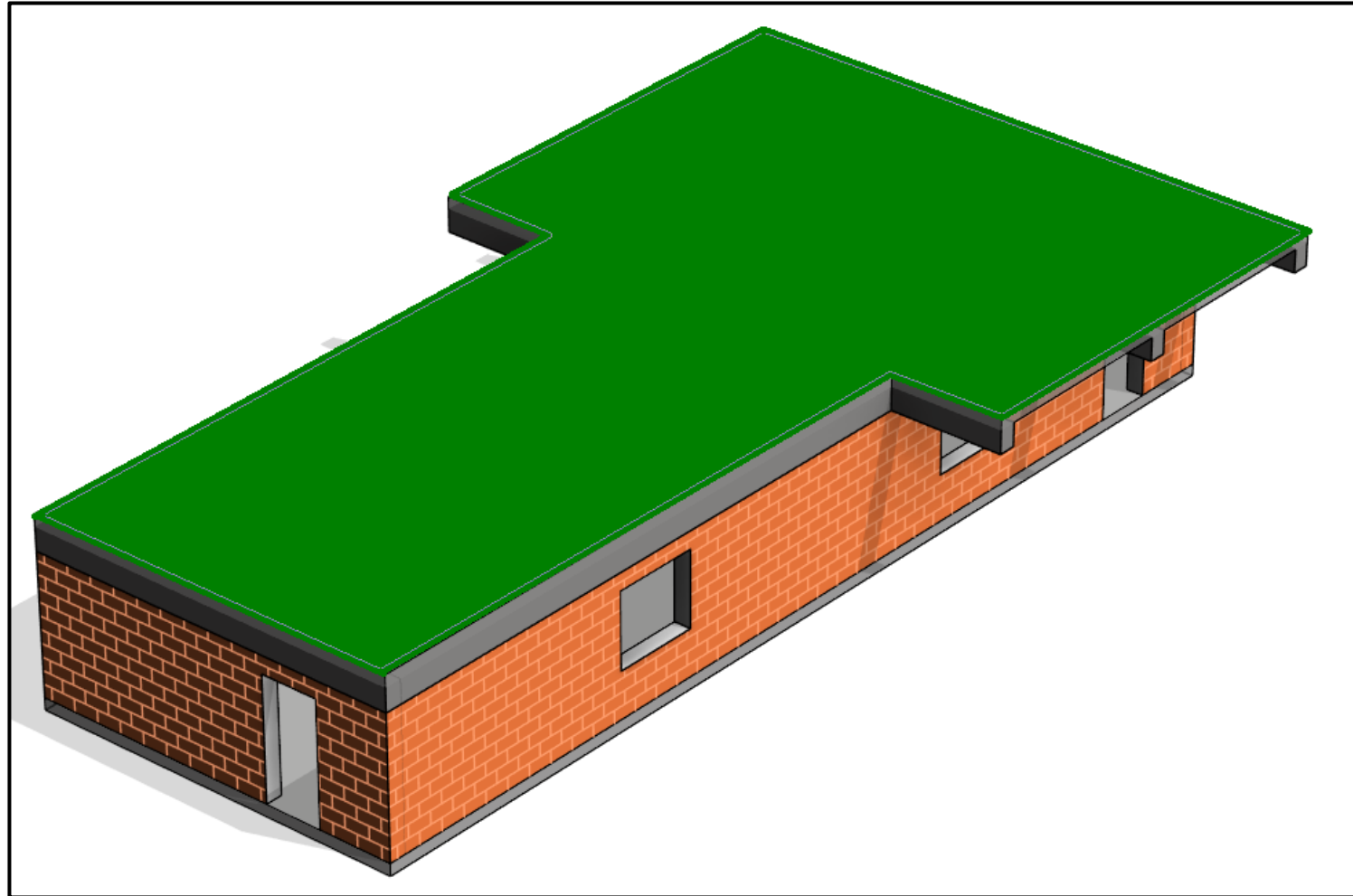
Výpočet zatížení stropních prvků

Výpočet zatížení stropních prvků

Musíme určit

- plošné zatížení stropní desky,
- liniové (a bodové) zatížení trámu T1
 - zatížení trámu v poli,
 - zatížení trámu na konzolách,
- liniové zatížení trámu T2.

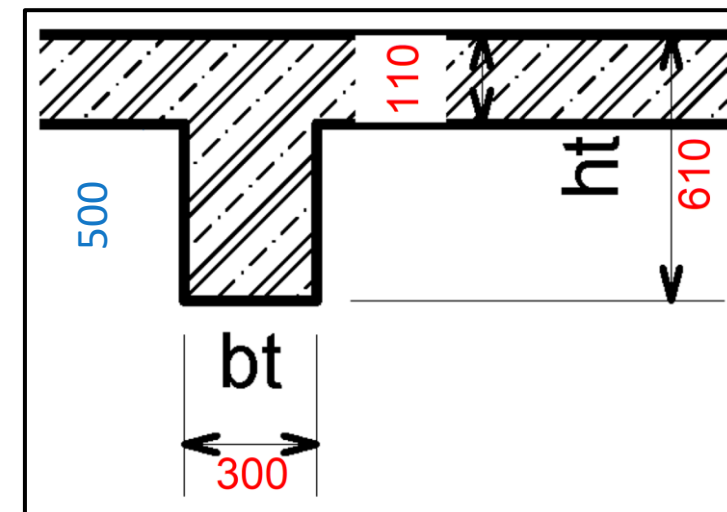
Zatížení stropní desky



Zatížení stropní desky

Tloušťku stropní desky jsme si navrhli z empirického vztahu.

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



Zatížení stropní desky

Tíhu ostatního stálého zatížení a užitného zatížení přebíráme ze zadání (z Úlohy 1).

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

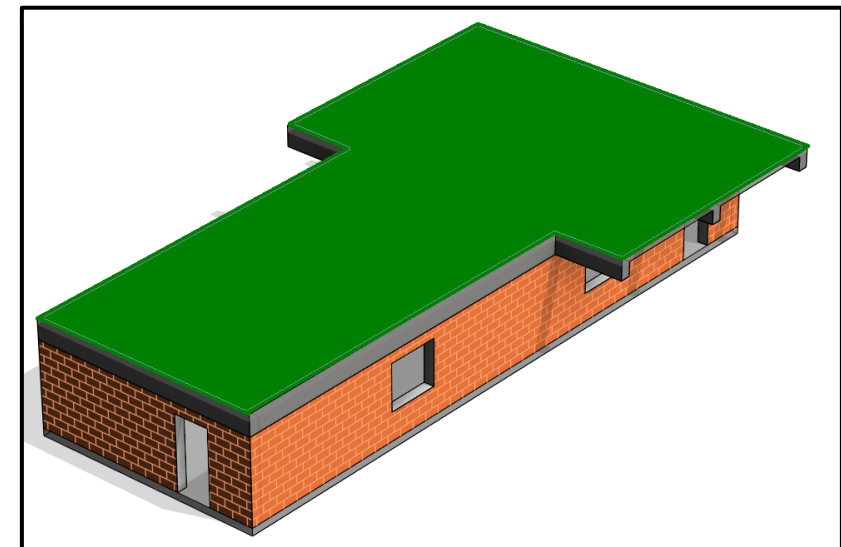
Zatížení stropní desky							
Typ zatížení	Název zatížení	h	ρ	ρ_{pl}	char. zat.	γ	nav. zat.
		mm	kg/m^3	kg/m^2	kN/m^2		
STÁLÉ	nášlapná vrstva	10	-	7.3	0.07	1.35	0.10
	roznášecí vrstva	90	1900	171.0	1.71		2.31
	izolace	40	40	1.6	0.02		0.02
	vl. tíha ŽB desky	150	2500	375.0	3.75		5.06
	Σ			$g_k =$	5.55		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	čítárna			3.00	1.5	4.50
	Σ			$q_k =$	3.00	$q_d =$	4.50
	Σ			$f_k =$	8.55	$f_d =$	11.99

<http://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/vyuka/NNKB/prezentace/cv01b.pdf>

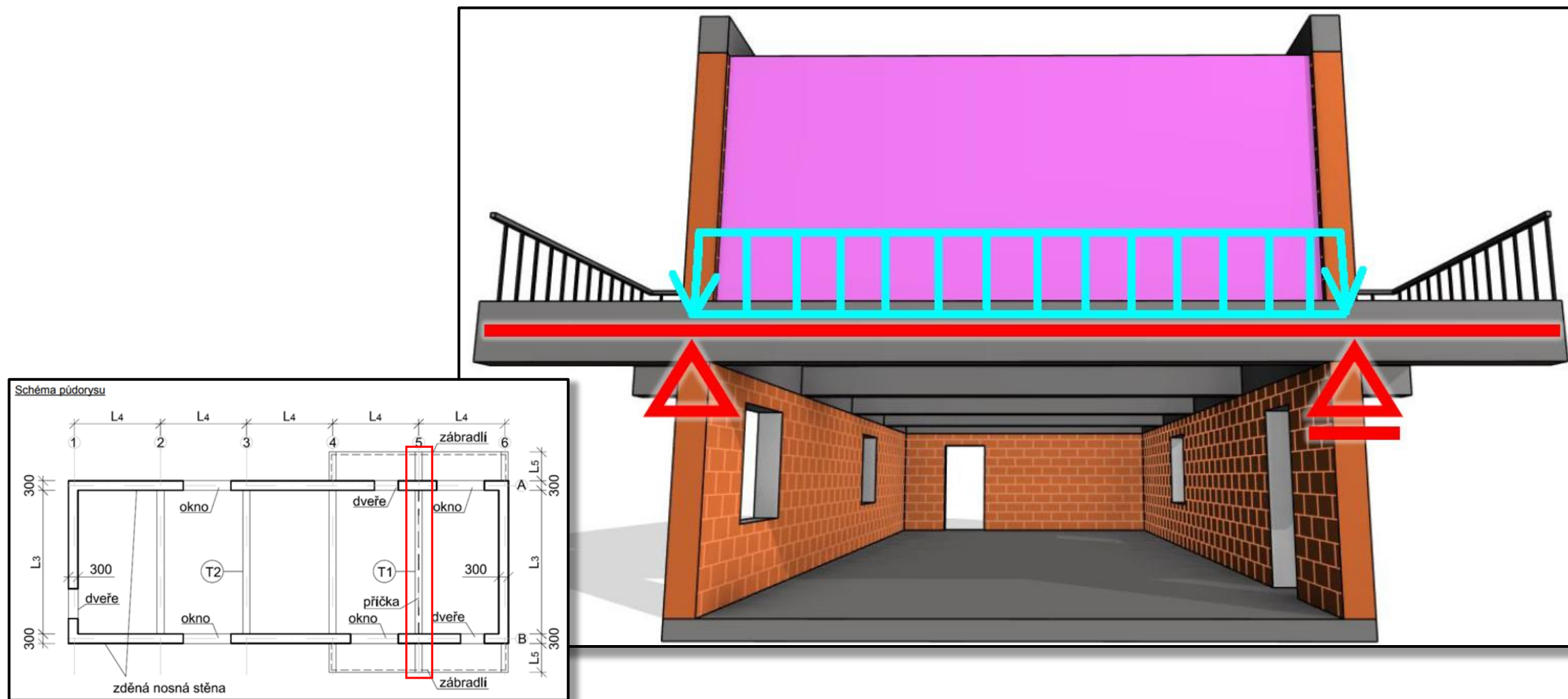
Zatížení stropní desky

Sečtením stálého a proměnného zatížení získáme celkové plošné zatížení desky.

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



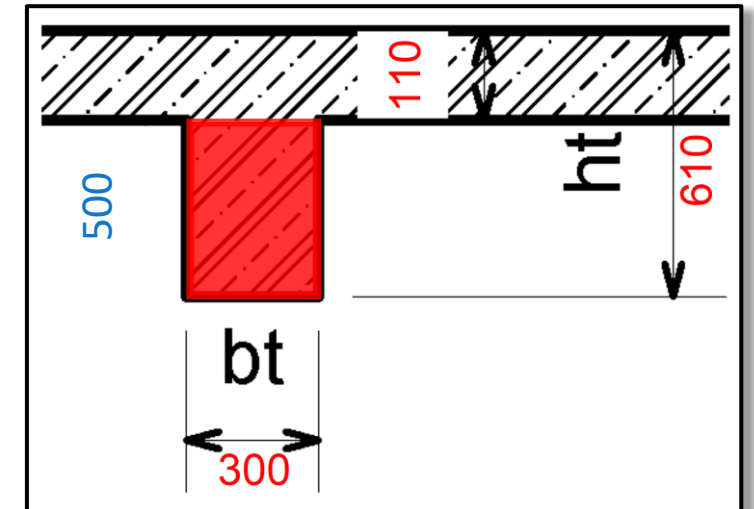
Zatížení trámu T1 v poli



Zatížení trámu T1 v poli

Vlastní tíhu trámu určíme z navržených rozměrů trámu.

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	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		3.75		5.06
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11	1.35	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 v poli

Stále a proměnné plošné zatížení desky převezmeme z tabulky výše.

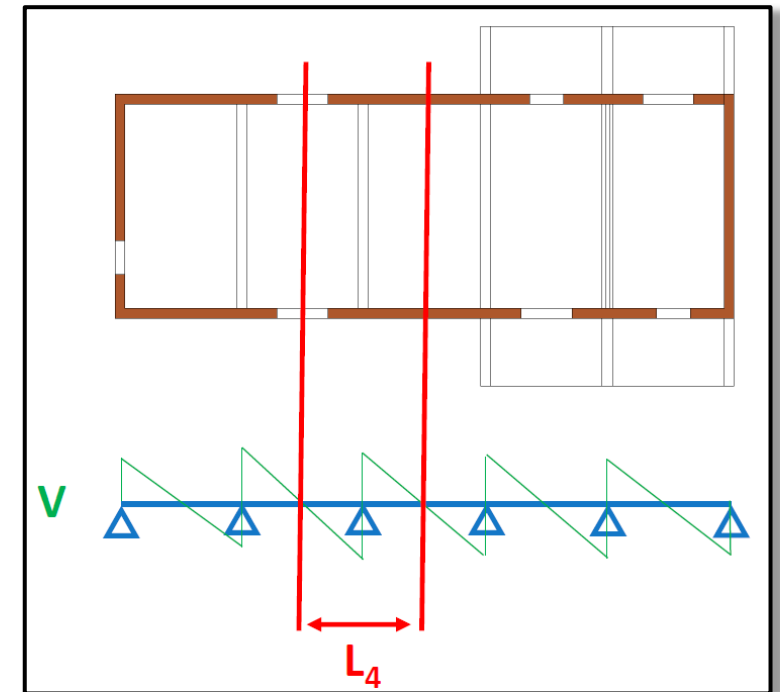
Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$	zat. šíř./výš.	$f_{lin,k}$	γ	$f_{lin,d}$
		kN/m ²		m		kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		3.75	1.35	5.06
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04
	příčka	1.28	2.39	3.06		4.13
	Σ		$g_k =$	20.91		$g_d =$
PROM.	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 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.			1.80		2.43
	Σ		$g_k =$	4.55		$g_d =$
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

Zatížení trámu T1 v poli

Zatěžovací šířka desky působící na trám leží mezi polovinami rozpětí desek.

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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		$g_d =$
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 v poli

Plošnou tíhu příčky určíme ze zadání.

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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		$g_d =$
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

Parametry zadání

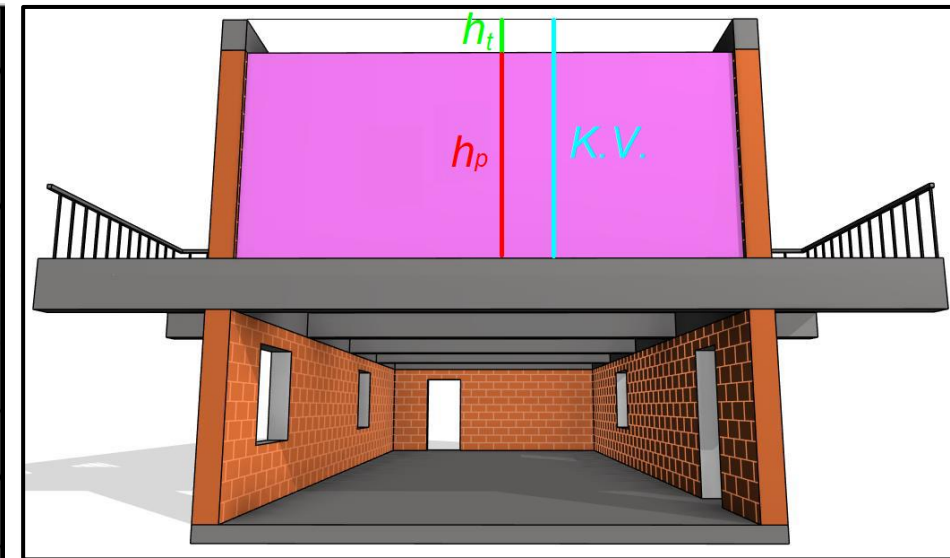
Rozměry: $L_3 = \dots\dots\dots$ m $L_4 = \dots\dots\dots$ m $L_5 = \dots\dots\dots$ m
 Materiály: výztuž - ocel B500B beton $\dots\dots\dots$ Krycí vrstva c = $\dots\dots\dots$ mm
 Příčka: plošná hm. $m = \dots\dots\dots$ kg/m² K.V. $\dots\dots\dots$ m

$$g_p = m_p / 100$$

Zatížení trámu T1 v poli

Zatěžovací výška příčky působící na trám je od paty příčky (horního povrchu desky) k hlavě příčky (spodní povrch trámu).

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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		$g_d =$
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

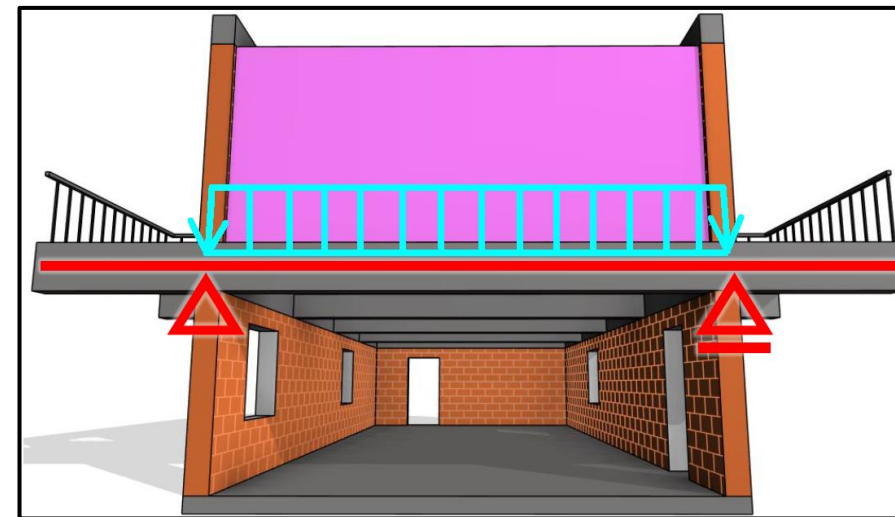


$$h_p = K.V. - h_t$$

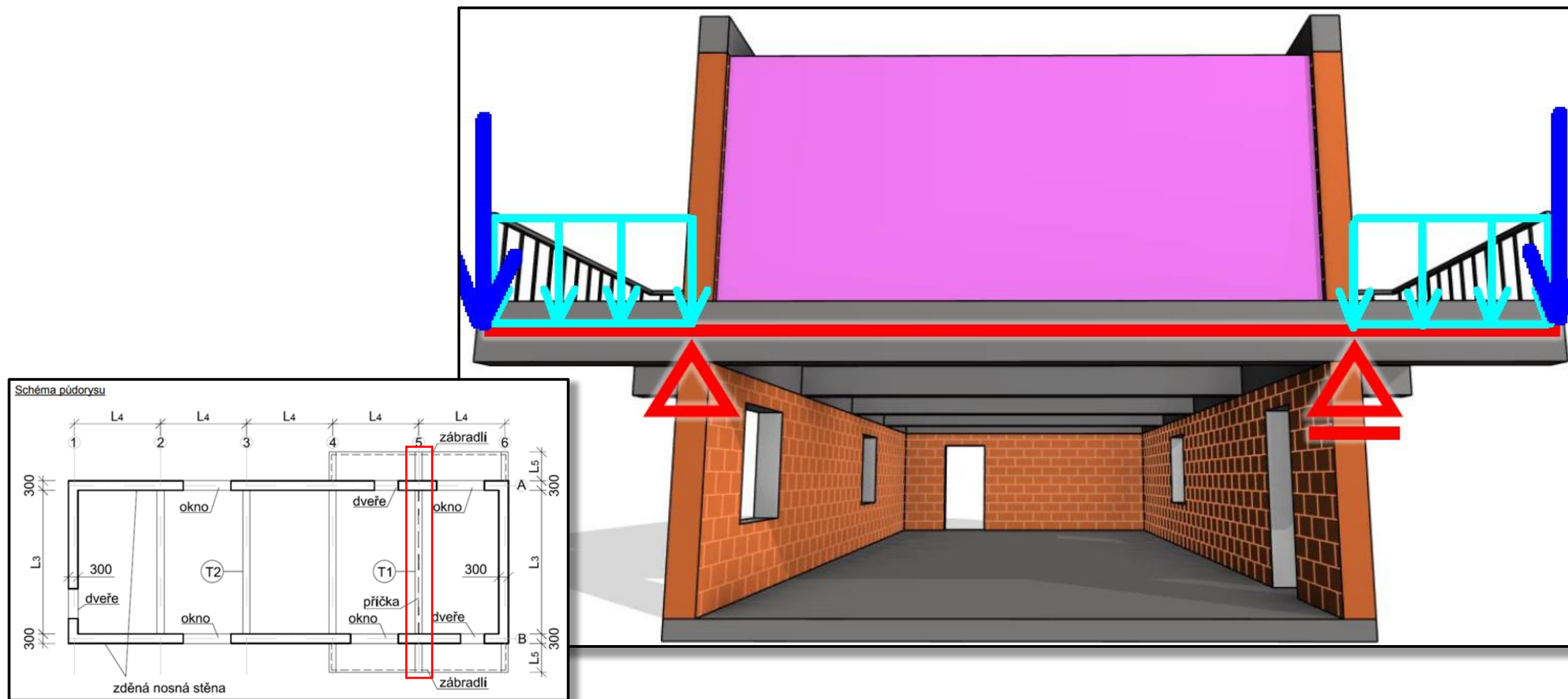
Zatížení trámu T1 v poli

Sečtením stálého a proměnného zatížení získáme celkové liniové zatížení trámu T1 v poli.

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	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		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		$g_d =$
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



Zatížení trámu T1 na konzolách

Vlastní tíha trámu a stálé zatížení od desky je stejné jako v poli.

Zatížení trámu T1 na konzolách						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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		$g_d =$
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

Na balkónech se vždy uvažuje užitné zatížení minimálně 3 kN/m². Na konzolách bude tedy užitné zatížení $\max(q_{pl,k}; 3 \text{ kN/m}^2)$, kde $q_{pl,k}$ je užitné zatížení uvnitř.

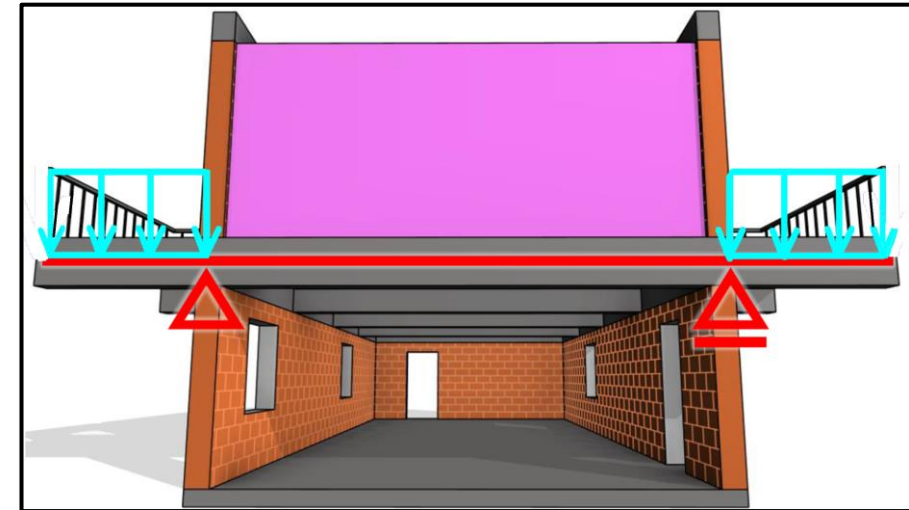
Zatížení trámu T1 na konzolách							
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ kN/m	
STÁLÉ	vl. tíha trámu	0.3·(0.61-0.11)·25		3.75	1.35	5.06	
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04	
	Σ		$g_k =$	17.86		$g_d =$	24.10
	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30		1.5	13.95
PROM.	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95	
Σ			$f_k =$	27.16	$f_d =$	38.05	

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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		$g_d =$
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

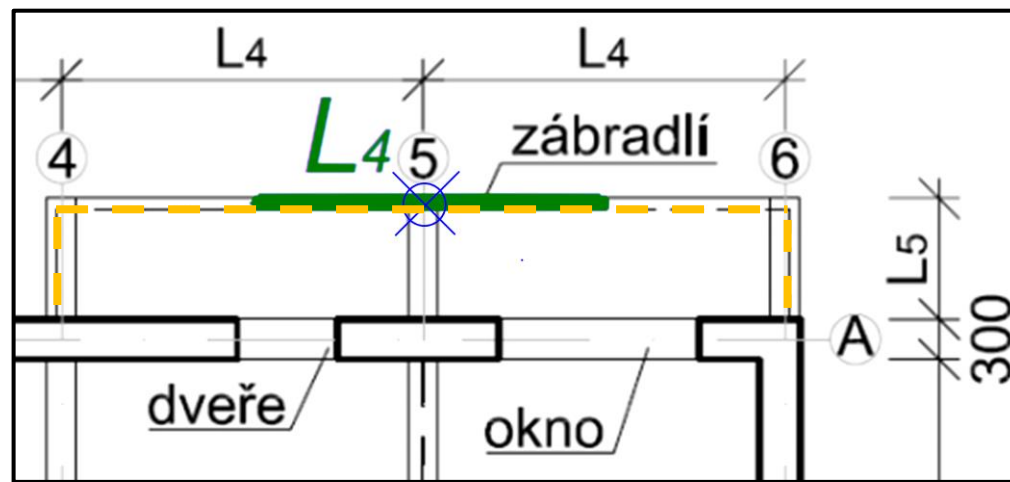
Sečtením stálého a proměnného zatížení získáme celkové liniové zatížení trámu T1 na konzolách.

Zatížení trámu T1 na konzolách						
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	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		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



Zatížení trámu T1 na konzolách

Na koncích konzol je umístěno příčně vedoucí zábradlí o liniové tíze 0.6 kN/m. Zatěžovací šířka zábradlí působícího na trám leží mezi polovinami rozpětí desek.



Návrhovou hodnotu bodové síly od zábradlí určíme jako

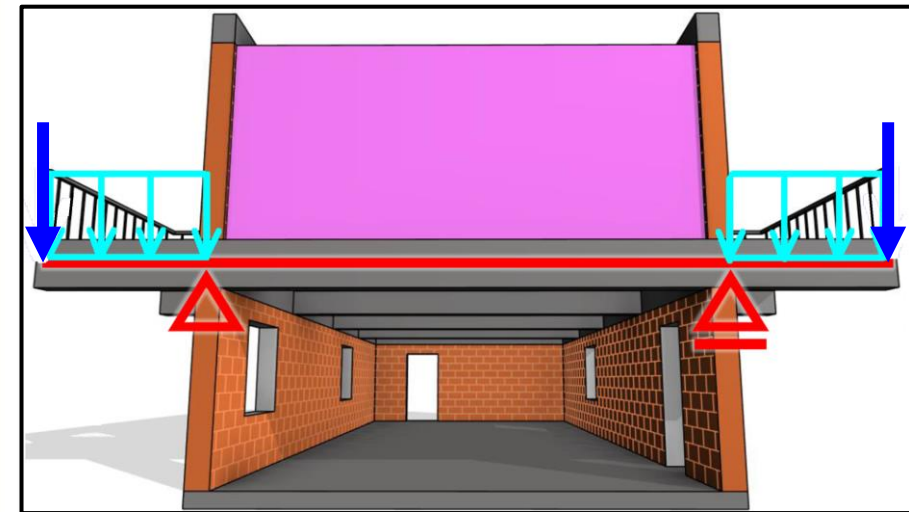
$$F_d = \gamma_G F_k = \gamma_G f_{k,lin} L_4 = 1.35 \cdot 0.6 \cdot L_4$$

Zatížení trámu T1 na konzolách

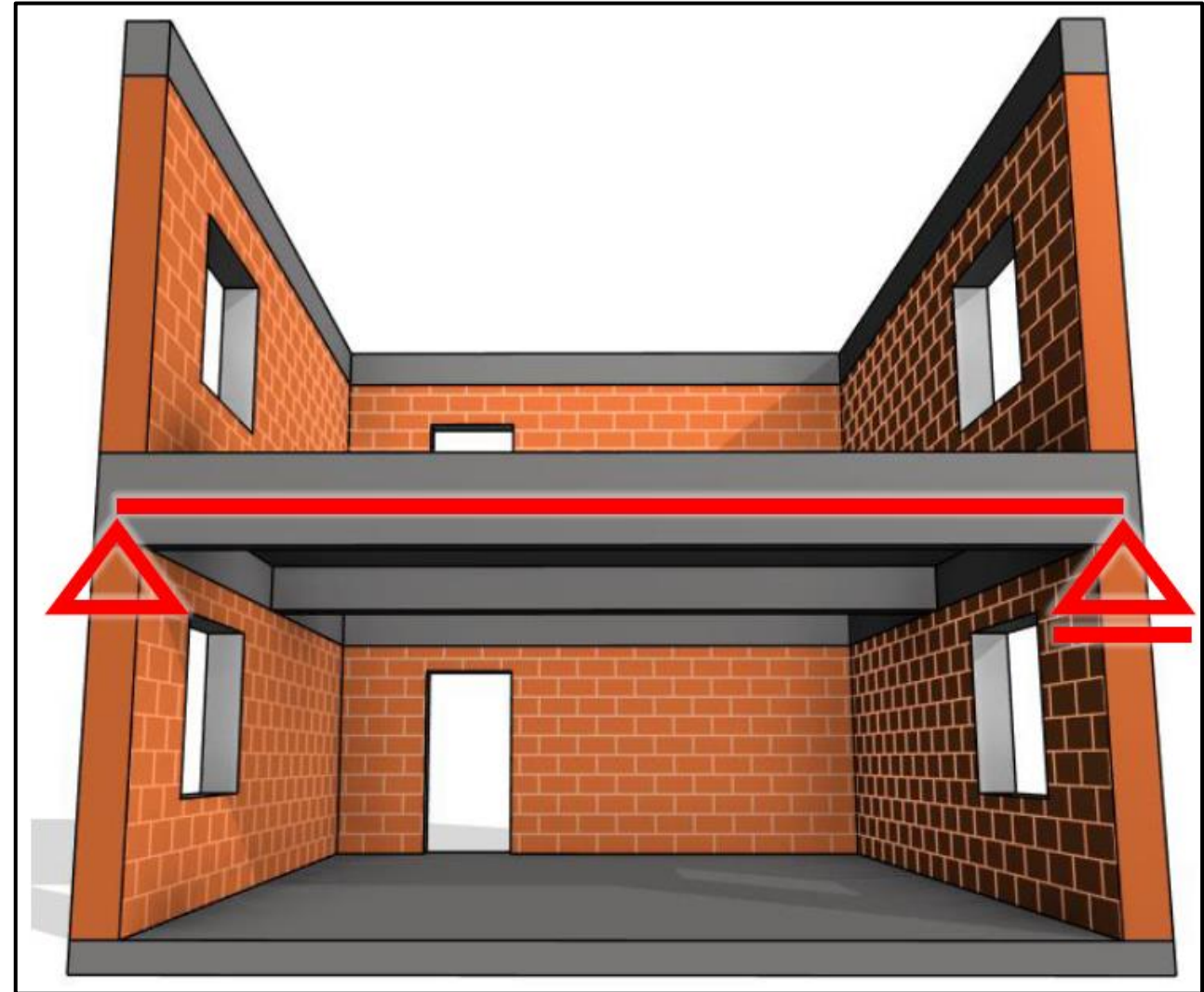
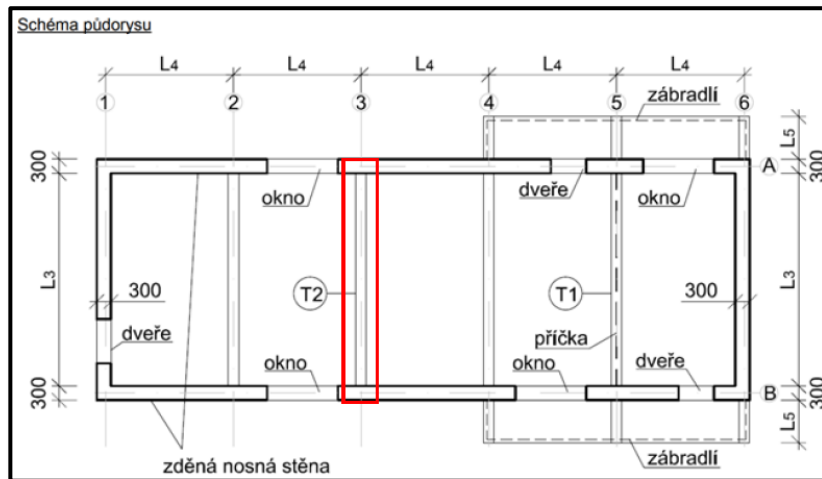
Na trám T1 na konzolách tedy působí **liniové zatížení** a **bodové síly**.

Zatížení trámu T1 na konzolách						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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		$g_d =$
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

$$F_d = 1.35 \cdot 0.6 \cdot L_4$$



Zatížení trámu T2



Zatížení trámu T2

Vlastní tíha trámu a zatížení od desky je stejné jako pro trám T1 v poli*.

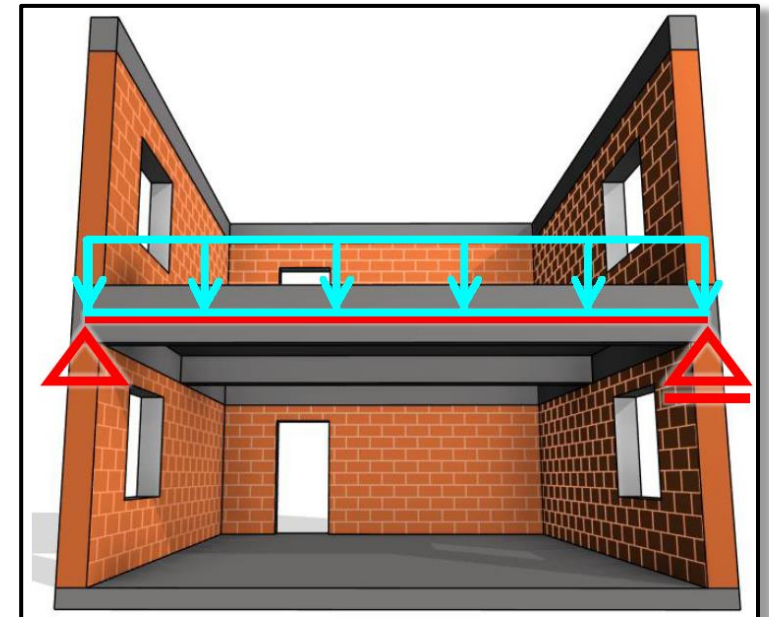
Zatížení trámu T2						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ kN/m
STÁLÉ	vl. tíha trámu	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		3.75	1.35	5.06
	stálé od desky	4.55	3.10	14.11		19.04
	Σ		$g_k =$	17.86		$g_d =$
PROM.	užitné zatížení	3.00	3.10	9.30	1.5	13.95
	Σ		$q_k =$	9.30	$q_d =$	13.95
Σ			$f_k =$	27.16	$f_d =$	38.05

Zatížení trámu T1 v poli						
Typ zatížení	Název zatížení	$f_{pl,k}$ kN/m ²	zat. šíř./výš. m	$f_{lin,k}$ kN/m	γ	$f_{lin,d}$ 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		$g_d =$
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 T2

Sečtením stálého a proměnného zatížení získáme celkové liniové 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	$0.3 \cdot (0.61 - 0.11) \cdot 25$		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



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.

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