



*Úloha 4 – Posouzení průhybu*

# Posouzení ohybové štíhlosti

Prezentace k cvičení z předmětu NNKB (paralelka Štefan)

# Zadání Úlohy 4

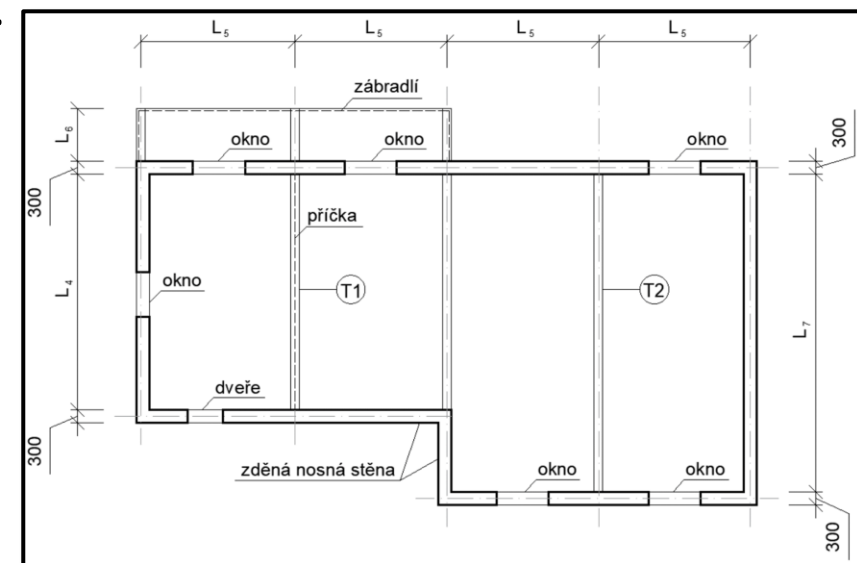
# Zadání Úlohy 4

Pro prvky řešené v úloze 2:

- stropní deska,
- trám T1 (pole i konzola),
- trám T2.

provedte posouzení průhybu užitím podmínky omezení ohybové štíhlosti.

U každého posouzení uveďte, co z výsledku vyplývá, a případně jaké kroky či opatření je nutné provést.



# Mezní stavy použitelnosti

# Mezní stavy použitelnosti

Při posuzování konstrukcí musíme kromě mezních stavů únosnosti\* řešit i mezní stavy použitelnosti – tj. zda bude konstrukce v pořádku při běžném provozu.

# Mezní stavy použitelnosti

V praxi řešíme tři obvyklé stavy použitelnosti:

- mezní stav omezení napětí,
- mezní stav omezení trhlin,
- mezní stav omezení průhybů.

# Mezní stavy použitelnosti

V praxi řešíme tři obvyklé stavy použitelnosti:

- mezní stav omezení napětí,
- mezní stav omezení trhlin,
- mezní stav omezení průhybů.

V této prezentaci se zaměříme pouze na mezní stav omezení průhybů\*.

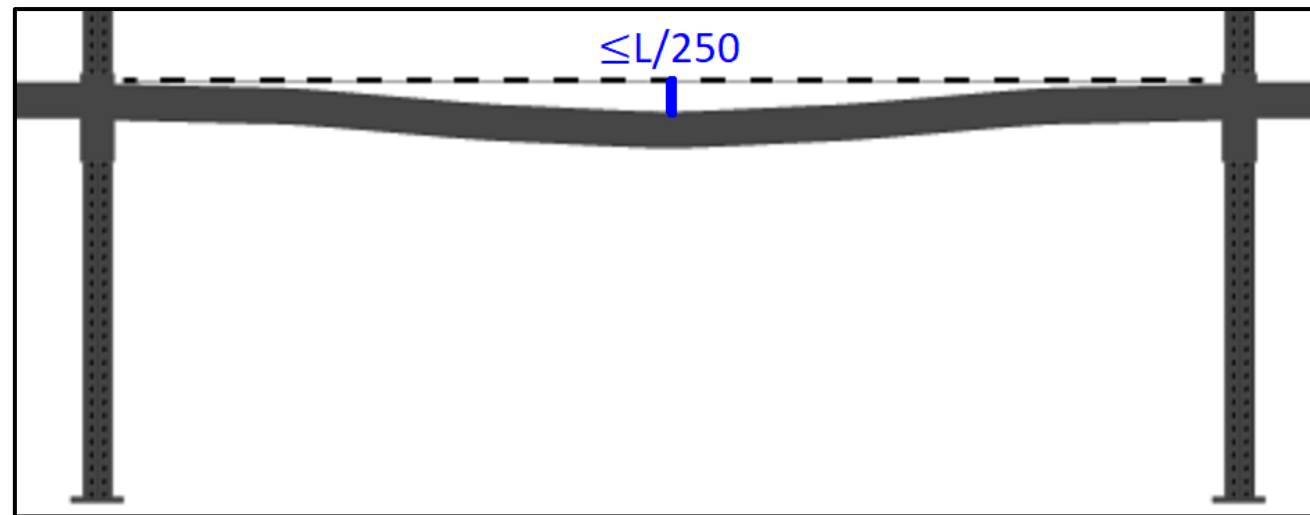
# Mezní stav omezení průhybů



# Mezní stav omezení průhybů

Norma nám obecně udává, že deformace prvku nesmí nepříznivě ovlivnit jejich řádnou funkčnost nebo vzhled.

Konkrétně norma zmiňuje, že vzhled a obecná použitelnost mohou být ohroženy, pokud vypočtený průhyb při kvazi-stálém zatížení překročí hodnotu  $1/250$  rozpětí.



# Mezní stav omezení průhybů

Takže stačí vypočítat průhyb

$$w = ?$$

a porovnat ho s limitní hodnotou

$$w_{lim} = \frac{L}{250}$$

Vypočítat průhyb je ale hodně náročné, a proto nám norma umožňuje použít zjednodušený přístup omezení ohybové štíhlosti.

# Omezení ohybové štíhlosti

# Omezení ohybové štíhlosti

Norma udává, že pokud nosník splňuje podmínku **ohybové štíhlosti**

$$\lambda \leq \lambda_d,$$

Ize předpokládat, že průhyby nepřekročí limitní hodnoty\*.

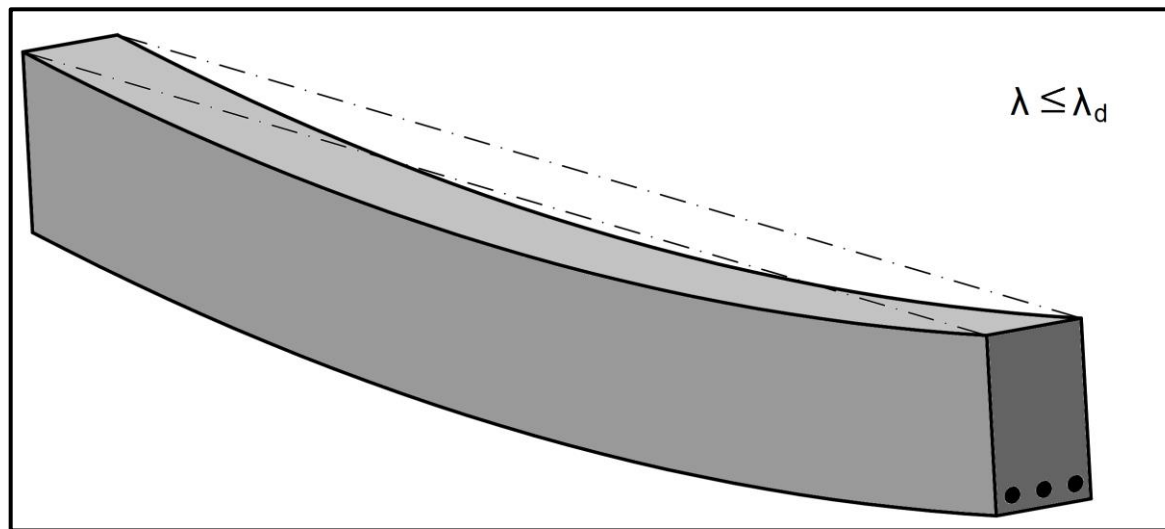
# Omezení ohybové štíhlosti

Musíme tedy ověřit, zda platí

$$\lambda \leq \lambda_d,$$

kde  $\lambda$  je ohybová štíhlost prvku,

$\lambda_d$  je vymežující ohybová štíhlost.

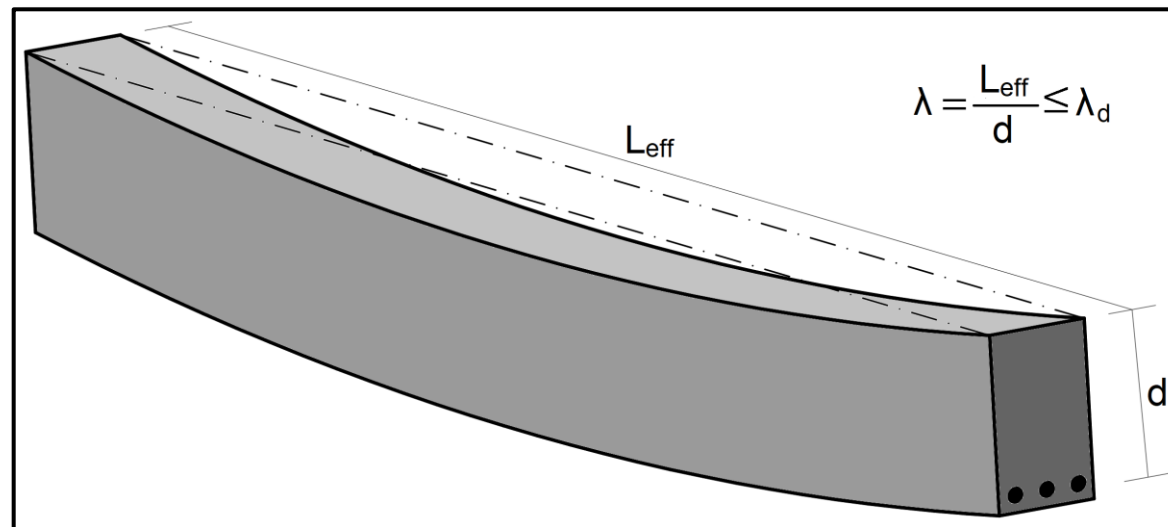


# Ohybová štíhlost prvku $\lambda$

Ohybovou štíhlost prvku určíme pomocí vztahu

$$\lambda = \frac{l}{d},$$

kde  $l$  je teoretické rozpětí (délka) prvku,  
 $d$  je účinná výška průřezu.



# Vymezující ohybová štíhlost $\lambda_d$

Vymezující ohybovou štíhlost určíme pomocí vztahu

$$\lambda_d = k\lambda_{d,tab},$$

kde  $k$  je opravný faktor pro desky po obvodě nepoddajně nebo lokálně podepřené; pro náš případ (trámy a desky jednosměrně pnuté):

$$k = 1,$$

$\lambda_{d,tab}$  je tabulková hodnota základní vymezení štíhlosti.

# Tabulková hodnota základní vymezuující štíhlosti $\lambda_{d,tab}$

Tabulkovou hodnotu základní vymezuující štíhlosti odečteme z tabulky podle **typu konstrukce**, **požadovaného stupně vyztužení\*** a **poměru zatížení\***.

Konstrukční systém		Požadovaný stupeň vyztužení <sup>a</sup>								
		$\omega_r = 0,3$			$\omega_r = 0,2$			$\omega_r = 0,1$		
		LL/TL <sup>b</sup>			LL/TL <sup>b</sup>			LL/TL <sup>b</sup>		
		60%	45%	30%	60%	45%	30%	60%	45%	30%
1	Prostě podepřený trám, jednosměrně pnutá prostá deska	15	14	12	17	15	13	22	19	17
2	Krajní pole spojitého trámu nebo jednosměrně pnuté spojité desky	20	18	16	22	20	17	29	25	22
3	Vnitřní pole spojitého nosníku nebo jednosměrně pnuté spojité desky	23	21	18	26	23	20	33	29	26
4	Konzola	7	7	6	8	7	6	10	9	8



# Konstrukční systém

Pro naši desku můžeme použít (2) nebo (3)\* – bezpečně použijeme (2).

Pro pole našeho trámu T1 můžeme použít (1) nebo (2)† – bezpečně použijeme (1).

Pro konzolu našeho trámu T1 platí (4).

Pro náš trám T2 platí (1).

Konstrukční systém	$\omega_r =$	
	LL/7	
	60%	45%
1 Prostě podepřený trám, jednosměrně pnutá prostá deska	15	14
2 Krajní pole spojitého trámu nebo jednosměrně pnuté spojitě desky	20	18
3 Vnitřní pole spojitého nosníku nebo jednosměrně pnuté spojitě desky	23	21
4 Konzola	7	7

\* Máme spojitou desku o více polích. Pro vnitřní pole desky platí (3). Pro krajní pole desky platí (2).

† Pole našeho trámu je něco mezi prostým nosníkem a krajním polem spojitého nosníku.

# Požadovaný stupeň vyztužení

Požadovaný stupeň vyztužení v tahu ( $\omega_r$ ) určíme pomocí vztahu

$$\omega_r = \frac{a_{s,req}}{bd} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

kde  $a_{s,req}$  je staticky nutná plocha výztuže v daném průřezu\*,  
 $b$  je šířka průřezu ( $b_T$  pro trám; 1000 mm pro desku),  
 $d$  je účinná výška průřezu.

\* Používáme  $a_{s,req}$  vypočtené pro momentu od návrhového zatížení ve středu rozpětí pole (u nosníků) nebo nad podporou (u konzol) – viz návrh a posouzení výztuže u desky a trámů.

# Poměr zatížení

Poměr zatížení (LL/TL) je poměr:

- charakteristické hodnoty proměnného zatížení (LL = „live load“) – a ve cvičení odpovídá hodnotě  $q_k$ ,
- charakteristické hodnota celkového zatížení (TL = „total load“) – ve cvičení odpovídá hodnotě  $f_k = g_k + q_k$ .

# Omezení ohybové štíhlosti

Nyní, když známe ohybové štíhlosti prvků i vymezuující ohybové štíhlosti, můžeme provést ověření pomocí vztahu

$$\lambda \leq \lambda_d,$$

kde  $\lambda$  je ohybová štíhlost prvku,

$\lambda_d$  je vymezuující ohybová štíhlost.

Když nevyjde podmínka ohybové štíhlosti, neznamená to, že konstrukce nevyhovuje! Znamená to jen, že musíme přesně vypočítat průhyb a přímo ho posoudit\*.

# Omezení ohybové štíhlosti v Úkolu 4.1

Ověření podmínky omezení ohybové štíhlosti v Úkolu 4.1 provedeme pro:

- stropní desku,
- konzolu trámu T1,
- trám T1 v poli,
- trám T2.

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 **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.](#)