

## 6. cvičení – návrh a posouzení ohybové výztuže trámů

- Pro trám T1 vyjdeme z **obálky** momentů na trám stanovené ve 4. cvičení. Navrhne výztuž na extrémní hodnotu momentu nad podporou a v poli (navrhněte oba tyto průřezy zvlášť).
- Pro trám T2 navrhneme výztuž pro extrémní moment v poli.
- V trámech (na rozdíl od desek) počítáme s momenty a plochami výztuže **na danou šířku trámu**. Momenty tedy uvažujeme v [kN.m], plochy výztuže udáváme v [mm<sup>2</sup>]. Je zvykem pro označení momentů a ploch u trámů používat velká písmena.

### Rozdíly ve výpočtu oproti desce

- Při výpočtu účinné výšky  $d_T$  je nutno navíc **odečíst profil třmínků** (odmákneme 8 nebo 10 mm, obvykle stejný profil jako nosná výztuž desky)
- Profily prutů ohybové výztuže trámů ve cvičení volte v rozmezí 14 – 22 mm (větší nebo menší jen v případě, že profily z tohoto rozmezí nebudou vhodné). Pokud použijete v trámu pro podélnou výztuž více různých průměrů, nekombinujte 2 po sobě jdoucí průměry (např. 18 a 20 mm), lépe alespoň ob profil (např. 14 - 18 - 22 mm nebo 12 - 16 - 20 mm).

- Před návrhem výztuže **ověřte** vhodnost navržených **průřezů trámů**:

- pro největší návrhový moment na každém trámu spočítejte hodnotu poměrného momentu  $\mu$  za předpokladu:  $b = b_T$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

- a následně z tabulek odečtete hodnotu  $\xi$  [ksi]. Zkontrolujte, že platí:

$$\xi \in (0,15; 0,40)$$

- Pokud tomu tak nebude, **konzultujte** s vyučujícím a až po konzultaci případně **upravte rozměry průřezu trámu** (zatížení a vnitřní síly již nepřepočítávejte – vlastní tíha trámu je vzhledem k ostatním zatížením relativně malá).

### Průřez nad podporou

- Postup návrhu výztuže v podporovém průřezu (výztuž u horního povrchu) je obdobný jako u desky (tentokrát použijeme návrh pomocí tabulek) - tlačaná oblast se nachází ve spodní části trámu, šířka tlačané oblasti  $b = b_T$ .

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \Rightarrow \text{z tabulek: } \zeta \text{ [dzéta]} \Rightarrow A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

- V případě výztuže nad podporou je možno pro rozmístění tažených prutů využít i spolupůsobící část desky. V případě výztuže v poli je samozřejmě nutné, aby se tažená výztuž vešla do šířky trámu.



## Průřez v poli

- V tlačené oblasti trám spolupůsobí s deskou – je možné jej počítat jako tzv. T-průřez.
- Spočítáte efektivní šířku  $b_{\text{eff}}$  (viz přednášky a vzorový příklad na webu). Použijte ji při návrhu a posouzení výztuže, tj. použijte  $b = b_{\text{eff}}$ .  
POZOR: Hodnota efektivní šířky  $b_{\text{eff}}$  trámu T2 se liší od trámu T1 (jiná vzdálenost nulových momentů  $l_0$  na trám - viz vykreslení obálek momentů)  $\Rightarrow$  nutno počítat pro každý trám zvlášť.
- Při posouzení konstrukční podmínky minimální plochy výztuže  $A_{s,\text{min}}$  (ale pouze zde) se za  $b$  dosazuje šířka trámu  $b_T$ , nikoliv efektivní šířka  $b_{\text{eff}}$ .
- Dejte pozor na zásadu pro **minimální světlou vzdálenost prutů**, která bývá při vyšším zatížení rozhodující. Při výpočtu světlé vzdálenosti prutů nezapomeňte uvažovat krytí a třmínky (viz obrázek).

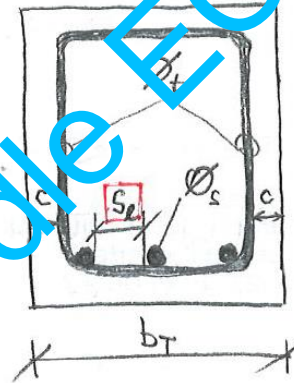
### z geometrie:

$$2 \cdot c + 2 \cdot \varnothing_t + n \cdot \varnothing_s + (n - 1) \cdot s_l = b_T,$$

kde  $n$  je počet podélných výztuží,  $(n - 1)$  počet mezer

### Musí platit:

$$s_l \geq s_{l,\text{min}} = \max(20 \text{ mm}; 1,2 \cdot \varnothing_s; D_{\text{max}} + 5 \text{ mm})$$



- **Výztuž u horního povrchu v krajní podpoře** trámu (uložení do zdiva/věnce) navrhnete minimálně na **1/4 momentu v poli** (teoreticky je zde nulový moment, reálně má však styk určitou tuhost). Nezapomeňte, že tato výztuž musí splnit konstrukční zásady.
- Na konci každého návrhu bude v rámečku zřetelně napsáno:  
„Návrh:  $n \times \varnothing_s$  ( $A_{s,\text{prov}} = \dots \text{ mm}^2$ )“

tedy např. **Návrh: 4 x Ø 16 mm ( $A_{s,\text{prov}} = 804 \text{ mm}^2$ )**

- Za závěrečně nakreslete přímo do statického výpočtu schémata vyztužení (nosnou podélnou výztuží) obou trámů s popisem.

- např.:

(POZOR, toto je jiné uspořádání trámu)

