

Návrh a posouzení výztuže ohýbaného prvku

pomůcka pro cvičení předmětu 133NNKB

ŽB deska je v poli namáhána momentem $m_{Ed} = 18 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$. Tloušťka desky je $h_d = 180 \text{ mm}$, beton C 30/37, ocel B 500 B, krytí $c = 30 \text{ mm}$, $D_{\max} = 16 \text{ mm}$.

Materiály:

- beton C 30/37 $\Rightarrow f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
- ocel B 500 B $\Rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$

Návrh výztuže:

- volba: $\varnothing_s = 8 \text{ mm} \Rightarrow a_{s1} = \pi \cdot \frac{8^2}{4} = 50 \text{ mm}^2$
- účinná výška průřezu: $d = h_d - c - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_s = 180 - 30 - \frac{8}{2} = 146 \text{ mm}$
- odhad ramene vnitřních sil: $z = (0,9 \div 0,95) \cdot d = (0,9 \div 0,95) \cdot 146 = 131 \div 139 \text{ mm}$
- potřebná plocha výztuže: $a_{s,req} = \frac{m_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{18 \cdot 10}{139 \cdot 435} = 298 \text{ mm}^2/\text{m}$

NÁVRH: $\varnothing 8 \text{ mm po } 160 \text{ mm}$ ($a_{s,prov} = 314 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Konstrukční zásady:

- min. plocha výztuže:

$$a_{s,prov} \geq a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$314 > \max\left(0,26 \cdot \frac{2,9 \cdot 1000 \cdot 146}{500}; 0,0013 \cdot 1000 \cdot 146\right) = 220 \text{ mm}^2/\text{m}$$

..... vyhovuje

- max. plocha výztuže: **u desk a trámů NEROZHODUJE** \Rightarrow **ve cvičení neověřovat**

$$a_{s,prov} \leq a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h_d$$

$$314 \leq 0,04 \cdot 1000 \cdot 180 = 7200 \text{ mm}^2/\text{m}$$

..... vyhovuje

- max. rozteče prutů:

$$s \leq s_{max} = \min(2h; 250 \text{ mm})$$

$$160 \leq \min(2 \cdot 180; 250) = 250 \text{ mm}$$

..... vyhovuje

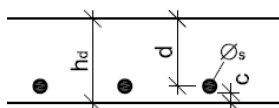
- min. světlá vzdálenost prutů: **u běžně vyztužených desek není potřeba ověřovat**

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

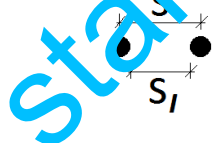
$$160 - 8 = 152 \text{ mm} \geq \max(1,2 \cdot 8; 16 + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}) = 21 \text{ mm}$$

..... vyhovuje

Návrh splňuje konstrukční zásady.



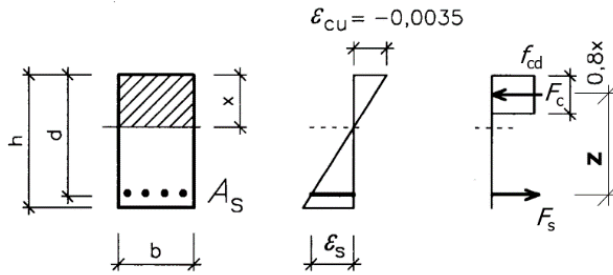
Hodnota d se nemění - navržený profil je shodný s odhadem.



Návrh a posouzení výztuže ohýbaného prvku

pomůcka pro cvičení předmětu 133NNKB

Posouzení návrhu:



$$F_c = F_s \Rightarrow 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \Rightarrow$$

- výška tlačené oblasti: $x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{314 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 9 \text{ mm}$
- skutečné rameno vnitřních sil: $z = d - 0,4 \cdot x = 146 - 0,4 \cdot 9 = 142 \text{ mm}$
- moment únosnosti: $m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z = 314 \cdot 435 \cdot 0,142 = 19,4 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$

$$m_{Ed} = 18 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

..... vyhovuje

kontrola předpokladu plného využití výztuže (napětí ve výztuži za mezí kluzu):

- poměrná výška tlačené oblasti: $\xi = \frac{x}{d} = \frac{9}{146} = 0,06 < \xi_{max} = 0,45$

..... vyhovuje

Návrh VYHOVUJE.

Přímé ověření dostatečného protažení výztuže: pouze pro účely tohoto cvičení

- ocel B 500 B: $\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{435}{200000} = 2,17 \text{ ‰}$

- z podobnosti trojúhelníků přetvoření platí:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x} = \frac{\varepsilon_s}{d-x}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d-x) = \frac{3,5}{9} \cdot (146-9) = 53,2 \text{ ‰} > \varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

..... vyhovuje

⇒ Výztuž je skutečně za mezí kluzu, předpoklad SPLNĚN.

POZNÁMKA:

Návrh výztuže u desek (stěn) může být obecně zapsán ve formátu:

a) profil po vzdálenosti „x“ (např. **Ø 8 mm po 160 mm**) ⇒ $a_{s,prov} = 314 \text{ mm}^2 / \text{m}$

b) počet profilů na 1 bm (např. **6 × Ø 8 mm / bm**) ⇒ $a_{s,prov} = 302 \text{ mm}^2 / \text{m}$

Je nutno zvolit si jeden formát a pro něj stanovit plochu výztuže. Stejný formát je pak potřeba dodržet i ve výkresech.

