

## Příklad P4.1 – Namáhání smykem - deska D1

### Zadání příkladu

Posuďte zadanou stropní desku D1 z přílohy C1 na mezní stav porušení posouvající silou dle EN 1992-1-1, dále posuďte zakotvení výztuže do podpory. Zatížení je převzato z příkladu P1.1, posouzení na ohyb z příkladu P3.1.

### Dáno:

Rozměry průřezu:	$h_s = 0,120m$ , $b = 1,0m$ .
Beton C25/30:	$f_{ck} = 25MPa$ , $f_{cd} = 16,7MPa$ , $f_{ctm} = 2,6MPa$ .
Ocel B500B:	$f_{yk} = 500MPa$ , $f_{yd} = 434,8MPa$ .
Vyztužení v poli:	$\phi 10 / 190mm$ , $A_s = 4,13 \cdot 10^{-4} m^2$ , $d = 0,095m$ .
Rovnoměrné zatížení:	$f_d = 13,11kN / m$ .
Posouvající síla:	$V_{Ed} = 20,45 kN$ (v podpoře).
Délka uložení desky	$t = 0,12m$ .

### Kotevní délky výztuže v podpoře:

Aby nedošlo k porušení v soudržnosti, musí být dostatečná mezní pevnost betonu v soudržnosti. Pro žebírkovou výztuž lze stanovit návrhovou hodnotu mezního napětí v soudržnosti  $f_{bd}$  ze vztahu:  $f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \eta_2 f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,213 = 2,729MPa$  , čl. 8.4.2 EN 1992-1-1, kde.

- $\eta_1 = 1,0$  - součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže - dobré podmínky v soudržnosti, obr. 8.2 EN 1992-1-1,
- $\eta_2 = 1,0$  - součinitel závislý na průměru prutu ( $\eta_2 = 1,0$  pro  $\phi \leq 32$  mm),  $\eta_2 = (132 - \phi)/100$  pro  $\phi > 32$  mm,

- návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu  $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot 0,7 \cdot f_{ctm} / \gamma_c = 1,0 \cdot 0,7 \cdot 2,6 / 1,5 = 1,213MPa$ ,

- Základní požadovaná kotevní délka  $l_{b,rqd} = \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{10 \cdot 99,1}{4 \cdot 2,729} = 91mm$  , kde podle

čl. 8.4.3 EN 1992-1-1 je:

- $\sigma_{sd}$  návrhové napětí v prutu v místě, od kterého se měří kotevní délka. Kotevní délka se v tomto případě určuje od líce podpory. Ohybový moment v líci podpory  $M_{Ed} \approx 0 kNm$ , posouvající sílu lze uvažovat ve vzdálenost  $d$  od líce podpory  $V_{Ed1} = V_{Ed} - f_d(d + a_i) = 20,45 - 13,11 \cdot (0,095 + 0,06) = 18,42 kN$  .

Předpokládáme min. 50% výztuže z pole zavést do podpory<sup>1</sup>  $A_{sp} = 0,5 \cdot A_s$  . Stanoví

se tahová síla ve výztuži:  $F_{Ed} = V_{Ed1} \frac{a_l}{z}$  , kde  $a_l = d$  ,  $z = 0,9 \cdot d$  .

<sup>1</sup> Do podpory se má zavést vždy min. 50% výztuže z pole.

## Příklad P4.1 – Namáhání smykem - deska D1

$$F_{Ed} = 18,42 \frac{0,095}{0,9 \cdot 0,095} = 20,46 \text{ kN}, \quad \sigma_{sd} = \frac{F_{Ed}}{A_{sp}} = \frac{20,46 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 4,13 \cdot 10^{-4}} = 99,1 \text{ MPa}.$$

- návrhová kotevní délka dle čl. 8.4.4 EN 1992-1-1

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$$l_{bd} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 91 = 91 \text{ mm} < l_{b,min} \Rightarrow l_{bd} = 100 \text{ mm}.$$

Součinitele uvažujeme na stranu bezpečnou rovnou 1,0, ( $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$ ).

Pro kotvení v tahu platí:

$$l_{b,min} > \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}, 10\phi, 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 45, 100, 100 \text{ mm}) = 100 \text{ mm}.$$

## Posouzení na smyk

Návrhová hodnota únosnosti ve smyku (čl. 6.2.2 EN 1992-1-1)

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,cm} + V_{Rd,cn} = \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \right] b_w d + k_l \sigma_{cp} b_w d$$

$$s \text{ omezením} \geq v_{min} b_w d + k_l \sigma_{cp} b_w d.$$

Pro konstrukce namáhané jen ohybem se vliv normálové síly neprojeví ( $\sigma_{cp} = 0$ ) vztah se

$$\text{upraví následovně: } V_{Rd,c} = V_{Rd,cm} + 0 = \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \right] \cdot b_w d$$

$$s \text{ omezením} \geq v_{min} b_w d.$$

$$\text{Součinitel } C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12.$$

$$\text{Součinitel výšky } k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{95}} = 2,45 > 2 \Rightarrow k = 2,0.$$

Stupeň vyztužení  $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} < 0,02$ , kde  $A_{sl}$  je plocha tahové výztuže, která zasahuje do

vzdálenosti  $\geq (l_{bd} + d)$  za posuzovaný průřez směrem k podpoře. V našem případě uvažujeme veškerou výztuž z pole zakotvenou do podpory:

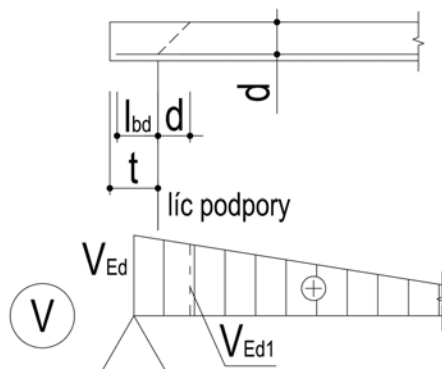
$$A_{sl} = 4,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \Rightarrow \rho_l = \frac{4,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{1,0 \cdot 0,095} = 0,00435 < 0,02, \quad \text{vyhovuje.}$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,0^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,495 \text{ MPa},$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,00435 \cdot 25)^{1/3} \right] \cdot 1,0 \cdot 0,095 = 0,0505 \text{ MN}$$

$$s \text{ omezením} \geq v_{min} b_w d = 0,495 \cdot 1,0 \cdot 0,095 = 0,0470 \text{ MN} \Rightarrow \text{vyhovuje.}$$

$$V_{Rd,c} = 50,5 \text{ kN} > V_{EdI} = 18,42 \text{ kN},$$



Obr.1 Průběh posouvající síly