

16

VÝPOČET ŽB DESKOVÉHO TRÁMU SPOJITÉHO O 2 POLÍCH

I.

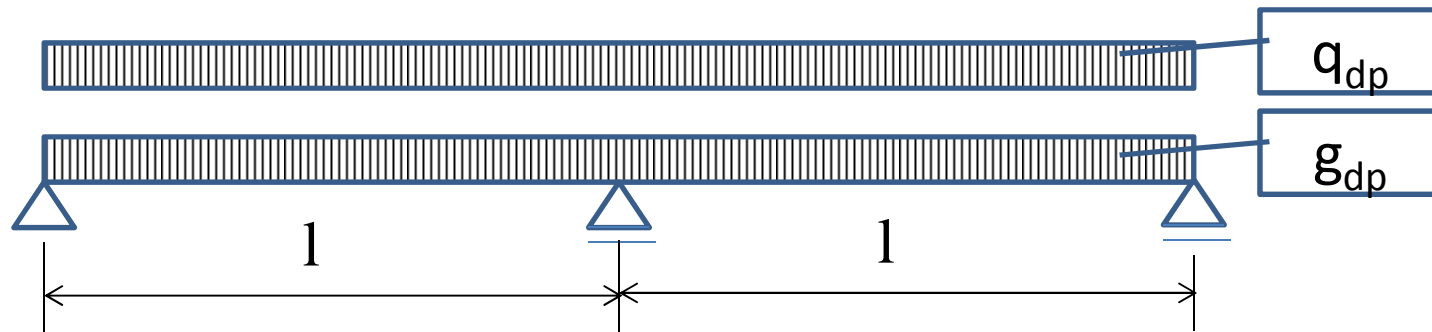
HLAVNÍ VÝZTUŽ

ZADÁNÍ: Navrhněte průvlak podporující spojitou železobetonovou stropní desku o 2 polích

- Trám spojitý o 2 polích P1, konstrukční třída S4, prostředí XC1, beton C 25/30, ocel 10505R, podporující zdivo tl.300mm, výška desky 150mm, rozpětí desky spojitě 5m
- Světlé rozpětí trámu $l_s = 5,6\text{m}$
- Návrh výšky trámu $h = (1/10 - 1/8) l_s = 560-700\text{mm}$, zvolím $h = 600\text{mm}$, $b = 300\text{mm}$
- Plošné zatížení stálé $g_d = 6,8\text{KN/m}^2$, proměnné - užitné $q_d = 4,5\text{KN/m}^2$
- Celkové stálé zatížení vč. vlastní tíhy
 $g_{dp} = Z\check{S} * g_d + \text{vlastní tíha průvlaku}$
 $= 1,25 * 5 * 6,8 + (0,6 - 0,15) * 0,3 * 25 * 1,35 = 47,06\text{KN/m}$
- Celkové proměnné zatížení
 $q_{dp} = Z\check{S} * q_d = 1,25 * 5 * 4,5 = 28,13\text{KN/m}$

- **A. VNITŘNÍ SÍLY A VSTUPNÍ ÚDAJE**

- Statické schéma:



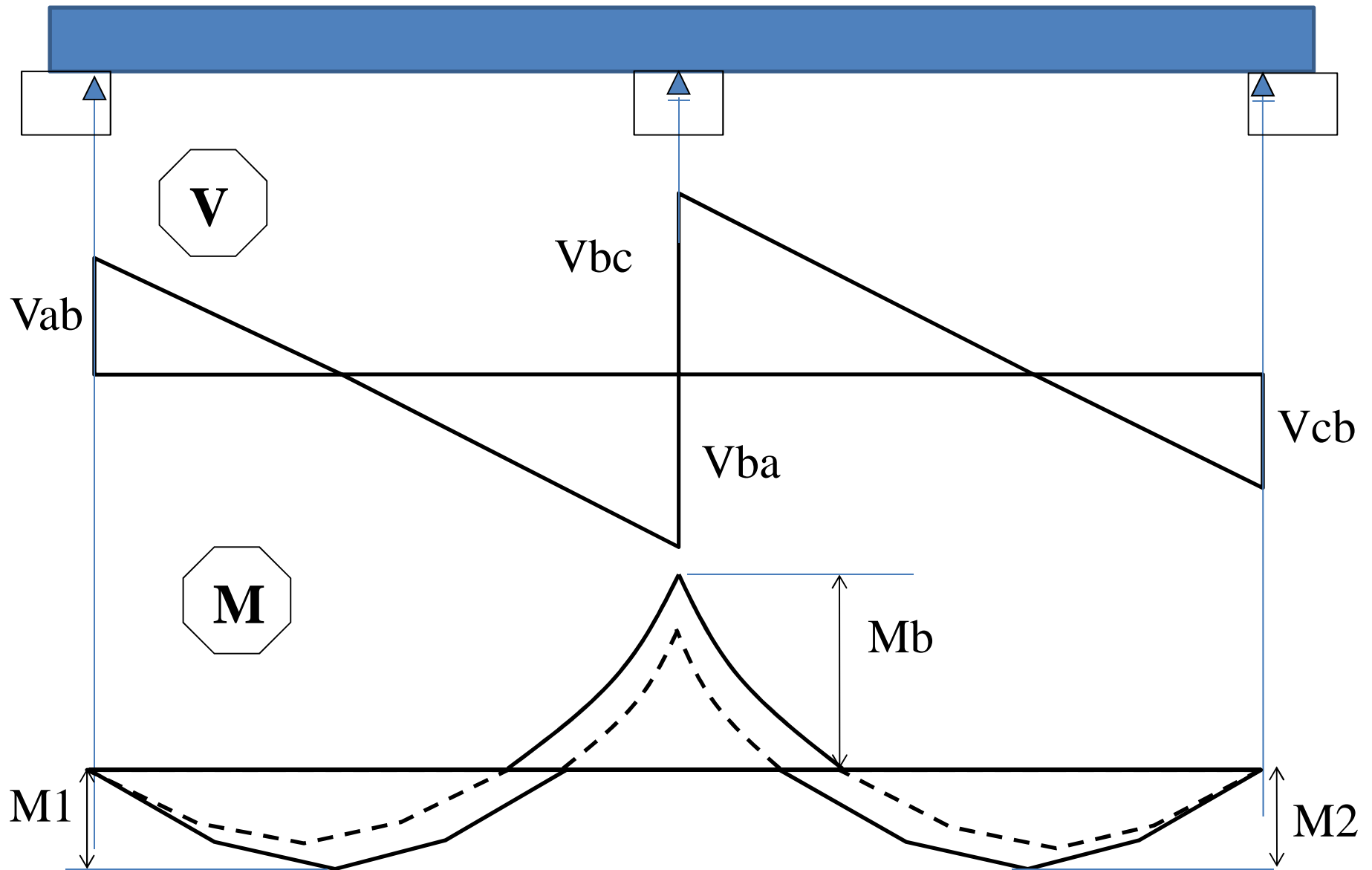
- Výpočet rozpětí $l = l_s + a_1$

$$a_1 = \text{menší z } (300/2, 500/2)$$

$$a_1 = 150\text{mm}$$

$$l = 5,6 + 0,15 = 5,75\text{m}$$

- Vnitřní síly



- Výpočet M_{ed}

Kombinace 1

$$M_b = -0,125 (47,06 + 28,13) 5,75^2 = -310,8 \text{KNm}$$

$$M_1 = M_2 = 0,0703 (47,06 + 28,13) 5,75^2 = 175,8 \text{KNm}$$

Kombinace 2

$$M_b = -0,125 * 47,06 * 5,75^2 - 0,0625 * 28,13 * 5,75^2 = -252,7 \text{KNm}$$

$$M_1 = 0,0703 * 47,06 * 5,75^2 + 0,0957 * 28,13 * 5,75^2 = \\ = 198,4 \text{KNm}$$

$$M_2 = 0,0703 * 47,06 * 5,75^2 = 109,4 \text{KNm}$$

Kombinace 3 (zrcadlově ke kombinaci 2):

$$M_b = -252,7 \text{KNm}; M_1 = 109,4 \text{KNm}; M_2 = 198,4 \text{KNm}$$

- **Určení pevností f_{ck} , f_{cd} , f_{yk} , f_{yd} (tabulky str. 15)**

$$f_{ck}=25\text{MPa}; f_{cd}=20/1,5=16,6\text{MPa}$$

$$f_{ctm}=2,6\text{MPa}$$

$$f_{yk}=500\text{MPa};$$

$$f_{yd}=500/1,15=434,78\text{MPa}$$

- **Redukce ohybového momentu nad podporou**

$$\overline{M}_b = -310,8\text{KNm (největší z kombinace 1)}$$

$$M_b = \overline{M}_b (1- t/l)^2 = -310,8(1-0,3/5,75)^2 = -279,3\text{KNm}$$

- **B. NÁVRH VÝZTUŽE NA MOMENT \overline{M}_b**
- zvolit profil výztuže $d_s = 20\text{mm}$ (tab.str.16)
- výpočet krytí výztuže (tab.str.18)
- $c = c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + c_{\text{dev}} =$
 $20 + 10 = 30\text{mm}$
- výpočet účinné výšky $d = h - c - d_s/2$
 $d = 500 - 30 - 10 = 460\text{mm}$
- výpočet poměrného ohyb.momentu
 $\mu = M_{\text{ed}} / (b d^2 f_{\text{cd}})$
 $= 279300 / (0,3 * 0,46^2 * 16,6 * 10^6)$
 $= 0,265$; podle μ určíme ζ a ξ z tabulek
 $\zeta = 0,842$; $\xi = 0,393$

- porovnáme

$$\xi < \xi_{bal,1} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s)$$

$$\xi = 0,393 < \xi_{bal,1} = \mathbf{0,617} - \text{vyhovuje}$$

pokud neplatí, musíme zvětšit betonový průřez

- odhad ramene vnitřních sil $z = \zeta d$

$$z = 0,842 * 0,46 = \mathbf{0,389m}$$

- odhad výpočet nutné plochy výztuže

$$A_{st,reg} = M_{ed} / (z f_{yd})$$

$$= 279300 / (0,389 * 434,78 * 10^6) = \mathbf{1652 * 10^{-6} m^2}$$

- návrh počtu prutů a profilu tak, aby platilo

$$A_{st,sk} > A_{st,reg} \quad \mathbf{\text{návrh 6 profilů R20}}$$

$$A_{st,skut} = 1885 \text{mm}^2 = \mathbf{1885 * 10^{-6} m^2}$$

C. POSOUZENÍ VÝZTUŽE PRO \overline{M}_b

- Kontrola d – platí d=0,46m
- Posouzení plochy

$$\begin{aligned} A_{st, skut} > A_{st, min1} &= 0,26 f_{ctm} b d / f_{yk} \\ &= 0,26 * 2,6 * 10^6 * 0,3 * 0,46 / (500 * 10^6) \\ &= 187 * 10^{-6} m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > A_{st, min2} &= 0,0013 b d = 0,0013 * 0,3 * 0,46 \\ &= 180 * 10^{-6} m^2 \end{aligned}$$

vyhovuje

- Kontrola šířky trámu – min. vzdálenost prutů je větší z hodnot d_s nebo 20mm

$$d_s = 20\text{mm}; a_{s, min} = 20\text{mm}; c = 30\text{mm}$$

$$\text{Minimální šířka } b_{min} = 2 * 30 + 6 * 20 + 5 * 20 = 280\text{mm}$$

$$b = 300\text{mm} > b_{min} = 280\text{mm} \text{ vyhovuje}$$

- výpočet výšky tlačného betonu

$$x = A_{st,sk} f_{yd} / (0,8 b f_{cd})$$

$$= 1885 * 10^{-6} * 434,78 * 10^6 / (0,8 * 0,3 * 16,6 * 10^6)$$

$$x = 0,205\text{m} < x_{bal,1} = \xi_{bal,1} d = 0,617 * 0,46 = 0,284\text{m}$$

vyhovuje

$$x = 0,205\text{m} < 0,45 d = 0,45 * 0,46 = 0,207\text{m} \quad \text{doporučeno}$$

- $z = d - 0,4 x = 0,46 - 0,4 * 0,205 = 0,378\text{m}$

- $M_{rd} = A_{st,skut} f_{yd} z > M_{ed}$

$$M_{rd} = 1885 * 10^{-6} * 434,78 * 10^6 * 0,378 = 309793\text{Nm}$$

$$= 309,7\text{KNm}$$

$$M_{rd} = 309,7\text{KNm} > M_{ed} = 279,3\text{KNm}$$

vyhovuje 6 profilů R20

- **D. NÁVRH VÝZTUŽE NA MOMENT M_1 – bez uvážení spolupůsobící šířky T průřezu**

- zvolit profil výztuže $d_s = 20\text{mm}$, $c = 30\text{mm}$

- výpočet účinné výšky $d = 500 - 30 - 10 = 460\text{mm}$

- výpočet poměrného ohyb.momentu

$$\mu = M_{ed} / (b d^2 f_{cd})$$

$$= 198400 / (0,3 * 0,46^2 * 16,6 * 10^6)$$

= **0,188** ; podle μ určíme ζ a ξ z tabulek

$$\zeta = 0,894 ; \xi = 0,266$$

- porovnáme

$$\xi < \xi_{\text{bal},1} = 0,0035 / (0,0035 + f_{\text{yd}} / E_s)$$

$$\xi = 0,266 < \xi_{\text{bal},1} = \mathbf{0,617} - \text{vyhovuje}$$

odhad ramene vnitřních sil $z = \zeta d$

$$z = 0,894 * 0,46 = \mathbf{0,411m}$$

- odhad výpočet nutné plochy výztuže

$$A_{\text{st,reg}} = M_{\text{ed}} / (z f_{\text{yd}})$$

$$= 198400 / (0,411 * 434,78 * 10^6) = \mathbf{1111 * 10^{-6} m^2}$$

- návrh počtu prutů a profilu tak, aby platilo

$$A_{\text{st,sk}} > A_{\text{st,reg}} \quad \mathbf{\text{návrh 4 profily R20}}$$

$$A_{\text{st,skut}} = 1257 \text{mm}^2 = \mathbf{1257 * 10^{-6} m^2}$$

E. POSOUZENÍ VÝZTUŽE PRO M1 (bez T průřezu)

- Kontrola d – platí d=0,46m

- Posouzení plochy

$$A_{st, skut} > A_{st, min1} = 187 \cdot 10^{-6} \text{m}^2$$

$$> A_{st, min2} = 180 \cdot 10^{-6} \text{m}^2$$

vyhovuje

- $x = 1257 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 / (0,8 \cdot 0,3 \cdot 16,6 \cdot 10^6)$

$$x = 0,137 \text{m} < x_{bal,1} = 0,617 \cdot 0,46 = 0,284 \text{m} \quad \text{vyhovuje}$$

$$x = 0,137 \text{m} < 0,45 d = 0,45 \cdot 0,46 = 0,207 \text{m}$$

- $z = d - 0,4 x = 0,46 - 0,4 \cdot 0,137 = 0,405 \text{m}$

- $M_{rd} = 1257 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,405 = 221449 \text{Nm}$
 $= 221,4 \text{KNm}$

$$M_{rd} = 221,4 \text{KNm} > M_{ed} = 198,4 \text{KNm}$$

vyhovují 4 profily R20

- **F. NÁVRH VÝZTUŽE NA MOMENT M_1 – s vlivem spolupůsobící šířky T průřezu**
- zvolit profil výztuže $d_s = 20\text{mm}$, $c = 30\text{mm}$
- výpočet účinné výšky $d = 500 - 30 - 10 = 460\text{mm}$
- $b_{\text{eff}} = b_{\text{eff1}} + b_{\text{eff2}} + b$ výpočet spolupůsobící šířky

$$b_{\text{eff},1} = \begin{cases} 4850/2 = 2425\text{mm} \\ 0,2B_1/2 + 0,1 l_0 = 0,2 * 2425 + 0,1 * 0,85 * 5750 = 973\text{mm} \\ 0,2 l_0 = 0,2 * 0,85 * 5750 = 977\text{mm} \end{cases}$$

$b_{\text{eff},2}$ je rovna $b_{\text{eff},1}$

- $b_{\text{eff}} = b_{\text{eff1}} + b_{\text{eff2}} + b = 973 + 973 + 300 = 2246\text{mm} = 2,246\text{m}$

- $\mu = M_{ed} / (b d^2 f_{cd})$
 $= 198400 / (2,246 * 0,46^2 * 16,6 * 10^6)$
 $= 0,025$; podle μ určíme ζ a ξ z tabulek
- $\zeta = 0,985$; $\xi = 0,051$;
- $\xi = 0,051 < \xi_{bal,1} = 0,617$ - vyhovuje
- $z = 0,985 * 0,46 = 0,453m$
- $A_{st,reg} = M_{ed} / (z f_{yd})$
 $= 198400 / (0,453 * 434,78 * 10^6) = 1007 * 10^{-6} m^2$
- $A_{st,sk} > A_{st,reg}$ **návrh 4 profily R20**
 $A_{st,skut} = 1257 mm^2 = 1257 * 10^{-6} m^2$

G. POSOUZENÍ VÝZTUŽE PRO M1 (s vlivem T průřezu)

- Kontrola d – platí d=0,46m

- Posouzení plochy

$$A_{st, skut} > A_{st, min1} = 187 \cdot 10^{-6} \text{m}^2$$

$$> A_{st, min2} = 180 \cdot 10^{-6} \text{m}^2$$

vyhovuje

- $x = 1257 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 / (0,8 \cdot 2,246 \cdot 16,6 \cdot 10^6)$

$$x = 0,0183 \text{m} < x_{bal,1} = 0,617 \cdot 0,46 = 0,284 \text{m} \quad \text{vyhovuje}$$

$$x = 0,0183 \text{m} < 0,45 d = 0,45 \cdot 0,46 = 0,207 \text{m}$$

- $z = d - 0,4 x = 0,46 - 0,4 \cdot 0,0183 = 0,452 \text{m}$

- $M_{rd} = 1257 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,452 = 247026 \text{Nm}$
 $= 247,0 \text{KNm}$

$$M_{rd} = 247,0 \text{KNm} > M_{ed} = 198,4 \text{KNm}$$

vyhovují 4 profily R20

Schéma rozmístění hlavní výztuže

