

OBDÉLNÍKOVÝ PRŮŘEZ

Doc. Ing. Milan Holický, DrSc.

ČVUT, Šolínova 7, 166 08 Praha 6

Tel.: 224353842, Fax: 224355232

E-mail: holicky@vc.cvut.cz,

<http://web.cvut.cz/ki/710/prednaskyFA.html>

Podstata železobetonu

Základní předpoklady

Stanovení plochy

výztruže

Omezení plochy

výztruže

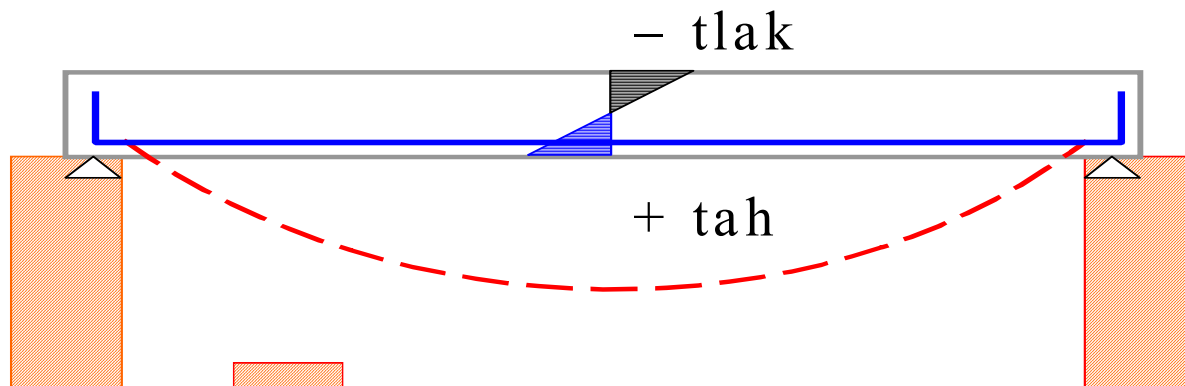
Příklad

Podstata železobetonu

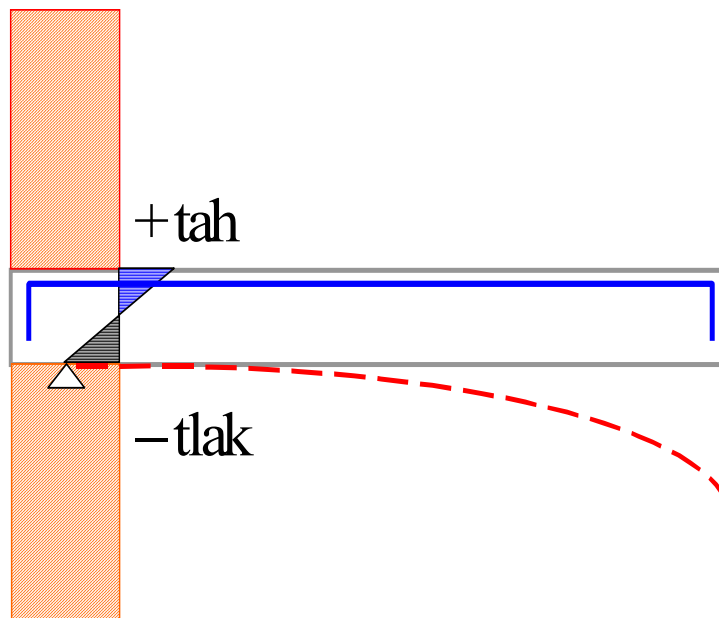
Dokonalé spojení betonu a ocelové výztuže

Malá pevnost betonu v tahu se kompenzuje ocelovou výztuží

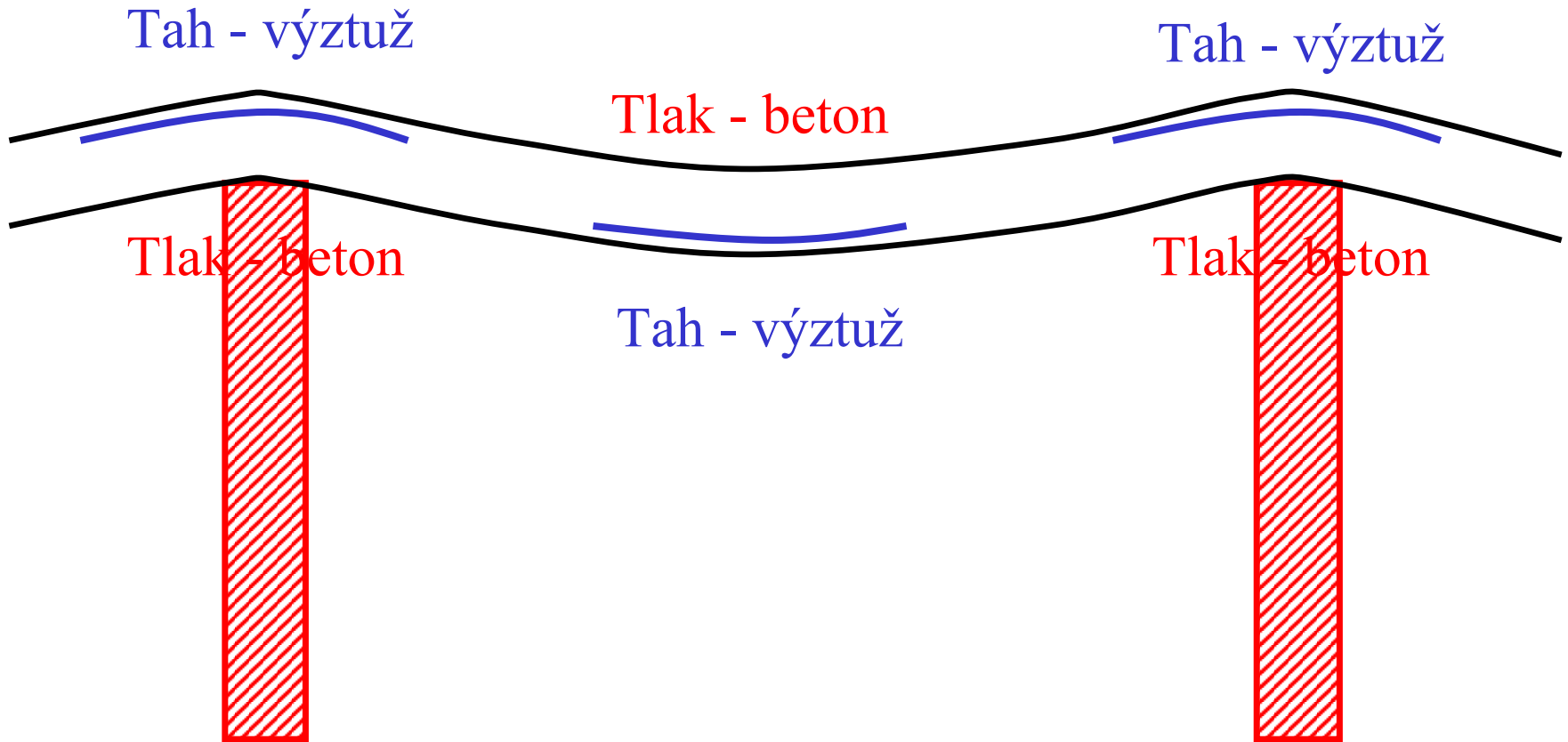
Prostý nosník



Konzola



Spojitéj nosník

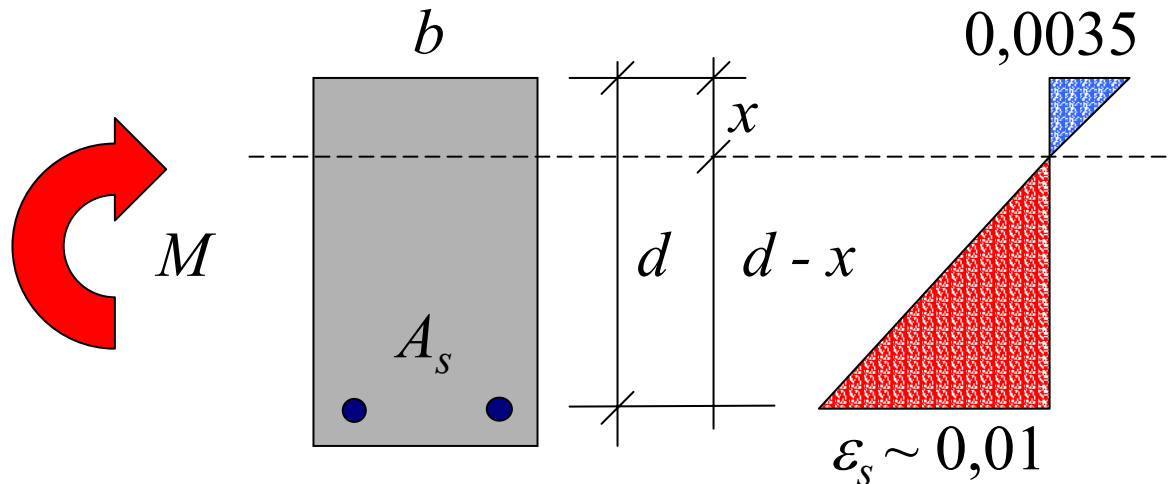


Zásady návrhu výztuže průřezu

1. Vnější síly a momenty působící na průřez jsou v rovnováze s vnitřními silami a momenty.
2. Porucha průřezu by měla nastat dosažením meze pružnosti výztuže a ne porušením betonu v tlaku.
3. Při návrhu průřezu na ohyb se proto omezuje výška tlačeného betonu.
4. Jestliže osová síla je menší než $0,08 A_c f_{ck}$ může být průřez navržen pouze na ohyb.

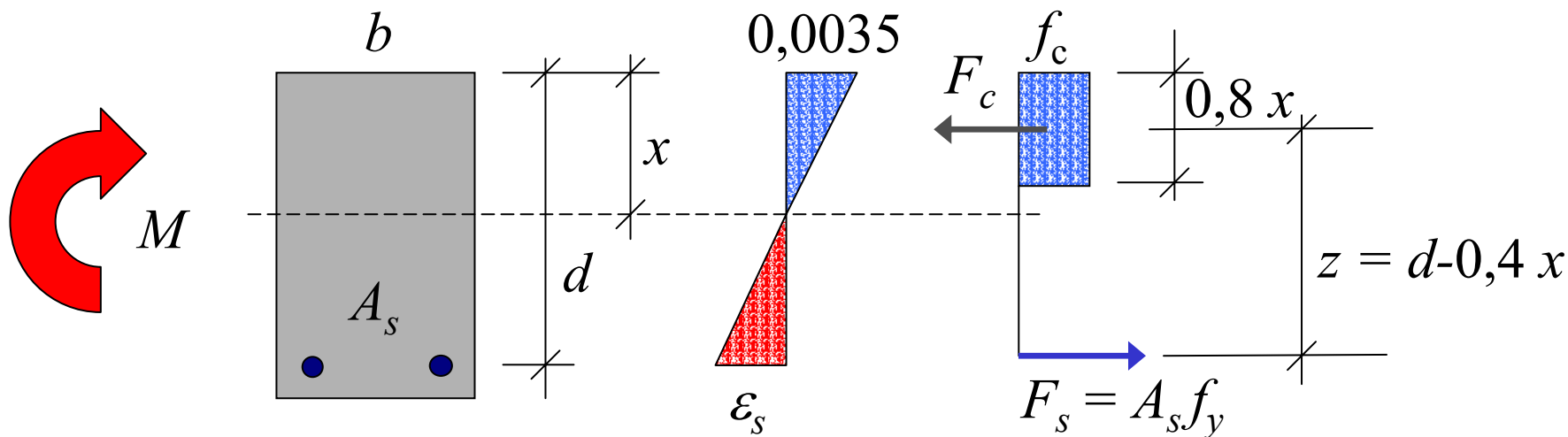
Základní předpoklady

- Dokonalá soudržnost betonu a oceli
- Zachování rovinnosti průřezů



- Napětí betonu a oceli je dáno pracovními diagramy při krátkodobém zatížení

Železobetonový průřez při ohybu



Návrhové hodnoty
vnitřních síl:

$$F_{cd} = 0,8 x b f_{cd}$$

$$f_{cd} = \alpha f_c / \gamma_m, \quad \gamma_m = 1,5$$

$$F_{sd} = A_s f_{yd}$$

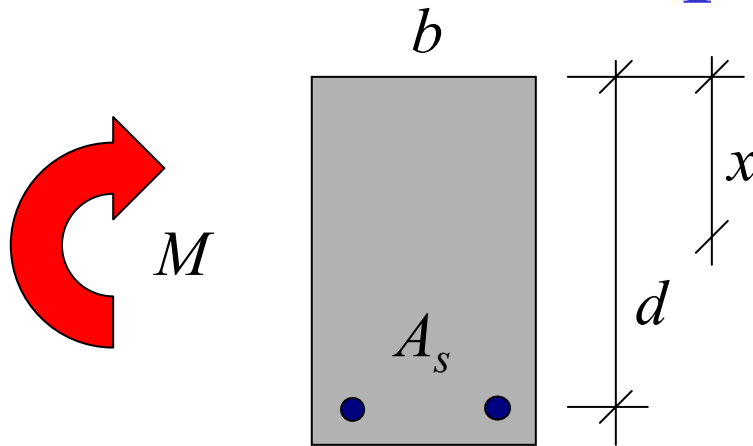
$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s, \quad \gamma_s = 1,15$$

Podmínky
rovnováhy:

$$F_{cd} = F_{sd} \Rightarrow x = \frac{A_s f_{yd}}{0,8 b f_{cd}}, \quad z = d - \frac{A_s f_{yd}}{2 b f_{cd}}$$

$$M_d = z F_{sd} \Rightarrow M_d = A_s f_{yd} \left(d - \frac{A_s f_{yd}}{2 b f_{cd}} \right)$$

Stanovení plochy výztuže A_s



Dáno: M_d , f_{cd} , f_{yd} , b , d

$$f_{cd} = \alpha_c f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

Podmínky rovnováhy: $F_{cd} = F_{sd}$, $M_d = z F_{sd} \Rightarrow$

$$M_d = A_s f_{yd} \left(d - \frac{A_s f_{yd}}{2 b f_{cd}} \right)$$

Plocha výztuže:

Stupeň vyztužení:

$$A_s = \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_d}{f_{cd} b d^2}} \right) \quad \rho = \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_d}{f_{cd} b d^2}} \right)$$

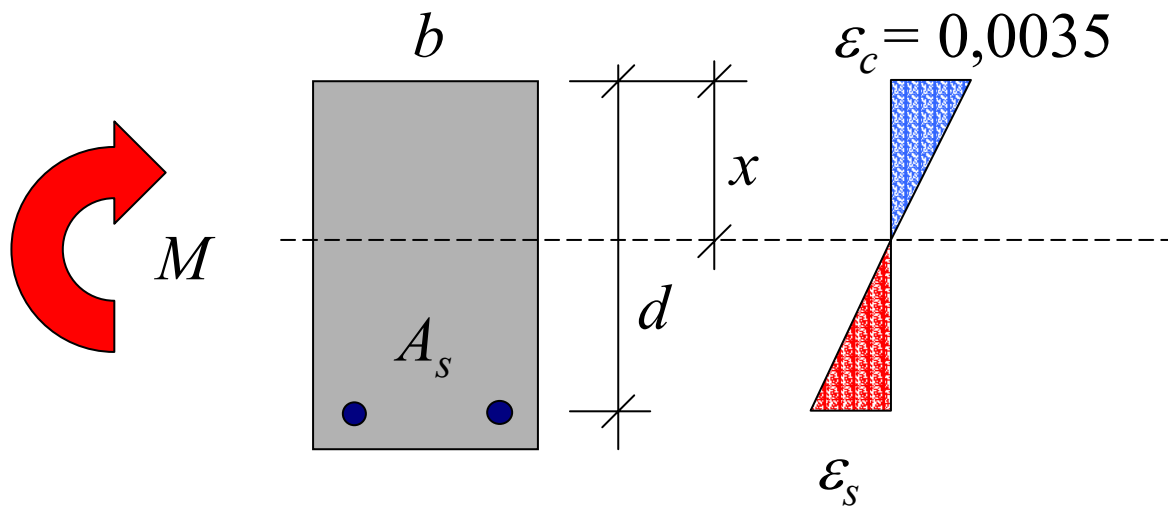
Minimální stupeň vyztužení

Z maximálního protažení výztuže ε_s

- podle EC2: Plocha tažené výztuže A_s má být větší než

- $A_{s,\min} = 0,26 b d f_{ctm} / f_{yk} (> 0,0011 b d)$

- $A_{s,\min} > 0,0013 b d (\Rightarrow x/d > 0,05)$

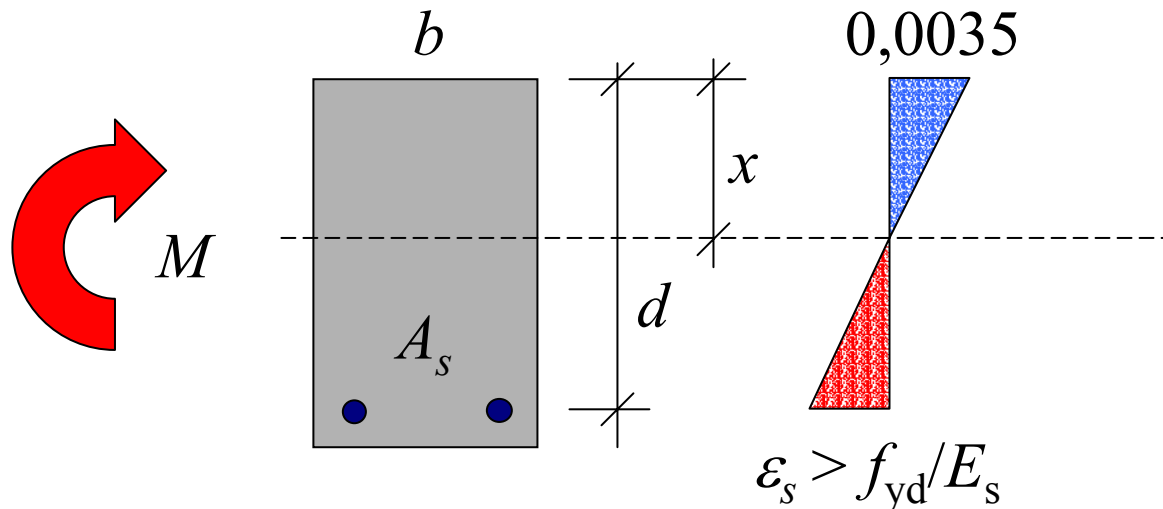


Pro protažení $\varepsilon_s = 0,01 \Rightarrow x/d = \varepsilon_c / (\varepsilon_c + \varepsilon_s) = 0,0035 / 0,0135 =$
 $= 0,26 \Rightarrow \rho = 0,8 x f_{cd} / f_{yd} / d > 0,006 > 0,0013$

Maximální výška tlačené oblasti

Z požadavku $\varepsilon_s > f_{yd}/E_s$ maximální $x/d = \xi$

$$\xi_{\max} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd}/E_s)$$



- pro $f_{yd} = 435$ MPa, $\varepsilon_s = 435/200000 = 0,0022$, $\xi_{\max} \sim 0,61$

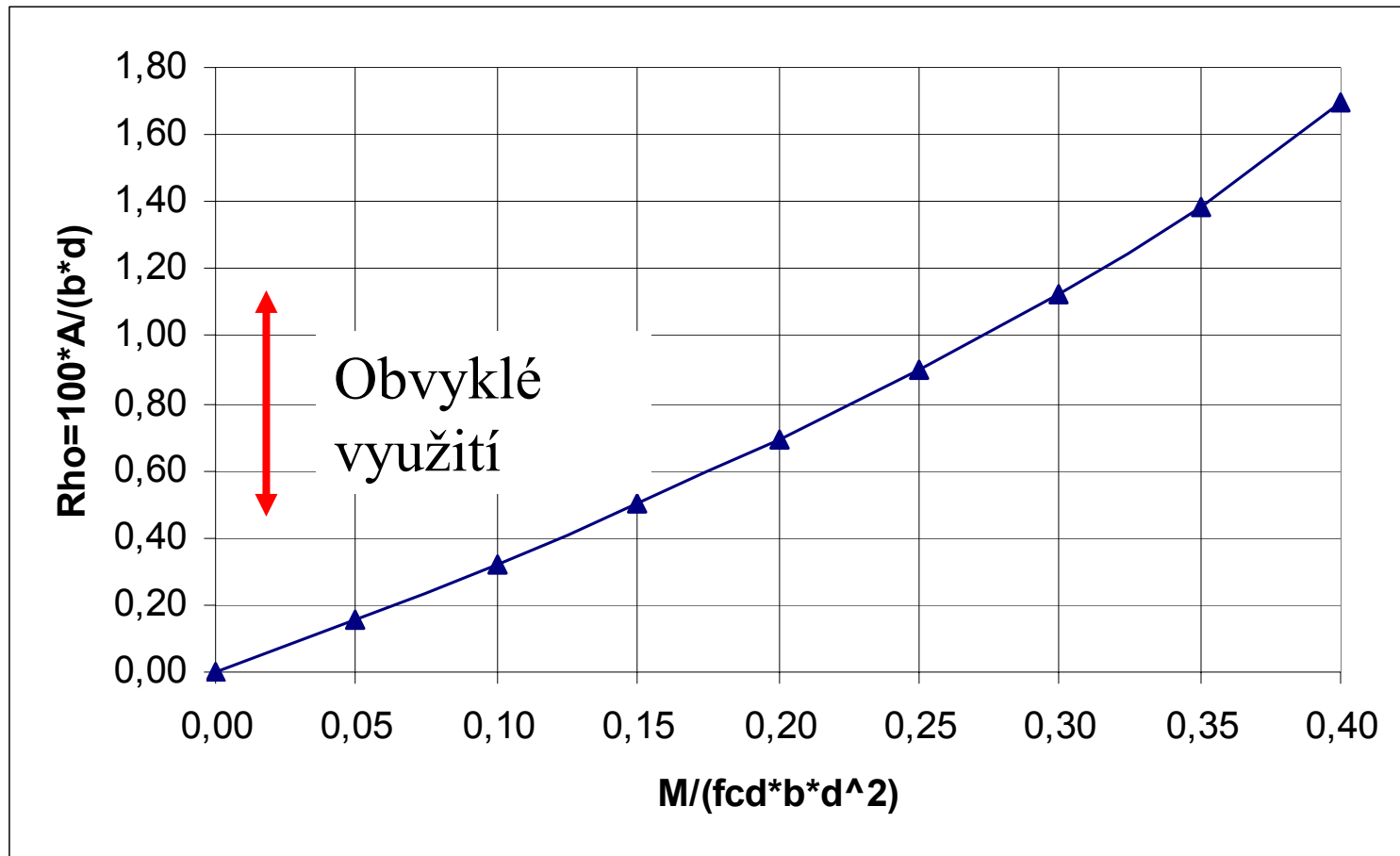
- podle EC2: $\xi_{\max} = 0,45$ pro betony do C35/45

- maximální stupeň vyztužení $\rho_{\max} = 0,8 \xi_{\max} f_{cd}/f_{yd}$

pro C20 $f_{cd} = 13,3$ MPa, $\rho_{\max} = 0,8 \diamond 0,45 \diamond 13,3/435 = 0.011$

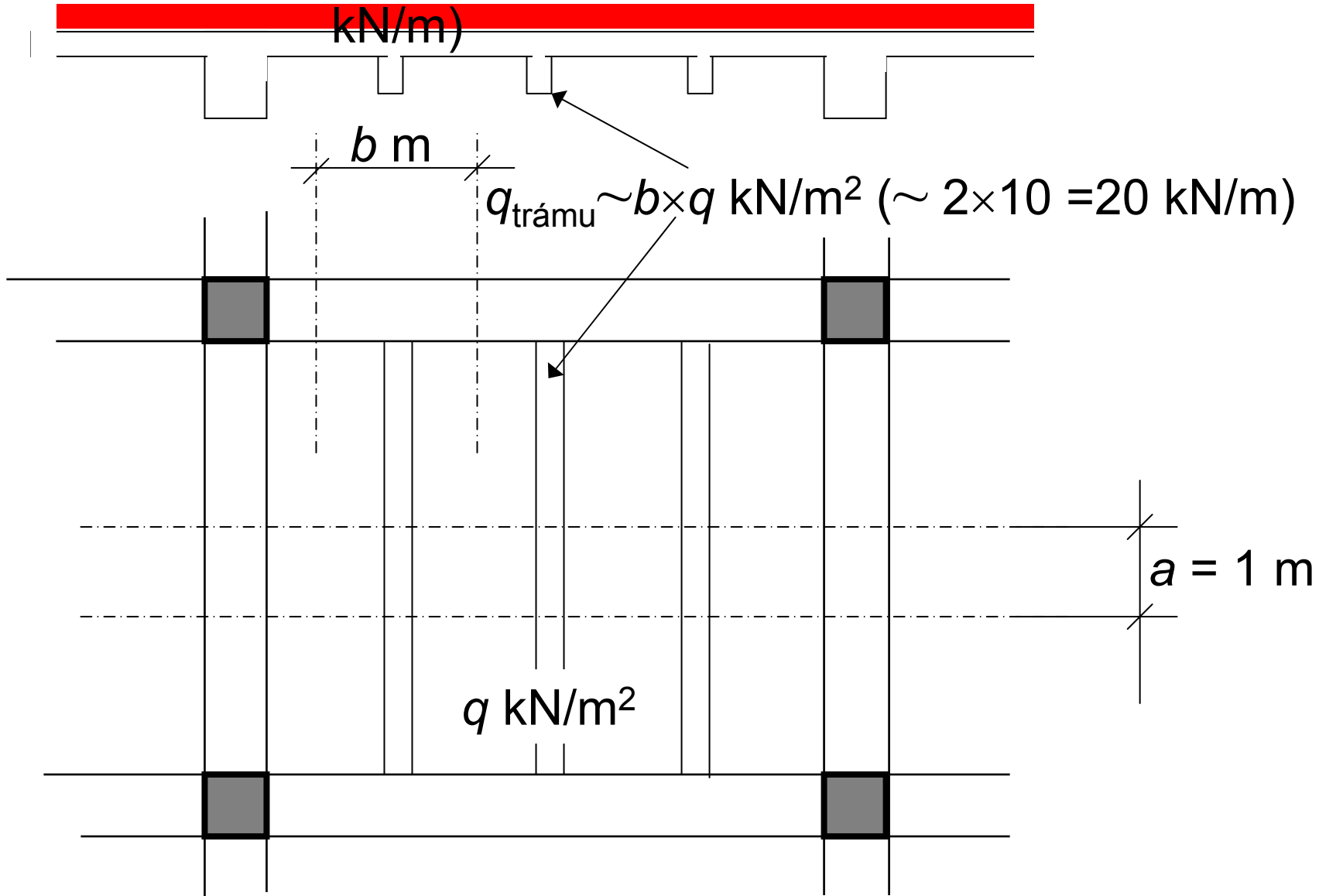
Výztuž pro $f_{cd}=13,3; f_{yd}=435$ MPa

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_d}{f_{cd}bd^2}} \right), \rho_{\min} \approx 0,0013, \rho_{\max} \approx 0,011$$

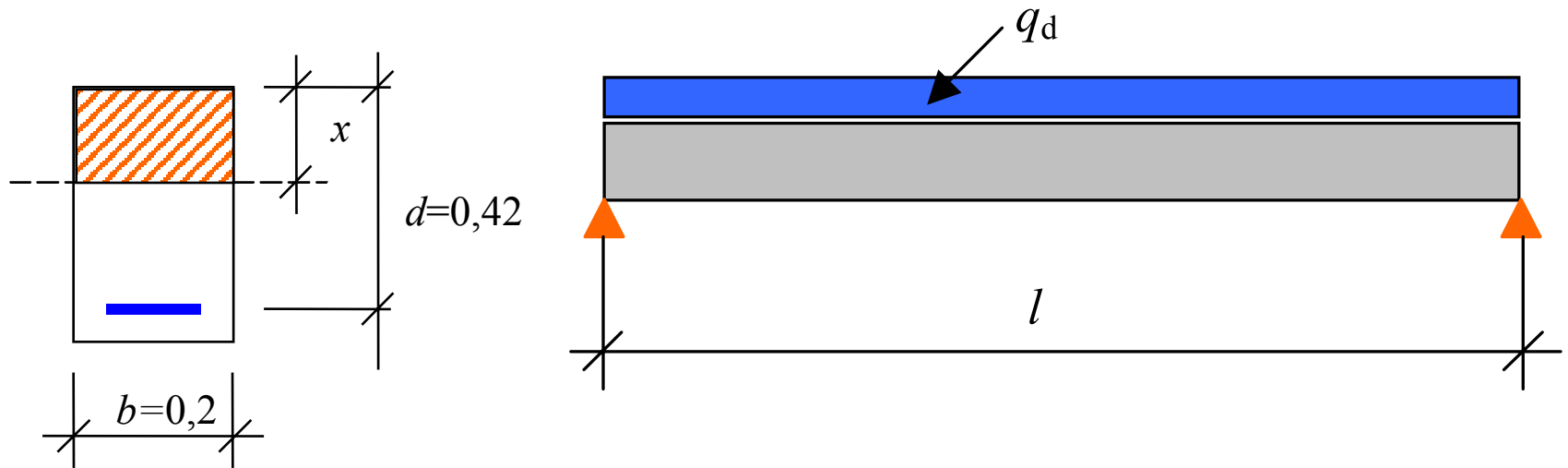


Zatížení desky a trámu

$$q_{\text{desky}} = a \times q \text{ kN/m}^2 = a \times q \text{ kN/m} (\sim 10 \text{ kN/m})$$



Příklad C20/25, S500



Příklad

l [m] =	6,00
q_d [kN/m] =	20
M_d [kNm] =	90
A [m ²] =	0,00055
ρ [%] =	0,66
$\rho > \rho_{min}$?	PRAVDA
$\xi = x/d =$	0,27
$\xi < \xi_{max}$?	PRAVDA

EXCEL Sheet 1/2

Obdélníkový průřez 1

Součinitel $\gamma_c = 1,5$

Beton $f_{ck} [\text{MPa}] = 20$

Výztuž $f_{yk} [\text{MPa}] = 500$

Stupeň v. $\rho_{\min} [\%] = 0,130$

$\xi = x/d < \xi_{\max} = 0,45$

Příklad $M_d [\text{kNm}] = 90$

$A [\text{m}^2] = 0,00055$

$\rho [\%] = 0,66$

$\rho > \rho_{\min} ?$ PRAVDA

$\xi = x/d = 0,27$

$\xi < \xi_{\max} ?$ PRAVDA

$\rho_{\max} [\%] = 1,10$

$z/d = 1 - (A f_{yd}) / (2 b d f_{cd}) = 0,893$

První odhad

Rozměry

$b = 0,2$

$d = 0,42$

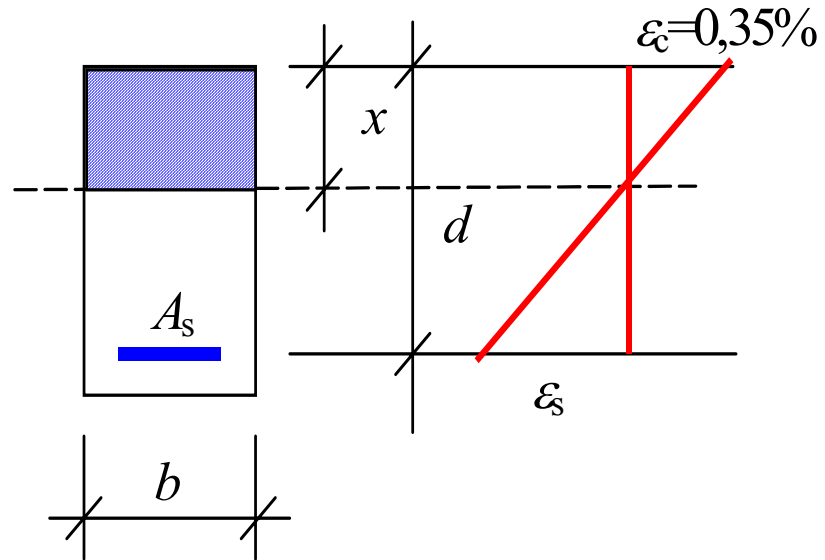
$\alpha_{cc} = 1$

$\gamma_s = 1,15$

$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 13,3$

$f_{ctm} = 2,2$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8$



0,893

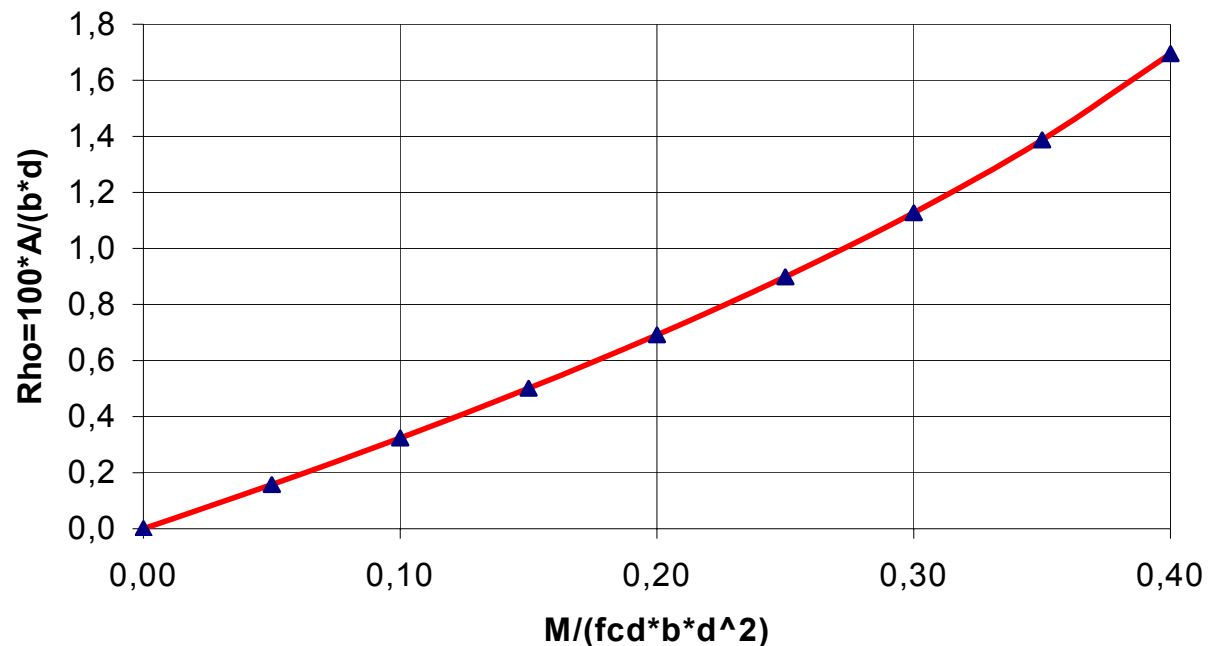
$z \sim 0,9 d$ $A_s \sim M_d / (z * f_{yd}) = 0,00055$

Obecná tabulka

m = Md/ (b*d ² *f _{cd})	Stupeň ρ [%]	ξ=x/d	z/d = 1 - 0,4*ξ	ε _s [%]	A _s m ²	Md [kNm]
0,00	0,00000	0,00	1,00	-	0,00000	0,0
0,05	0,15737	0,06	0,97	5,11	0,00013	23,5
0,10	0,32376	0,13	0,95	2,30	0,00027	47,0
0,15	0,50091	0,20	0,92	1,36	0,00042	70,6
0,20	0,69124	0,28	0,89	0,89	0,00058	94,1
0,25	0,89821	0,37	0,85	0,61	0,00075	117,6
0,30	1,12714	0,46	0,82	0,41	0,00095	141,1
0,35	1,38698	0,57	0,77	0,27	0,00117	164,6
0,40	1,69521	0,69	0,72	0,16	0,00142	188,2

EXCEL Sheet 2/2

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_d}{f_{cd} b d^2}} \right), \rho_{\min} \approx 0,0013, \rho_{\max} \approx 0,011$$



Otázky ke zkoušce

Podstata železobetonu

Základní předpoklady, přetvoření průřezu

Jednostranně vyztužený průřez, rozdělení napětí

Podmínky rovnováhy

Stanovení plochy výztuže

Minimální a maximální stupeň vyztužení

Přibližný odhad plochy výztuže

Příklad výpočtu plochy výztuže