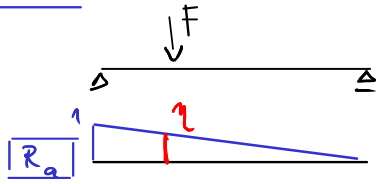
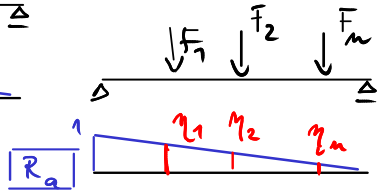
Stanovení S_x pomocí PČ

- 1 síla $S_x = F \cdot \eta$

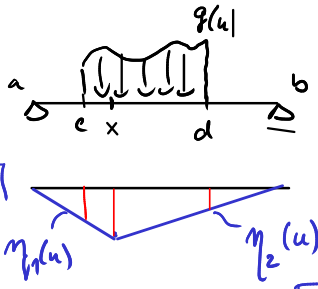


- soustava sil $S_x = \sum_{i=1}^{n} F_i \eta_i$



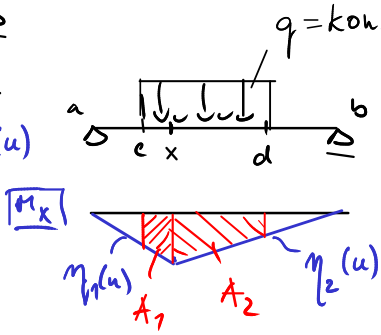
- spojité zatížení $q(u)$

$$S_x = \int_c^x q(u)\,\eta_1(u)\,du + \int_x^d q(u)\,\eta_2(u)\,du$$



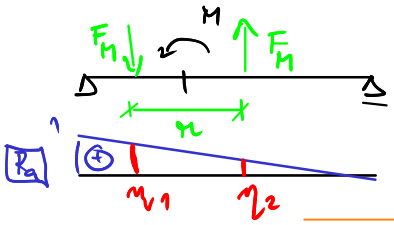
pro q = konst.

$$S_x = q\int_c^x \eta_1(u)\,du + q\int_x^d \eta_2(u)\,du = q\,(A_1 + A_2) = qA$$



- osamělý moment
  - ↳ dvojice sil

náhrada $M = F_M r$



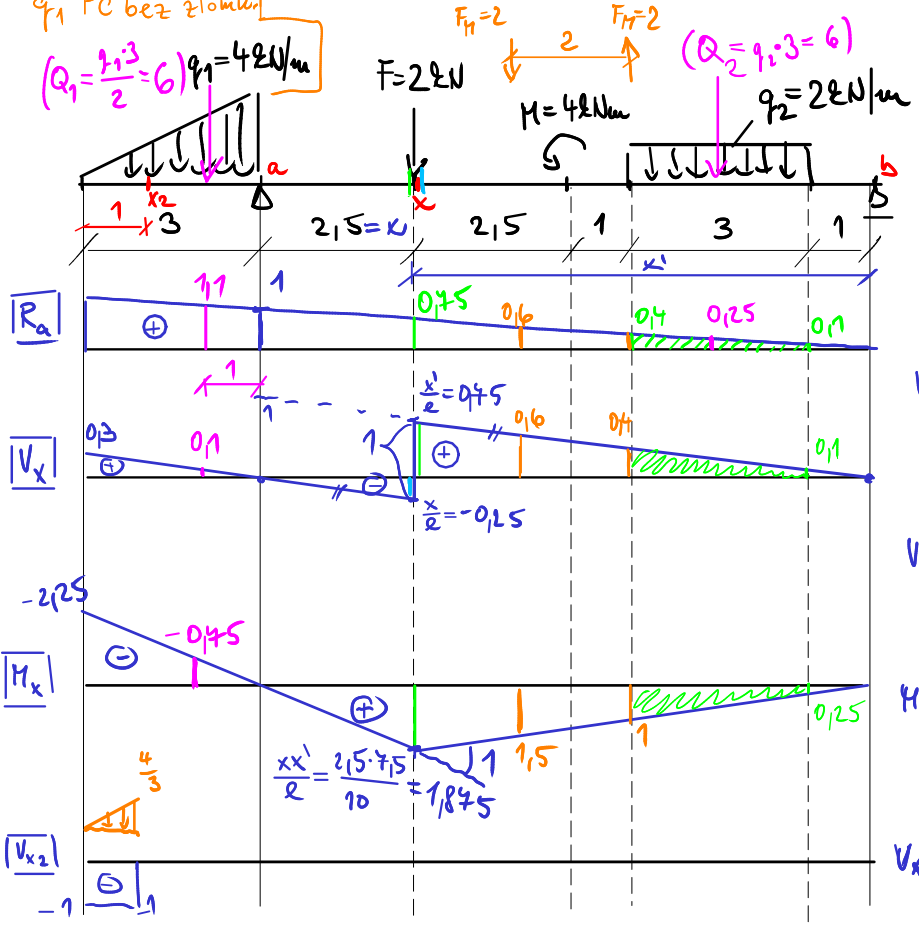
η_1, η_2 ... odečítáme na jedné PČ úsečce

$$S_x = \oplus F_M \cdot \eta_1 \ominus F_M \eta_2$$

Pozor: pro použití Q_1 musí být pod q_1 PČ bez zlomů!

Pozn. q_2 = konst. funguje i použití Q_2, ale je třeba dávat pozor, aby pod celým q byla 1 PČ bez zlomů!!! Bezpečnější je tedy: plocha pod PČ · q!

$(Q_2 \cdot 0{,}25) = 1{,}5$ Následující téma to vysvětlí.



$$R_a = F \cdot 0{,}475 + q_2 \cdot \frac{0{,}4+0{,}1}{2} \cdot 3 + Q_1 \cdot 1{,}1 + F_M \cdot 0{,}6 - F_M \cdot 0{,}4 = \underline{10\ \text{kN}}$$

řez nalevo od síly (nebo síla těsně za řezem x)

$$V_x^L = F(0{,}475) + q_2 \cdot \frac{0{,}4+0{,}1}{2} \cdot 3 + Q_1 \cdot 0{,}1 + F_M(0{,}6-0{,}4) = \underline{4\ \text{kN}}$$

řez napravo od síly (nebo síla těsně před řezem x)

$$V_x^P = F(-0{,}25) + q_2 \frac{0{,}4+0{,}1}{2} \cdot 3 + Q_1 \cdot 0{,}1 + F_M(0{,}6-0{,}4) = \underline{2\ \text{kN}}$$

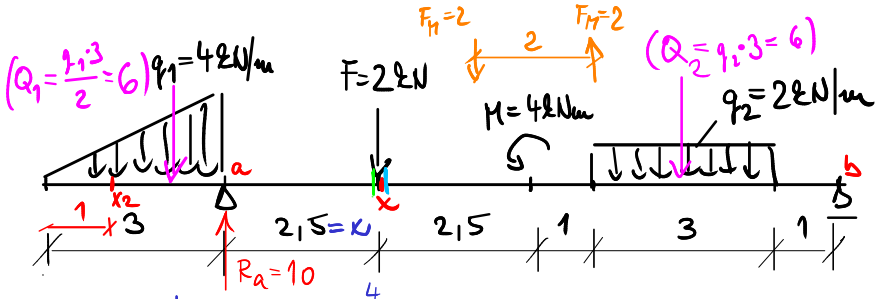
$$M_x = F \cdot 1{,}875 + q_2 \frac{1+0{,}25}{2} \cdot 3 + Q_1 \cdot (-0{,}75) + F_M \cdot (1{,}5-1) = \underline{4\ \text{kNm}}$$

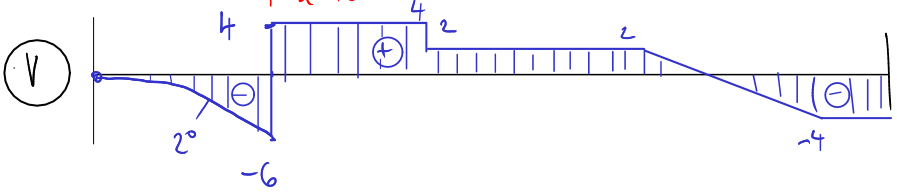
$$V_{x_2} = \frac{1}{2}\frac{4}{3} \cdot 1 \cdot (-1) = \underline{-\frac{2}{3}\ \text{kN}}$$

$$M_{x_2} = \frac{1}{2}\frac{4}{3} \cdot 1 \left(-\frac{1}{3}\right) = \underline{-\frac{2}{9}\ \text{kNm}}$$

$$\left(\text{PČ} - \frac{1}{2}\frac{4}{3} \cdot 1 \cdot \frac{1}{3}1 = -\frac{2}{9}\ \text{kNm}\right)$$

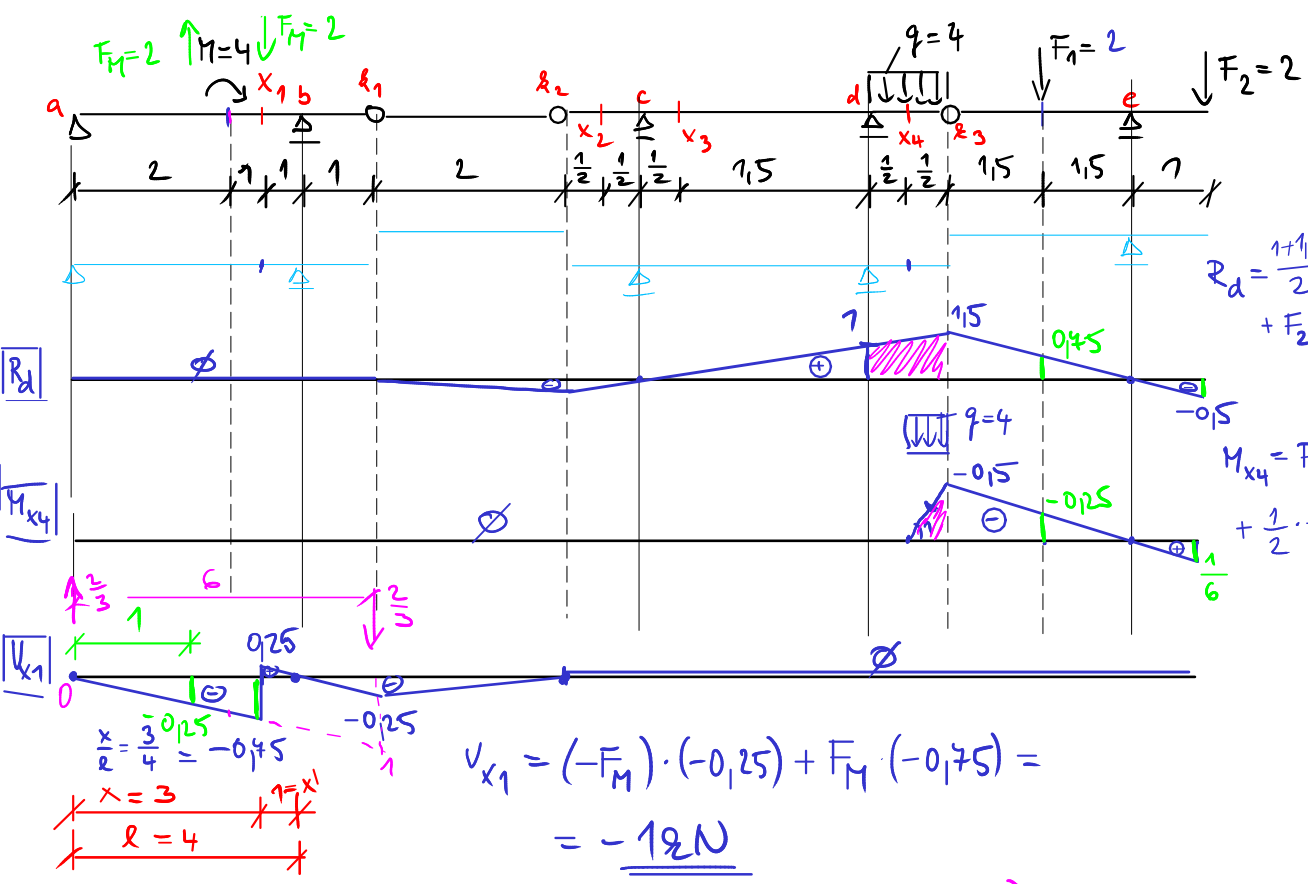
$$R_b = F \cdot 0{,}25 + q_2 \frac{0{,}6+0{,}9}{2} \cdot 3 + Q_1 \cdot (-0{,}1) + F_M(0{,}4-0{,}6) = \underline{4\ \text{kN}}$$





$V_x^L = -Q_1 + R_a = -6 + 10 = \underline{4\,kN}$

$V_x^P = -Q_1 + R_a - F = -6 + 10 - 2 = \underline{2\,kN}$



$R_d = \frac{1+1,5}{2}\cdot 1\cdot q + F_1\cdot 0,75 + F_2(-0,5) = 5,5\,kN$

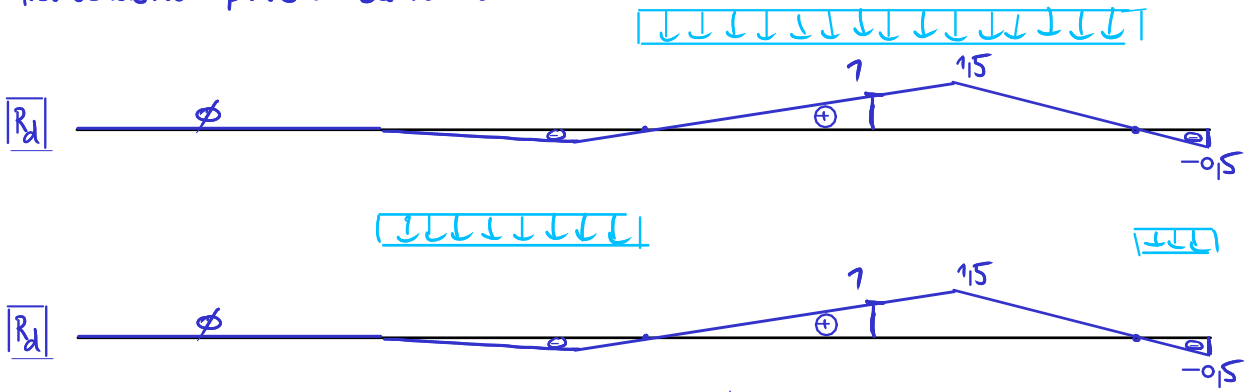
$M_{x4} = F_2\cdot\frac{1}{6} + F_1(-0,25) + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(-\frac{1}{2}\right)\cdot q = -\frac{2}{3}\,kNm$

$V_{x1} = (-F_M)\cdot(-0,25) + F_M(-0,75) =$

$= -1\,kN$

$\left(V_{x1} = \left(-\frac{2}{3}\right)\cdot 0 + \frac{2}{3}(-1,5) = -1\,kN\right)$

Rovnoměrné příčné zatížení na libovolné délce – zatížím úseky se stejným znaménkem PČ

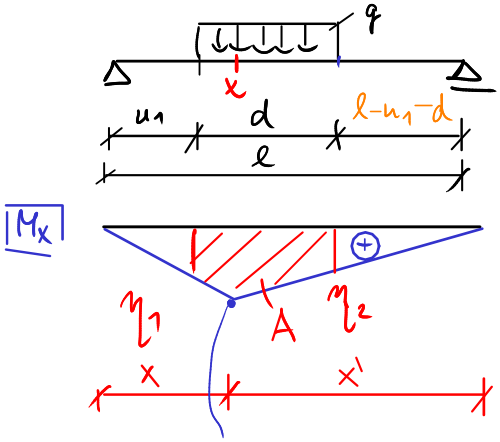


pro vyvolání extrémních Sx

max R_d

min R_d

Umístěte částečné rovnoměrné zatížení, aby vyvolalo M_{max} v řezu x



$\eta_1 = \eta_2$

$S_x = M_x = A\cdot q$

$\ell = 10\ m$

$d = 4\ m$

$x = 3\ m$

$x' = 10-3 = 7\ m$

$q = 2\,kN/m$

$\frac{xx'}{\ell} = \frac{3\cdot 7}{10} = 2,1 = \eta_x$

$\eta_1 = \frac{2,1}{3}\cdot 1,8 = 1,26$ (x'', $= u_1$)

$\eta_2 = \frac{2,1}{7}\left(10-(1,8+4)\right)$ (x', ℓ, u_1, d)

$\eta_2 = 1,26$

odvození (podobnost ◺)

$u_1 = \frac{x}{\ell}(\ell-d)$

$\frac{\eta_1}{u_1} = \frac{xx'}{\ell x}\cdot\frac{1}{1}$ $\qquad \frac{\eta_2}{\ell-u_1-d} = \frac{xx'}{\ell}\cdot\frac{1}{x'}$

$\eta_1 = \frac{x'}{\ell}u_1$ $\qquad \eta_2 = \frac{x}{\ell}(\ell-u_1-d)$

$\eta_1 = \eta_2$

$\frac{x'}{\ell}u_1 = \frac{x}{\ell}(\ell-u_1-d)\ /\cdot\ell$ $\qquad x' = \ell - x$

$(\ell-x)u_1 + x u_1 = x(\ell-d)$

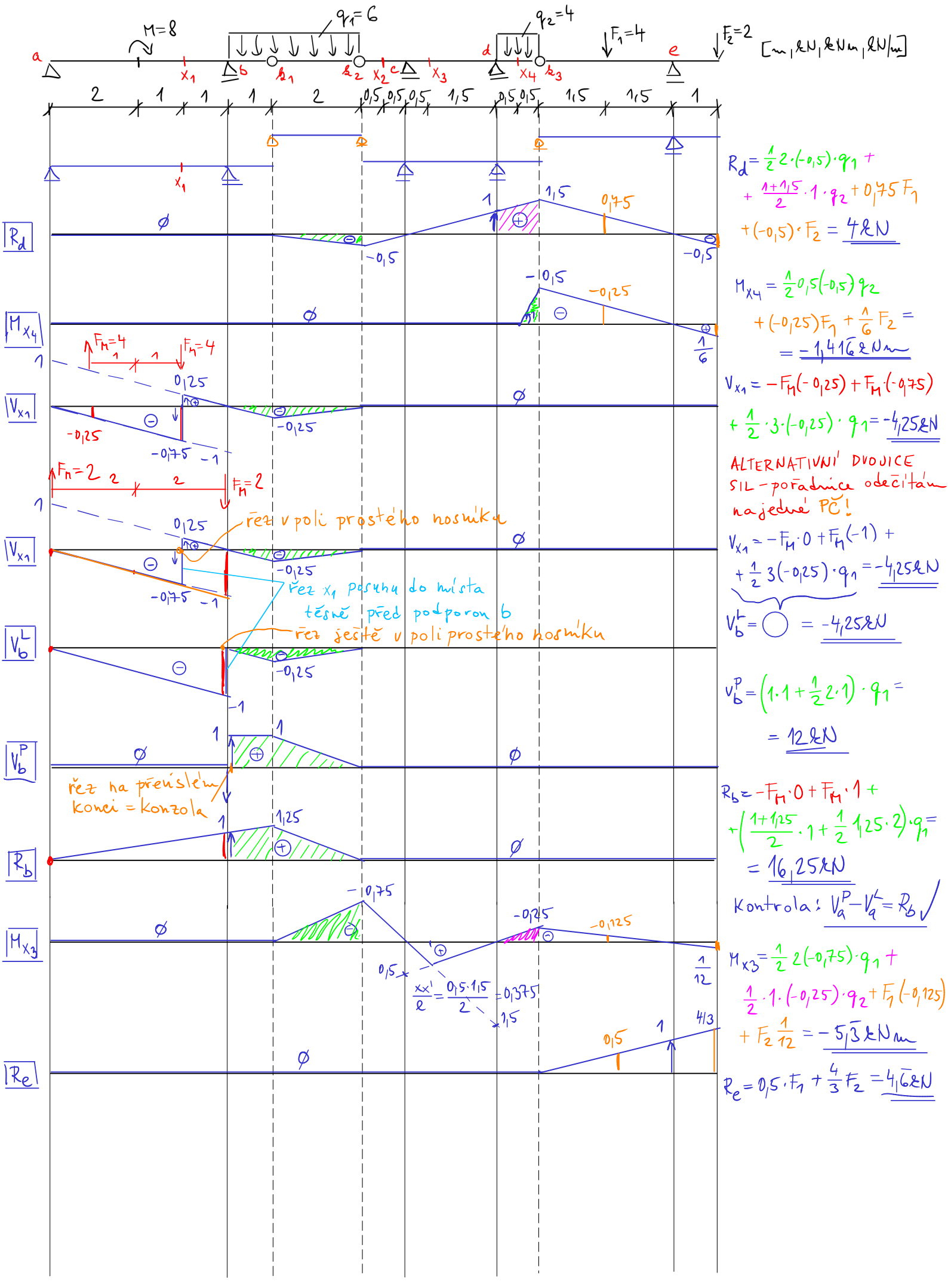
$u_1 = \frac{x}{\ell}(\ell-d)$

$u_1 = \frac{x}{\ell}(\ell-d) = \frac{3}{10}(10-4) = 1,8\ m$

$M_{x,max} = A\,q = \left[\frac{2,1+1,26}{2}\cdot 4\right]\cdot 2 = 13,44\,kNm$

$\left[2,1\cdot 4 - \frac{1}{2}(3-1,8)(2,1-1,26) - \frac{1}{2}(1,8+4-3)(2,1-1,26)\right]\cdot 2 = 13,44\,kNm$

(η_x, d; x, u_1, η_x, η_1; u_1, d, x, η_2, η_2, q)


M=8
q1=6
q2=4
F1=4
F2=2
[m, kN, kNm, kN/m]
a
b
c
d
e
x1
x2
x3
x4
k1
k2
k3
2 1 1 1 2 0,5 0,5 0,5 1,5 0,5 0,5 1,5 1,5 1
Rd
MX4
VX1
VLb
VPb
Rb
MX3
Re
řez v poli prostého nosníku
řez x1 posunu do místa těsně před podporou b
řez ještě v poli prostého nosníku
řez na přeúsleném konci = konzola
Rd = ½2·(-0,5)·q1 + (1+1,5)/2 · 1 · q2 + 0,75 F1 + (-0,5)·F2 = 4 kN
MX4 = ½0,5(-0,5) q2 + (-0,125)F1 + 1/6 F2 = = -1,41̄6 kNm
VX1 = -FM(-0,125) + FM·(-0,75) + ½·3·(-0,125)·q1 = -4,25 kN
ALTERNATIVNÍ DVOJICE SIL - pořadnice odečítám najednou PČ!
VX1 = -FM·0 + FM(-1) + ½ 3(-0,125)·q1 = -4,25 kN
VLb = ○ = -4,25 kN
VPb = (1·1 + ½2·1)·q1 = = 12 kN
Rb = -FM·0 + FM·1 + ((1+1,25)/2 · 1 + ½ 1,25·2)·q1 = = 16,25 kN
Kontrola: VPa - VLa = Rb ✓
MX3 = ½ 2(-0,75)·q1 + ½·1·(-0,125)·q2 + F1(-0,125) + F2 1/12 = -5,3̄ kNm
Re = 0,5·F1 + 4/3 F2 = 4,16̄ kN