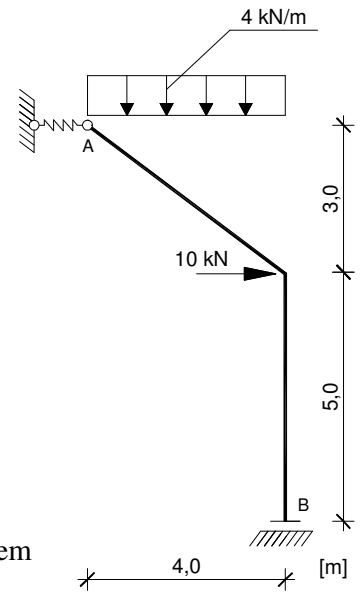
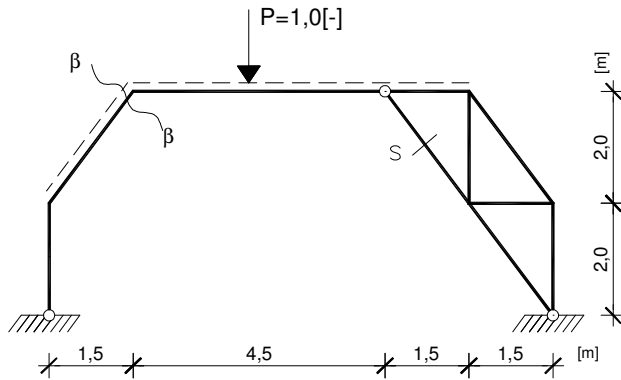


Zad.1. Proszę wyznaczyć linie wpływu: LwM_β , LwT_β oraz LwS .



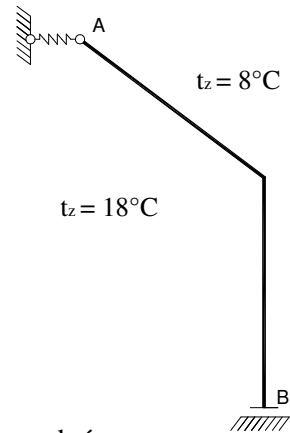
Rys. do zad.2

Zad.2. Wykorzystując równanie pracy wirtualnej proszę wyznaczyć **przemieszczenie poziome p. B** wywołane zadaniem obciążeniem zewnętrznym. (pominąć wpływ N i T)

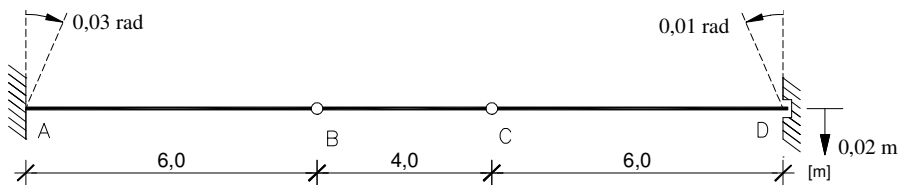
I240: $I = 4250 \text{ cm}^4$
 $A = 46,1 \text{ cm}^2$
 $E = 205 \text{ GPa}$
 $k = 1200 \text{ kN/m}$

Zad.3. Rama z zadania 2 doznała wpływu temperatury. Wykorzystując równanie pracy wirtualnej proszę wyznaczyć **obrót przekroju A**.

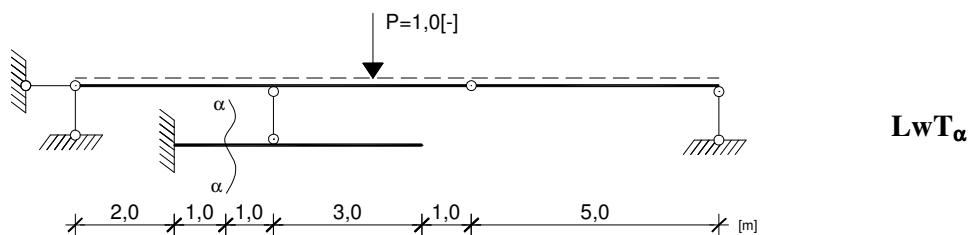
$t_m = 15^\circ\text{C}$
 $\alpha_t = 1,2 \cdot 10^{-5} \left[\frac{1}{^\circ\text{C}} \right]$



Zad.4. Wyznaczyć **obrót cięgiwy BC** wywołany zadaniem osiadaniem podpór:



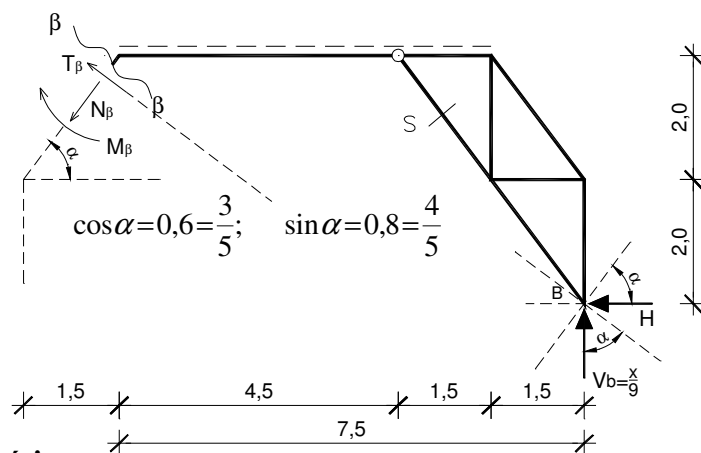
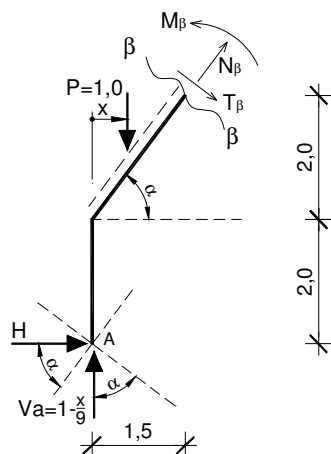
Zad.5. Proszę naszkicować przebieg linii zaznaczonej wielkości statycznej przy obciążeniu pośrednim.



ROZWIĄZANIE ZADAŃ

Zad.1.

$$\underline{x \in < 0; 1,5 >} \quad LwH = \frac{x}{12}$$



Z warunków równowagi dla prawej części:

$$LwM_{\beta} = LwV_B \cdot 7,5 - LwH \cdot 4 = \frac{x}{8} \cdot 7,5 - \frac{x}{12} \cdot 4 = 0,5x$$

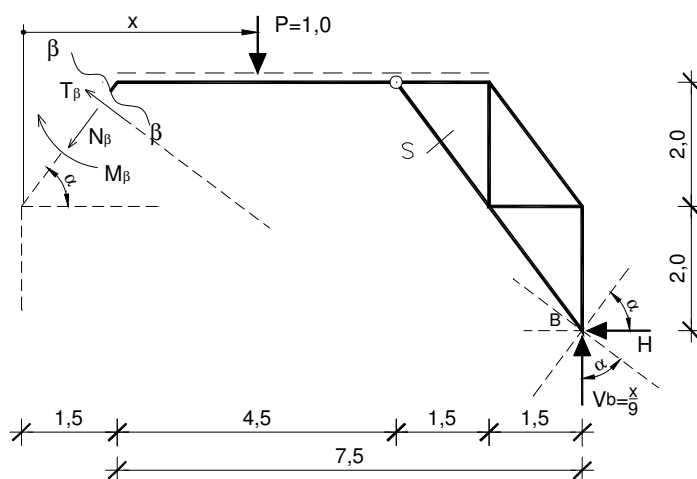
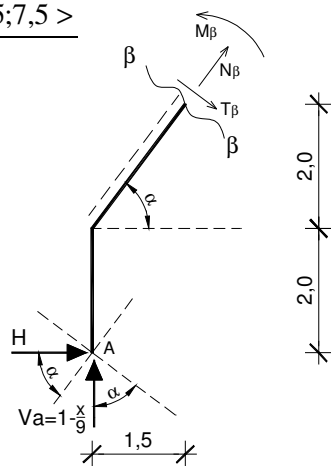
$$LwT_{\beta} = -LwV_B \cdot \cos \alpha - LwH \cdot \sin \alpha = -\frac{x}{9} \cdot \frac{3}{5} - \frac{x}{12} \cdot \frac{4}{5} = -\frac{2}{15}x$$

...lub z warunków równowagi dla lewej części:

$$LwM_{\beta} = LwV_A \cdot 1,5 - LwH \cdot 4 - 1(1,5 - x) = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{x}{9}\right) - \frac{x}{12} \cdot 4 - \frac{3}{2} + x = \frac{3}{2} \cdot \frac{x}{9} - \frac{x}{3} + x = \frac{1}{2}x$$

$$LwT_{\beta} = LwV_A \cdot \cos \alpha - LwH \cdot \sin \alpha - 1 \cdot \cos \alpha = \left(1 - \frac{x}{9}\right) \cdot \frac{3}{5} - \frac{x}{12} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} = \frac{3}{5} \cdot \frac{x}{9} - \frac{x}{15} - \frac{2}{5} = -\frac{2}{15}x$$

$$\underline{x \in < 1,5; 7,5 >}$$



Z warunków równowagi dla lewej części:

$$\underline{x \in < 1,5; 6 >} \quad LwH = \frac{x}{12}$$

$$LwM_{\beta} = LwV_A \cdot 1,5 - LwH \cdot 4 = \frac{3}{2} \cdot \left(1 - \frac{x}{9}\right) - \frac{x}{12} \cdot 4 = \frac{3}{2} - \frac{x}{2}$$

$$x = 1,5 \rightarrow M_{\beta} = 0,75$$

$$x = 6 \rightarrow M_{\beta} = -1,5$$

$$LwT_{\beta} = LwV_A \cdot \cos\alpha - LwH \cdot \sin\alpha = \left(1 - \frac{x}{9}\right) \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \cdot LwH = \frac{3}{5} \left(1 - \frac{x}{9}\right) - \frac{4}{5} \cdot \frac{x}{12} = \frac{3}{5} - \frac{x}{15} - \frac{x}{15} = \frac{3}{5} - \frac{2}{15}x$$

$$x=1,5 \rightarrow T_{\beta} = 0,4$$

$$x=6 \rightarrow T_{\beta} = -0,2$$

$$x \in \langle 6; 7,5 \rangle \quad LwH = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{x}{9}\right)$$

$$LwM_{\beta} = LwV_A \cdot 1,5 - LwH \cdot 4 = \frac{3}{2} \cdot \left(1 - \frac{x}{9}\right) - 4 \cdot \frac{3}{2} \left(1 - \frac{x}{9}\right) = -\frac{9}{2} \left(1 - \frac{x}{9}\right)$$

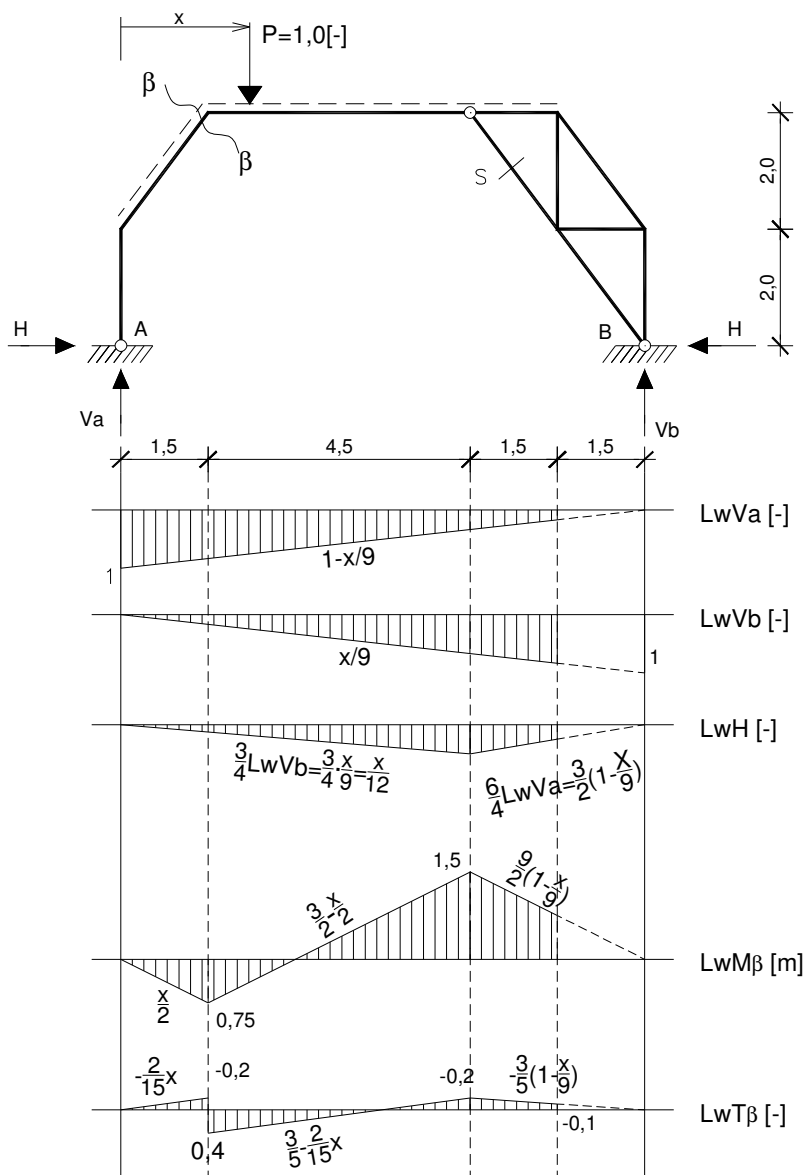
$$x=6 \rightarrow M_{\beta} = -1,5$$

$$x=9 \rightarrow M_{\beta} = 0$$

$$LwT_{\beta} = LwV_A \cdot \cos\alpha - LwH \cdot \sin\alpha = \left(1 - \frac{x}{9}\right) \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{2} \left(1 - \frac{x}{9}\right) = -\frac{3}{5} \left(1 - \frac{x}{9}\right)$$

$$x=6 \rightarrow T_{\beta} = -0,2$$

$$x=9 \rightarrow T_{\beta} = 0$$



Zad.2. Przeszyczenie poziome pktu: $\delta_B^H = ?$

I240

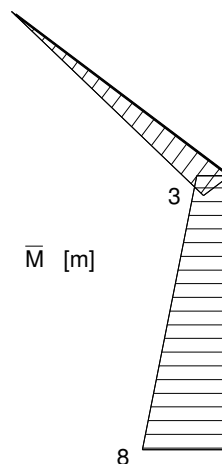
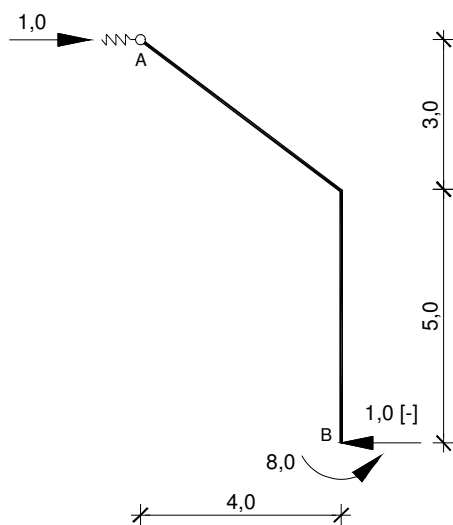
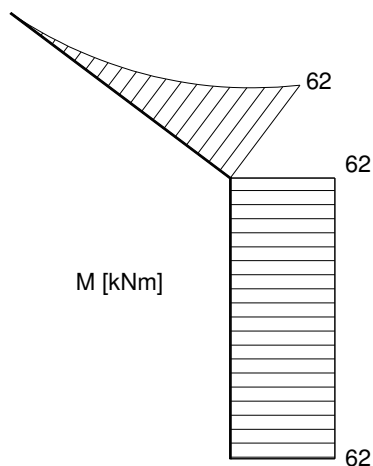
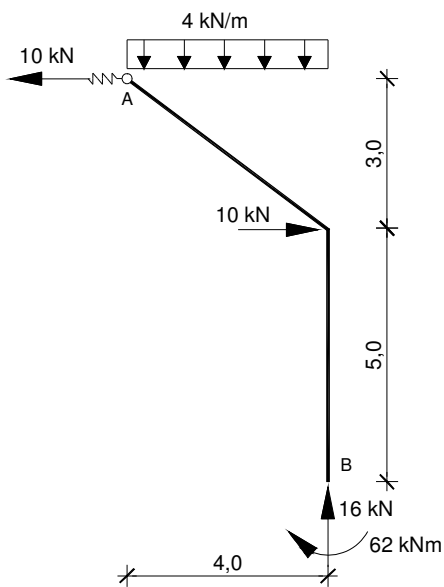
$I = 4250 \text{ cm}^4$

$E = 205 \text{ GPa}$

$EI = (4250 \cdot 10^{-8}) \cdot (205 \cdot 10^6) = 8712,5 \text{ kNm}^2$

$k = 1200 \text{ kN/m}$

$$\delta_B^H \cdot \bar{1},0 = \sum \int_s \frac{\bar{M}M}{EI} ds + \sum \bar{R}R \frac{1}{k}$$



$$\begin{aligned} \delta_B^H \cdot \bar{1},0 &= \frac{1}{EI} \left[-\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 62 \cdot \frac{2}{3} \cdot 3 + \frac{2}{3} \cdot 5 \cdot \frac{4 \cdot 4^2}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 - 5 \cdot 62 \cdot \frac{1}{2} \cdot (8+3) \right] - 10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1200} = \frac{1}{EI} (-310 + 40 - 1705) - \frac{1}{1200} = \\ &= \frac{-1975}{8712,5} - 0,00083 = -0,2267 - 0,00083 = -0,235m \end{aligned}$$

$\delta_B^H = -0,235m$

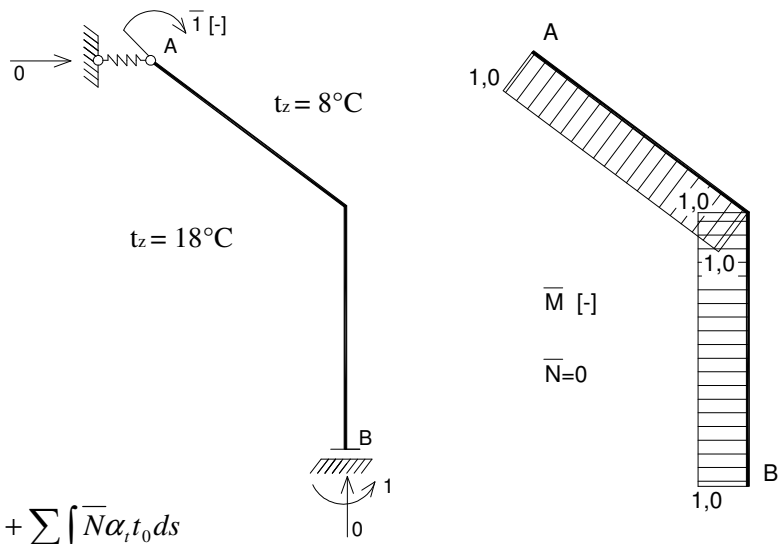
Zad.3. $\varphi_A = ?$

$t_m = 15^\circ C$

$\alpha_t = 1,2 \cdot 10^{-5} [\frac{1}{^\circ C}]$

$\Delta t = 10^\circ C$

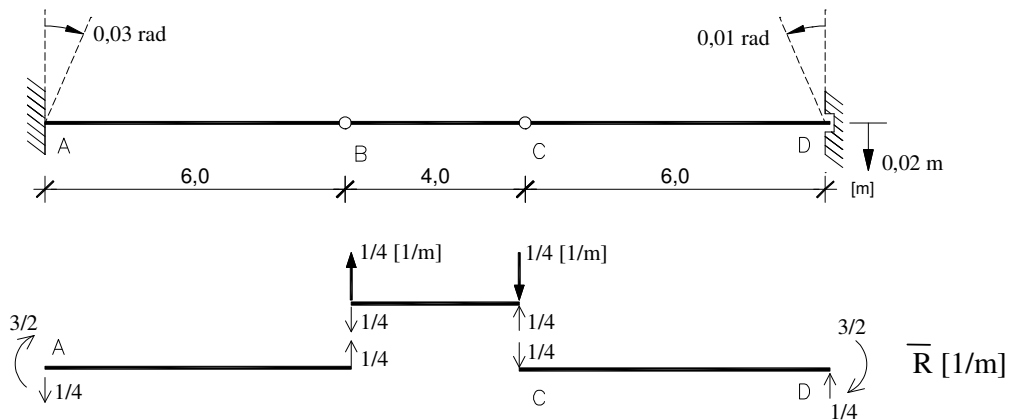
$I = 240$



$$\varphi_A \cdot 1,0 = \sum \int_s \bar{M} \alpha_t \frac{\Delta t}{h} ds + \sum \int_s \bar{N} \alpha_t t_0 ds$$

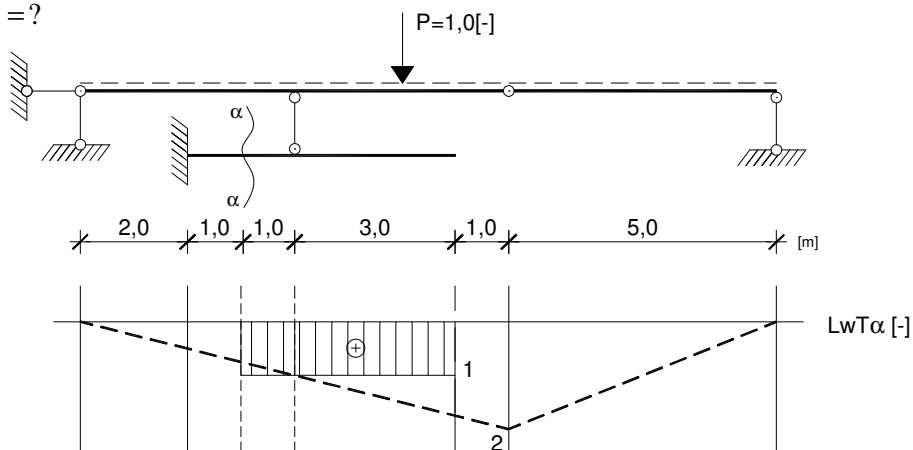
$$\varphi_A \cdot 1,0 = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{10}{0,24} \cdot (5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) + 0 = \frac{100}{0,24} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} = 0,005 rad = 0,286^\circ$$

Zad.4. $\varphi_{BC} = ?$



$$\varphi_{BC} \cdot 1,0 = -(\sum \bar{R} \cdot \Delta) = -(\frac{3}{2} \cdot 0,03 - \frac{3}{2} \cdot 0,01 - \frac{1}{4} \cdot 0,02) = -0,025 rad = -1,43^\circ$$

Zad.5. $LwT_\alpha = ?$



Linią ciągłą narysowana linia wpływu przy obciążeniu bezpośrednim, a linią przerywaną przy obciążeniu pośrednim.