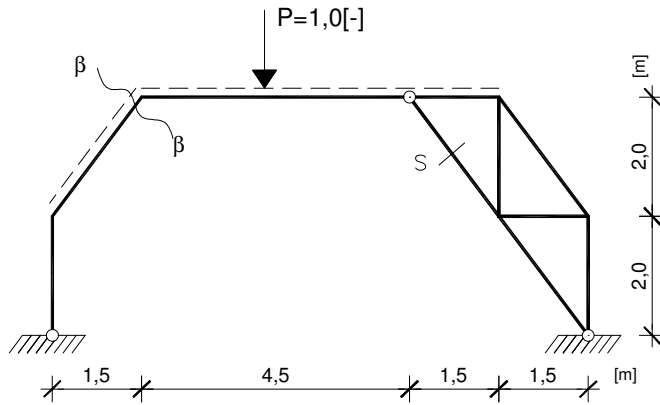
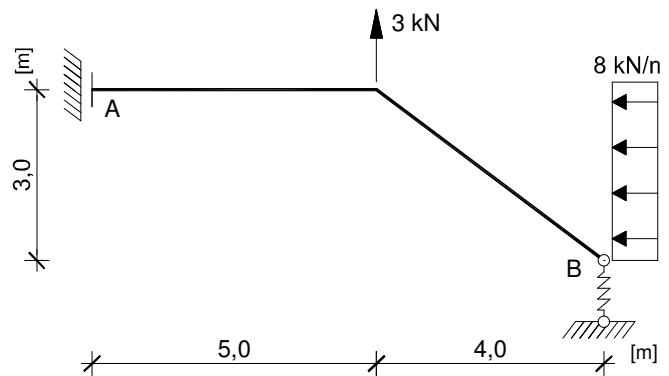


Zad.1. Proszę wyznaczyć linie wpływu LwM_β , LwN_β oraz LwS .



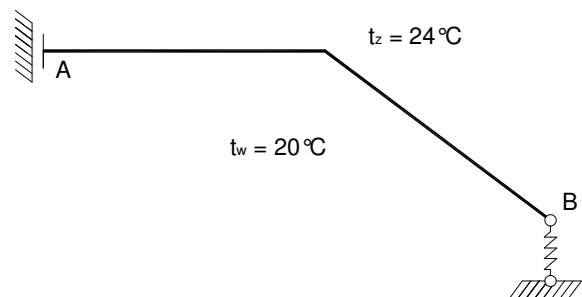
Zad.2. Wykorzystując równanie pracy wirtualnej proszę wyznaczyć **przemieszczenie pionowe p.A** wywołane zadaniem obciążeniem zewnętrznym (pomiąć wpływ N i T).

I240: $I = 3060 \text{ cm}^4$
 $A = 46,1 \text{ cm}^2$
 $E = 205 \text{ GPa}$
 $k = 1000 \text{ kN/m}$

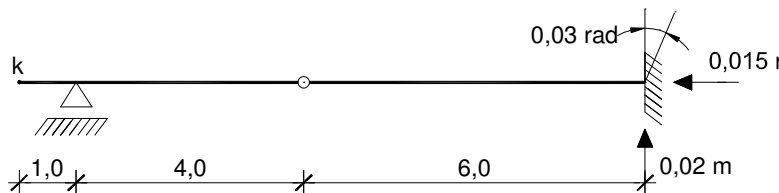


Zad.3. Rama z zadania 2 doznała wpływu temperatury. Wykorzystując równanie pracy wirtualnej proszę wyznaczyć **obrót przekroju B**.

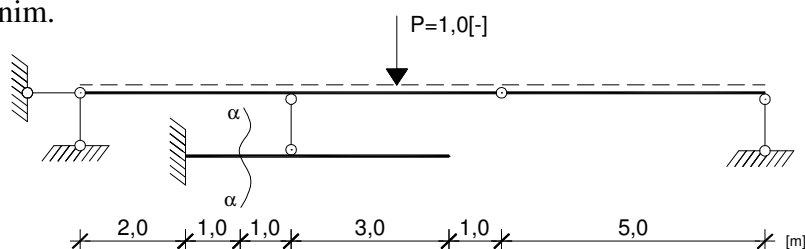
$t_m = 10^0\text{C}$
 $\alpha_t = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^0\text{C}}$



Zad.4. Wyznaczyć **przemieszczenie wypadkowe punktu k** wywołane zadaniem osiadaniem podpór.



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

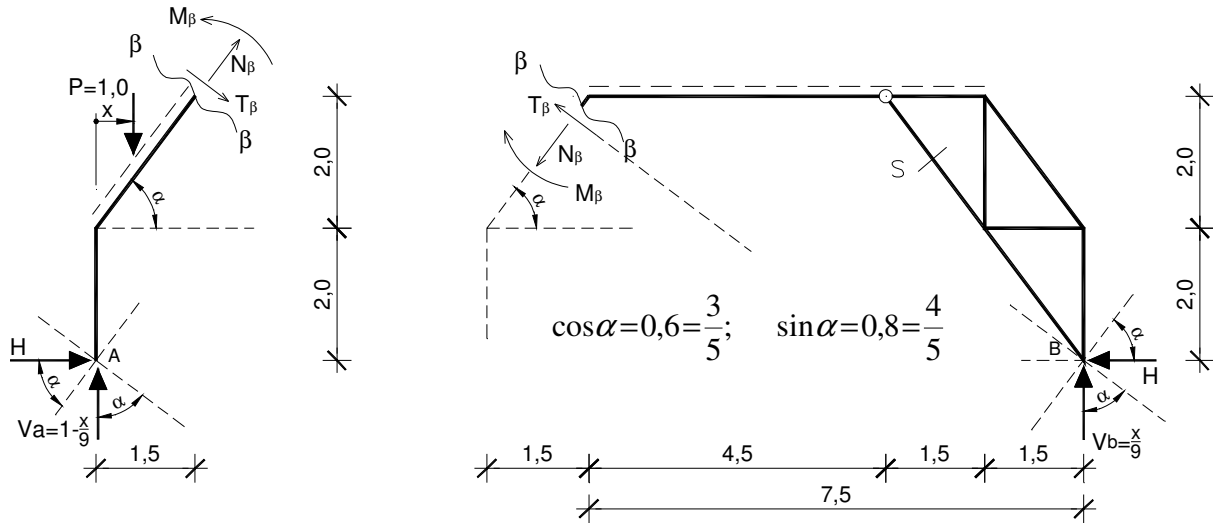


LwM_α

ROZWIĄZANIE ZADAŃ

Zad.1.

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



Z warunków równowagi dla prawej części:

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

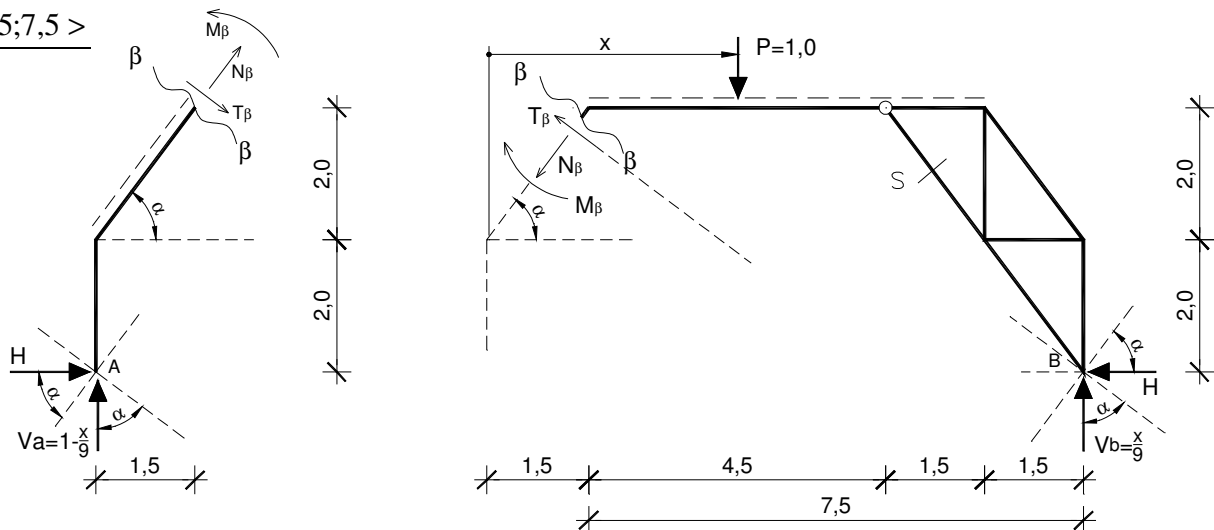
$$LwN_{\beta} = LwV_B \cdot \sin \alpha - LwH \cdot \cos \alpha = \frac{x}{9} \cdot \frac{4}{5} - \frac{x}{12} \cdot \frac{3}{5} = \frac{4}{45}x - \frac{x}{20} = \frac{7}{180}x = 0,03(8)x$$

...lub z warunków równowagi dla lewej części:

$$LwM_{\beta} = LwV_A \cdot 1,5 - LwH \cdot 4 - 1(1,5 - x) = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{x}{9}\right) - \frac{x}{12} \cdot 4 - \frac{3}{2} + x = \frac{3}{2} - \frac{x}{6} - \frac{x}{3} + \frac{3}{2} + x = \frac{1}{2}x$$

$$LwN_{\beta} = -LwV_A \cdot \sin \alpha - LwH \cdot \cos \alpha + 1 \cdot \sin \alpha = -\left(x - \frac{x}{9}\right) \frac{4}{5} - \frac{x}{12} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} = -\frac{4}{5} + \frac{4}{45}x - \frac{x}{20} + \frac{4}{5} = \frac{7}{180}x = 0,03(8)x$$

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



Z warunków równowagi dla lewej części:

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

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

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

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

$$LwN_{\beta} = -LwV_A \cdot \sin \alpha - LwH \cdot \cos \alpha = -\frac{4}{5} \cdot \left(1 - \frac{x}{9}\right) - \frac{3}{5} \cdot \frac{x}{12} = -\frac{4}{5} + \frac{7}{180}x$$

$$x=1,5 \rightarrow N_{\beta} = -0,7413$$

$$x=6 \rightarrow N_{\beta} = -0,5667$$

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

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

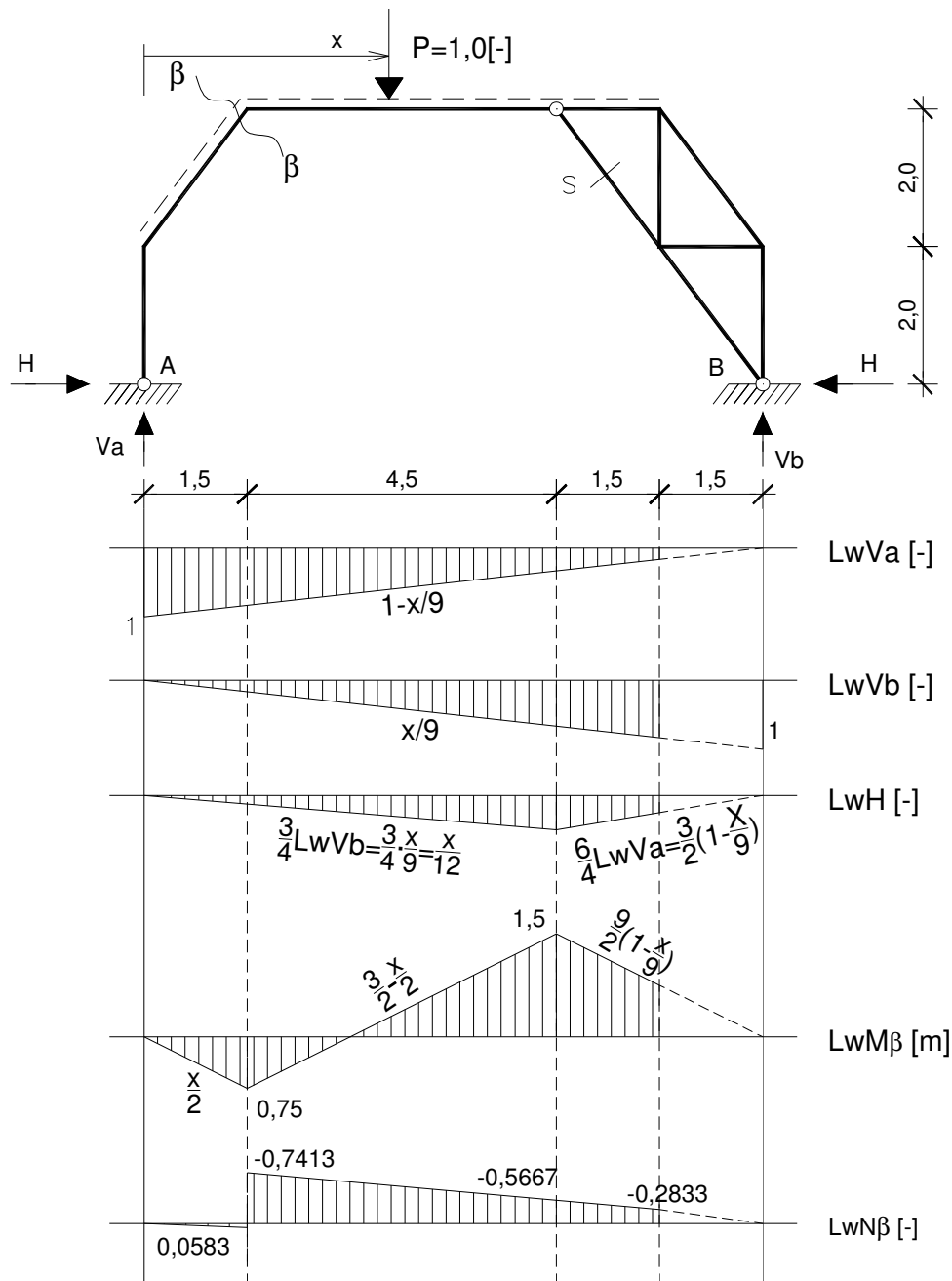
$$x=6 \rightarrow M_{\beta} = -1,5$$

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

$$LwN_{\beta} = -LwV_A \cdot \sin \alpha - LwH \cdot \cos \alpha = -\frac{4}{5} \left(1 - \frac{x}{9}\right) - \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{2} \left(1 - \frac{x}{9}\right) = -\frac{17}{10} \left(1 - \frac{x}{9}\right)$$

$$x=6 \rightarrow N_{\beta} = -0,5667$$

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



Zad.2. $V_A=?$

I220

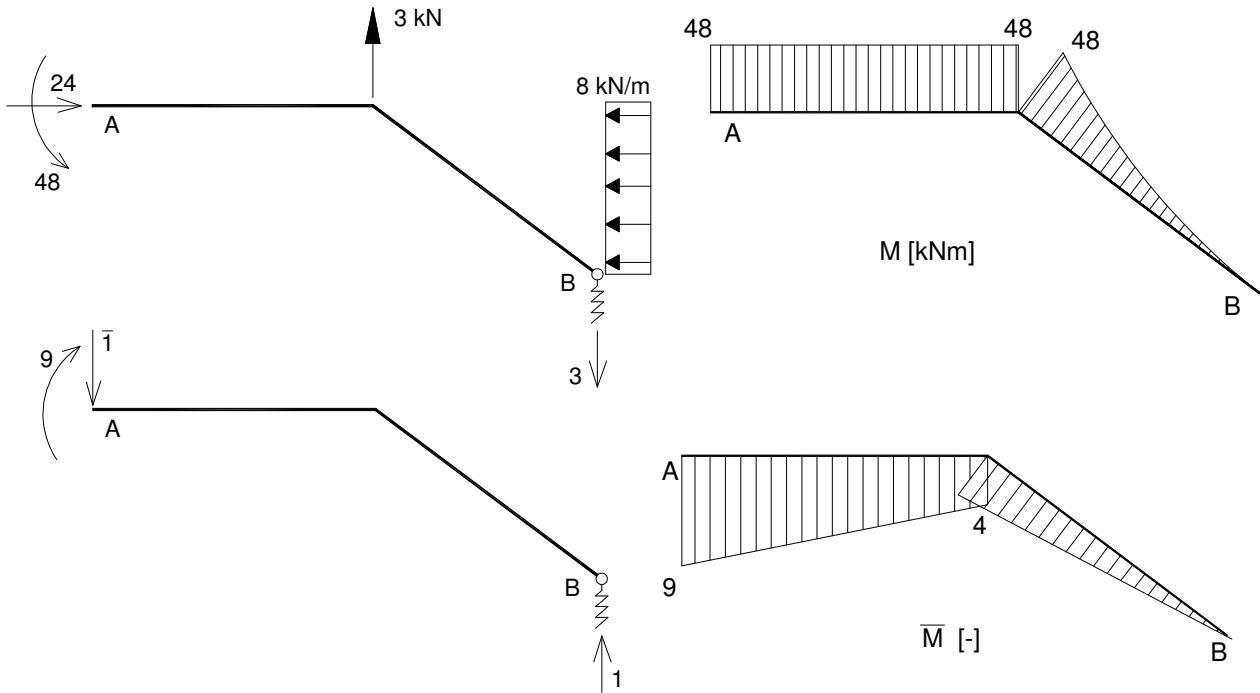
$$I = 3060 \text{ cm}^4$$

$$E = 205 \text{ GPa}$$

$$EI = (3060 \cdot 10^{-8}) \cdot (205 \cdot 10^6) = 6273 \text{ kNm}^2$$

$$k = 1000 \text{ kN/m}$$

$$V_A \cdot 1,0 = \sum \int_s \frac{\overline{M} \overline{M}}{EI} ds + \sum \overline{R} \overline{R} \frac{1}{k}$$

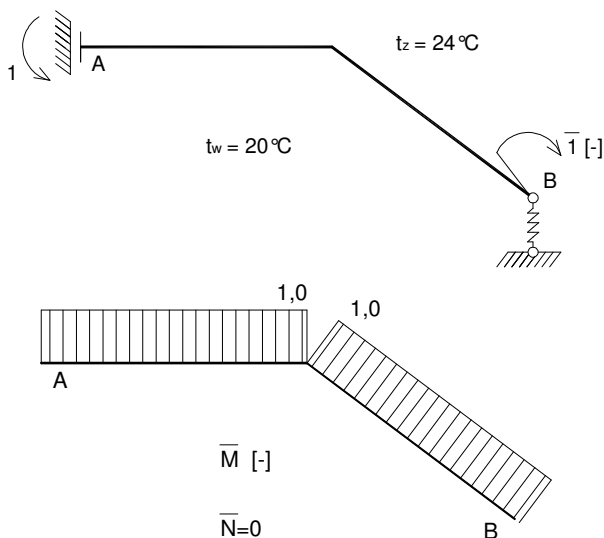


$$V_A \cdot 1,0 = \frac{1}{EI} \left[-\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 48 + \frac{2}{3} \cdot 5 \cdot \frac{8 \cdot 3^2}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 - 5 \cdot 48 \cdot \frac{1}{2} (9+4) \right] - 3 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1000} = \frac{1}{EI} [-820 + 60 - 1560] - 0,003 =$$

$$= \frac{-1820}{6273} - 0,003 = -0,290 - 0,003 = -0,293 \text{ [m]}$$

$V_A = -0,293 \text{ m}$

Zad.3. $\varphi_B=?$



$$t_m = 10^\circ \text{C}$$

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

$$\Delta t = 4^\circ \text{C}$$

$$I 220$$

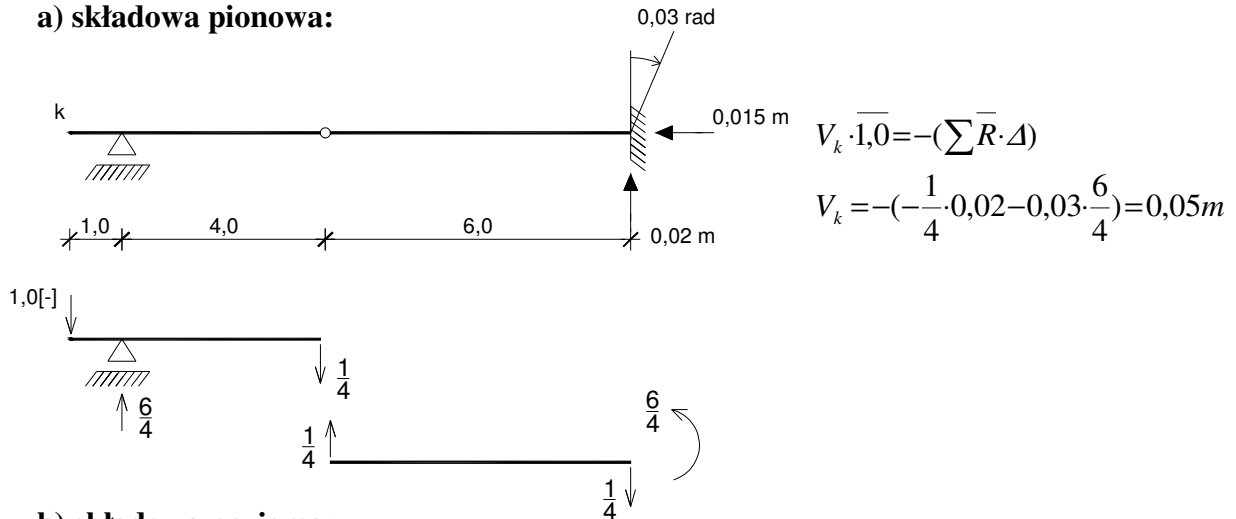
$$\varphi_B \cdot 1,0 = \sum \int_s \overline{M} \alpha_t \frac{\Delta t}{h} ds + \sum \int_s \overline{N} \alpha_t t_0 ds$$

$$\varphi_B \cdot 1,0 = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{4}{0,22} \cdot (5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) + 0 =$$

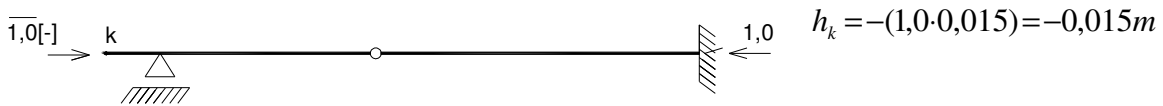
$$= \frac{40}{0,22} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} = 0,0022 \text{ rad} = 0,125^\circ$$

Zad.4. Przesunięcie wypadkowe $\delta_k = ?$

a) składowa pionowa:



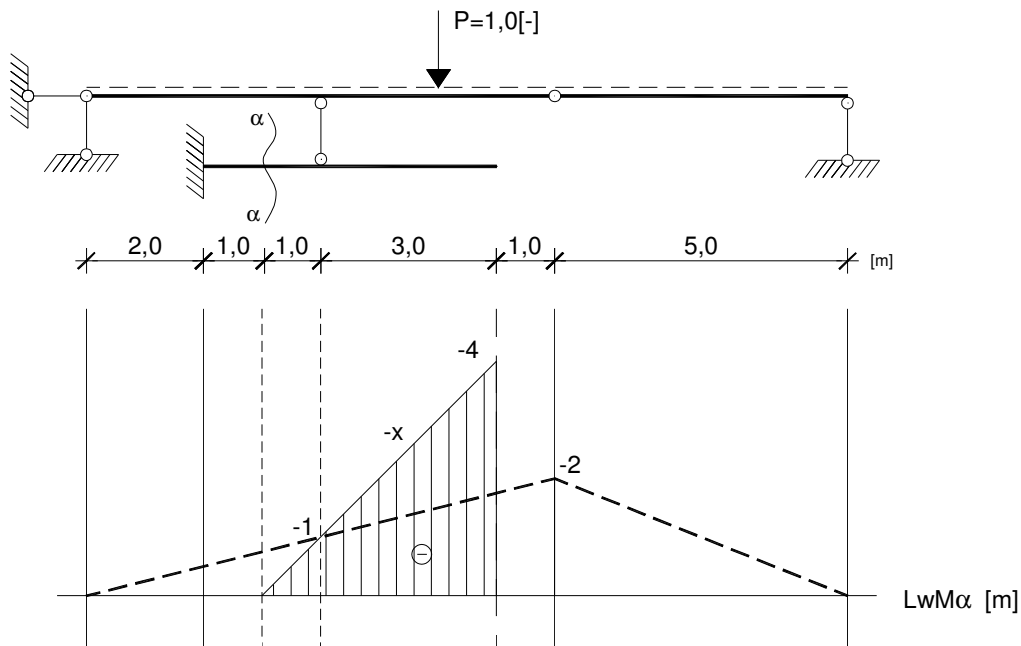
b) składowa pozioma:



c) przesunięcie wypadkowe:



Zad.5.



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