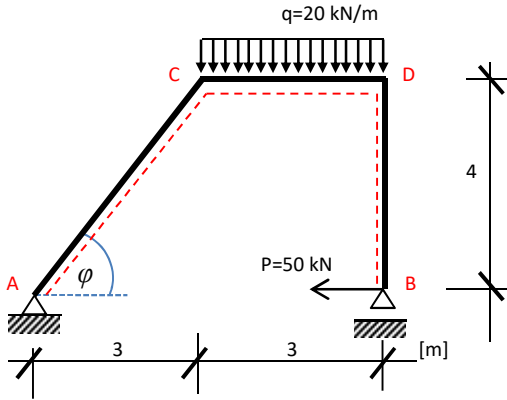


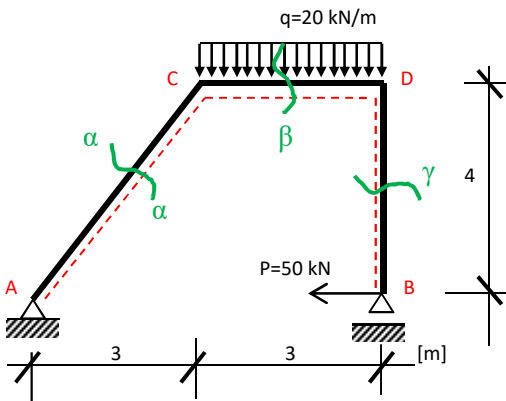
## Rama swobodnie podparta



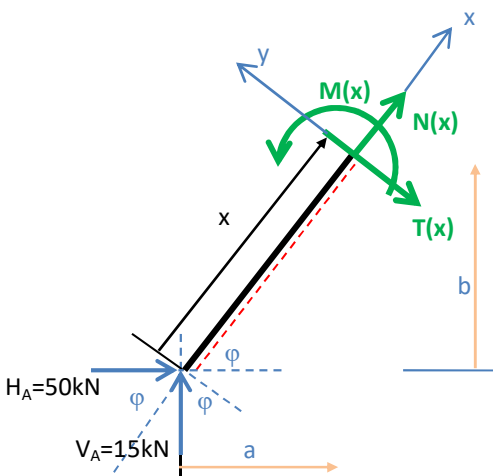
1. Obliczamy reakcje

REAKCJE:  $H_A = 50 \text{ kN}$ ;  $V_A = 15 \text{ kN}$ ;  $R_B = 45 \text{ kN}$

2. Rysujemy „wyróżnione włókna” (dla ramy mogą to być włókna wewnątrz ramy).



3. Wyznaczamy dla charakterystycznych przedziałów funkcje sił wewnętrznych. Dla tej ramy mamy 3 przedziały A-C, C-D, B-D. Wprowadzamy przekroje dla każdego przedziału.



4. Funkcje sił wewnętrznych dla przedziału A-C.

- Rysujemy przedział A-C do przekroju  $\alpha$ - $\alpha$ . Długość przedziału wynosi 5m (w tym przypadku to długość pręta). Zatem  $0 \leq x \leq 5$
- Rysujemy układ współrzędnych  $x, y$  w przekroju  $\alpha$ - $\alpha$ .
- Oznaczamy kąt  $\varphi$  między reakcjami a osiami  $x$  i  $y$ .
- Funkcja siły normalnej:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow N(x) + H_A \cos \varphi + V_A \sin \varphi = 0$$

$$\sin \varphi = 0,8; \quad \cos \varphi = 0,6$$

$$N(x) = -50 \cdot 0,6 - 15 \cdot 0,8 = -42 \text{ kN}$$

- Funkcja siły poprzecznej:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -T(x) - H_A \sin \varphi + V_A \cos \varphi = 0$$

$$T(x) = -50 \cdot 0,8 + 15 \cdot 0,6 = -31 \text{ kN}$$

- Funkcja momentu zginającego:  $\sum M = 0$

$$-M(x) - H_A \sin \varphi \cdot x + V_A \cos \varphi \cdot x = 0$$

lub

$$-M(x) - H_A \cdot b + V_A \cdot a = 0$$

$$a = x \cos \varphi = 0,6x \quad b = x \sin \varphi = 0,8x$$

$$M(x) = -50 \cdot 0,8 \cdot x + 15 \cdot 0,6 \cdot x$$

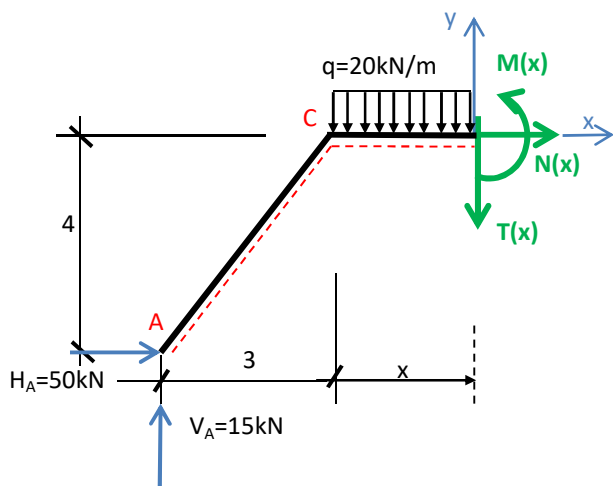
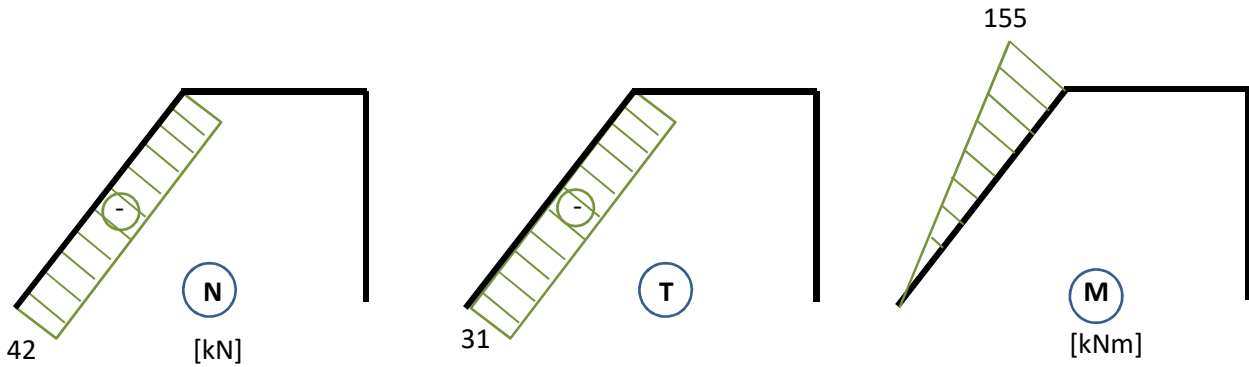
$$M(x) = -31x$$

Dla  $x = 0$

$$M(0) = 0 \text{ kNm}$$

Dla  $x = 5$

$$M(5) = -155 \text{ kNm}$$



5. Funkcje sił wewnętrznych dla przedziału C-D.

- Rysujemy przedział C-D do przekroju  $\beta - \beta$ . Długość przedziału wynosi 3m. Zatem  $0 \leq x \leq 3$
- Rysujemy układ współrzędnych  $x, y$  w przekroju  $\beta - \beta$ .
- Funkcja siły normalnej:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow N(x) + H_A = 0$$

$$N(x) = -50 \text{ kN}$$

- Funkcja siły poprzecznej:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -T(x) + V_A - q \cdot x = 0$$

$$T(x) = 15 - 20x$$

Dla  $x=0$

$$T(0) = 15 \text{ kN}$$

Dla  $x=3$

$$T(3) = -45 \text{ kN}$$

Funkcja siły poprzecznej zeruje się dla  $x = ?$

$$0 = 15 - 20x$$

$$x = 0,75 \text{ m}$$

- Funkcja momentu zginającego:

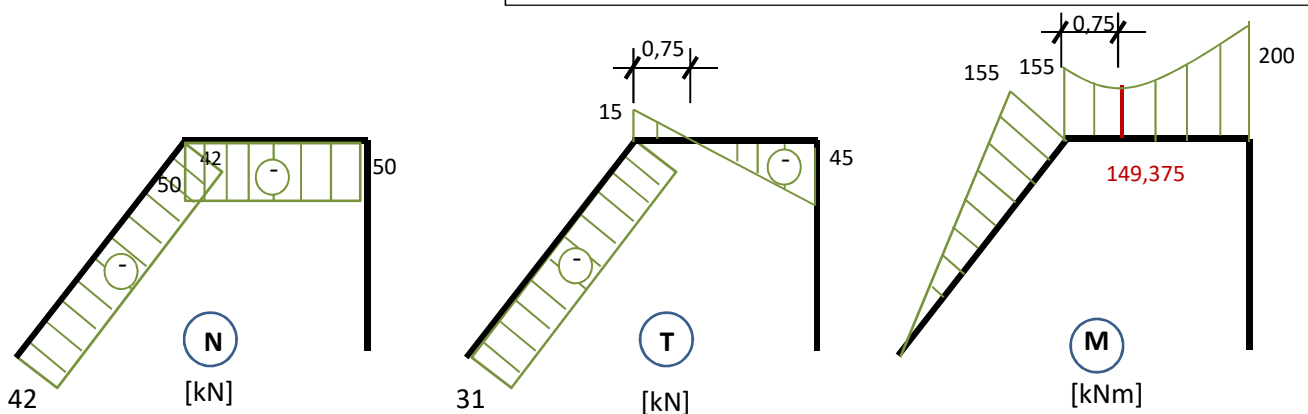
$$\sum M = 0 \rightarrow -M(x) - 4H_A + V_A(3+x) - qx \cdot \frac{x}{2} = 0$$

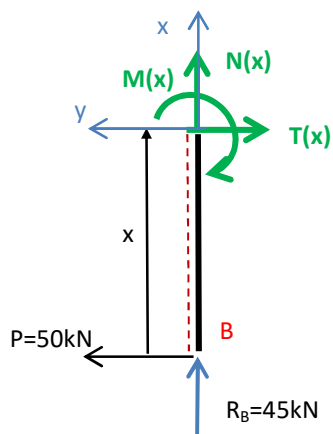
$$M(x) = -155 + 15x - 10x^2$$

$$M(0) = -155 \text{ kNm}$$

$$M(3) = -200 \text{ kNm}$$

$$M(0,75) = -149,375 \text{ kNm}$$





6. Funkcje sił wewnętrznych dla przedziału B-D.

- Rysujemy przedział C-D do przekroju  $\gamma$ - $\gamma$ . Długość przedziału wynosi 4m.  
Zatem  $0 \leq x \leq 4$
- Rysujemy układ współrzędnych  $x, y$  w przekroju  $\gamma$ - $\gamma$ .

• Funkcja siły normalnej:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow N(x) + R_B = 0$$

$$N(x) = -45 \text{ kN}$$

• Funkcja siły poprzecznej:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -T(x) + P = 0$$

$$T(x) = 50 \text{ kN}$$

• Funkcja momentu zginającego:

$$\sum M = 0 \rightarrow M(x) + Px = 0$$

$$M(x) = -50x$$

$$M(0) = 0 \text{ kNm}$$

$$M(4) = -200 \text{ kNm}$$

