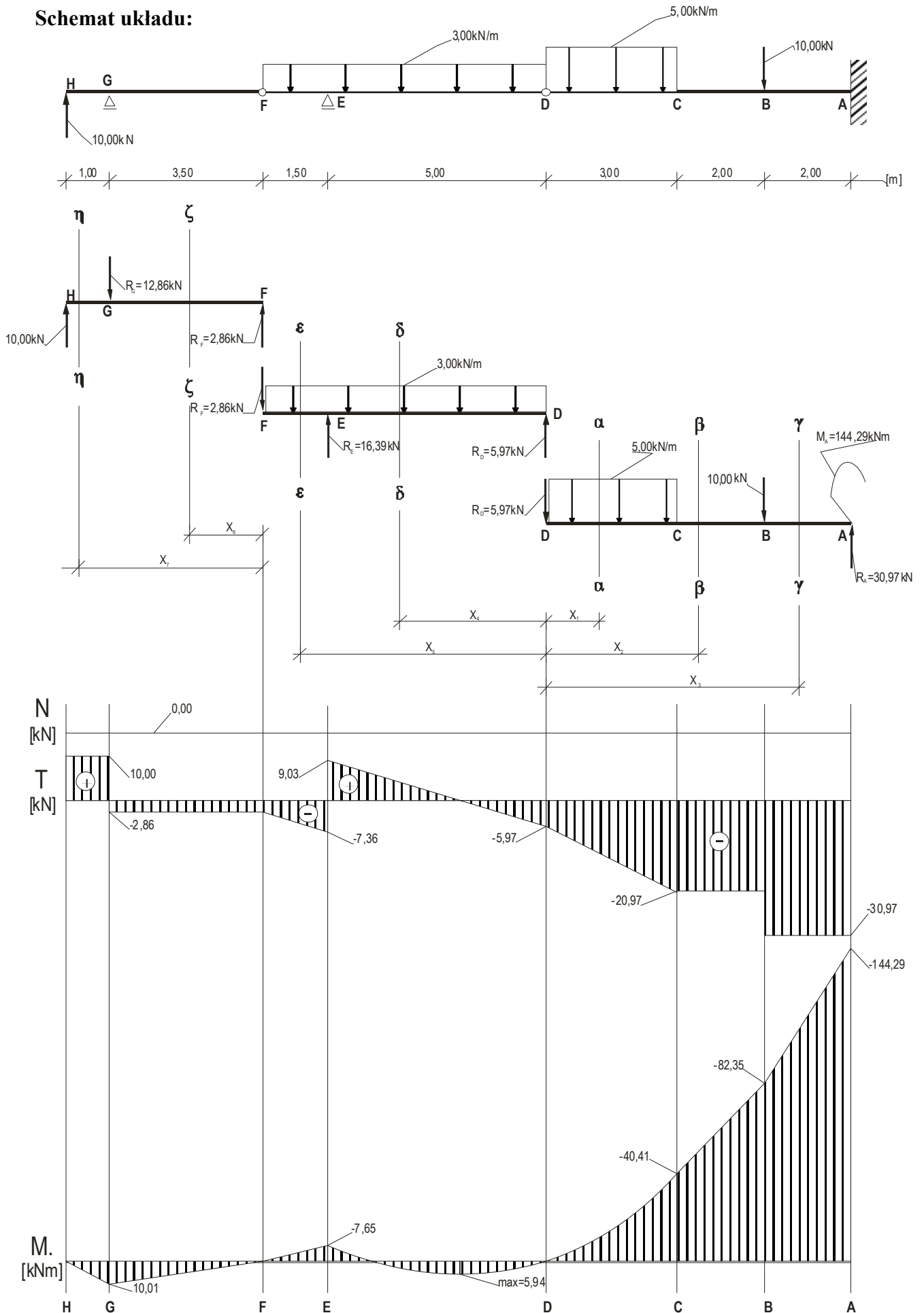


**Schemat układu:**



**Badam geometryczną niezmiennosc' układu – belka ciagna przegubowa:**

- warunek konieczny geometrycznej niezmiennosci' układu:

$$s = 3t - r$$

$$t = 3$$

$$r = 1 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 9$$

$$s = 3 \cdot 3 - 9 = 0$$

(warunek konieczny spe'lniony)

- warunek dostateczny geometrycznej niezmiennosci' układu:

- tarcza AD jest unieruchomiona utwierdzeniem p'askim A

- tarcza DF jest po'aczona przegubem D z unieruchomioną tarczą AD oraz wsparta na podporze przegubowo przesuwnej E (przegub nie leży na kierunku podpory przegubowo przesuwnej), a zatem jest także unieruchomiona

- tarcza FH jest po'aczona przegubem F z unieruchomioną tarczą DF oraz wsparta na podporze przegubowo przesuwnej G (przegub nie leży na kierunku podpory przegubowo przesuwnej), a zatem jest także unieruchomiona

(warunek dostateczny spe'lniony)

**Wyznaczam reakcje w więzach wywołane zadaniem obciążeniem zewnętrznym:****HF:**

$$\sum M_G = 10,00 \cdot 1,00 - R_F \cdot 3,50 = 0$$

$$R_F = 2,86[kN]$$

$$\sum Y = 10,00 - R_G + R_F = 0$$

$$R_G = 12,86[kN]$$

**FD:**

$$\sum M_D = -R_F \cdot 6,50 + R_E \cdot 5,00 - 3,00 \cdot 6,50 \cdot 3,25 = 0$$

$$R_E = 16,39[kN]$$

$$\sum Y = -R_F + R_E - 3,00 \cdot 6,50 + R_D = 0$$

$$R_D = 5,97[kN]$$

**DA:**

$$\sum X = H_A = 0$$

$$H_A = 0$$

$$\sum Y = -R_D - 5,00 \cdot 3,00 - 10,00 + R_A = 0$$

$$R_A = 30,97[kN]$$

$$\sum M_B = -R_D \cdot 5,00 - 5,00 \cdot 3,00 \cdot 3,50 - R_A \cdot 2,00 + M_A = 0$$

$$M_A = -144,29[kNm]$$

**Sprawdzenie:****HA:**

$$\sum Y = 10,00 - R_G + R_E - 3,00 \cdot 6,50 - 5,00 \cdot 3,00 - 10,00 + R_A = 0$$

$$10,00 - 12,86 + 16,39 - 19,50 - 15,00 - 10,00 + 30,97 = 0$$

$$0 = 0$$

**Wyznaczam siły poprzeczne (T) i momenty zginające (M) w przekrojach ( $\alpha - \alpha$ ,  $\beta - \beta$ ,  $\chi - \chi$ ,  $\delta - \delta$ ,  $\varepsilon - \varepsilon$ ,  $\phi - \phi$ ,  $\varphi - \varphi$ ); siły podłużne (N) = 0.**

---

**DC ( $\alpha - \alpha$ )**

$$T_{DC} = -R_D - 5x_1 = 5,97 - 5x_1$$

$$x_1 = 0 \Rightarrow T_D = -5,97[kN]$$

$$x_1 = 3 \Rightarrow T_C = -20,97[kN]$$

$$M_{DC} = -R_D \cdot x_1 - 5,00 \cdot x_1 \cdot \frac{x_1}{2} = -5,97x_1 - 2,50x_1^2$$

$$x_1 = 0 \Rightarrow M_D = 0$$

$$x_1 = 3 \Rightarrow M_C = -40,41[kNm]$$


---

**CB ( $\beta - \beta$ )**

$$T_{CB} = -R_D - 5,00 \cdot 3,00 = -20,97[kN]$$

$$M_{CB} = -R_D \cdot x_2 - 5,00 \cdot 3,00 \cdot (x_2 - 1,50) = 22,50 - 20,97x_2$$

$$x_2 = 3 \Rightarrow M_C = -40,41[kNm]$$

$$x_2 = 5 \Rightarrow M_B = -82,35[kNm]$$


---

**BA ( $\chi - \chi$ )**

$$T_{BA} = -R_D - 5,00 \cdot 3,00 - 10,00 = -30,97[kN]$$

$$M_{BA} = -R_D \cdot x_3 - 5,00 \cdot 3,00 \cdot (x_3 - 1,50) - 10,00 \cdot (x_3 - 5,00) = 72,50 - 30,97x_3$$

$$x_3 = 5 \Rightarrow M_B = -82,35[kNm]$$

$$x_3 = 7 \Rightarrow M_A = -144,29[kNm]$$


---

**DE ( $\delta - \delta$ )**

$$T_{DE} = -R_D + 3,00 \cdot x_4 = -5,97 + 3,00x_4$$

$$x_4 = 0 \Rightarrow T_D = -5,97[kN]$$

$$x_4 = 5 \Rightarrow T_E = 9,03[kN]$$

$$T_{DE} = 0 \Leftrightarrow -5,97 + 3,00 \cdot x_4 = 0$$

$$x_{4_0} = 1,99[m]$$

$$M_{DE} = R_D \cdot x_4 - 3,00 \cdot x_4 \cdot \frac{x_4}{2} = 5,97x_4 - 1,50x_4^2$$

$$x_4 = 0 \Rightarrow M_D = 0$$

$$x_4 = 5 \Rightarrow M_E = -7,65[kNm]$$

$$x_4 = 1,99 \Rightarrow M_{DE \max} = 5,94[kNm]$$


---

**EF** ( $\varepsilon - \varepsilon$ )

$$T_{EF} = -R_D + 3,00 \cdot x_5 - R_E = -22,36 + 3,00 \cdot x_5$$

$$x_5 = 5 \Rightarrow \underline{T_E = -7,36[kN]}$$

$$x_5 = 6,50 \Rightarrow \underline{T_F = -2,86[kN]}$$

$$M_{EF} = R_D \cdot x_5 - 3,00 \cdot x_5 \cdot \frac{x_5}{2} + R_E \cdot (x_5 - 5) = -81,95 + 22,36x_5 - 1,50x_5^2$$

$$x_5 = 5 \Rightarrow \underline{M_E = -7,65[kNm]}$$

$$x_5 = 6,50 \Rightarrow \underline{M_F = 0,01 \approx 0}$$

---

**FG** ( $\phi - \phi$ )

$$T_{FG} = -R_F = -2,86[kN]$$

$$M_{FG} = R_F \cdot x_6 = 2,86x_6$$

$$x_6 = 0 \Rightarrow \underline{M_F = 0}$$

$$x_6 = 3,50 \Rightarrow \underline{M_G = 10,01[kNm]}$$

---

**GH** ( $\varphi - \varphi$ )

$$T_{GH} = -R_F + R_G = 10,00[kN]$$

$$M_{GH} = R_F \cdot x_7 - R_G \cdot (x_7 - 3,50) = 45,01 - 10,00x_7$$

$$x_7 = 3,50 \Rightarrow \underline{M_G = 10,01[kNm]}$$

$$x_7 = 4,50 \Rightarrow \underline{M_H = 0,01 \approx 0}$$

---