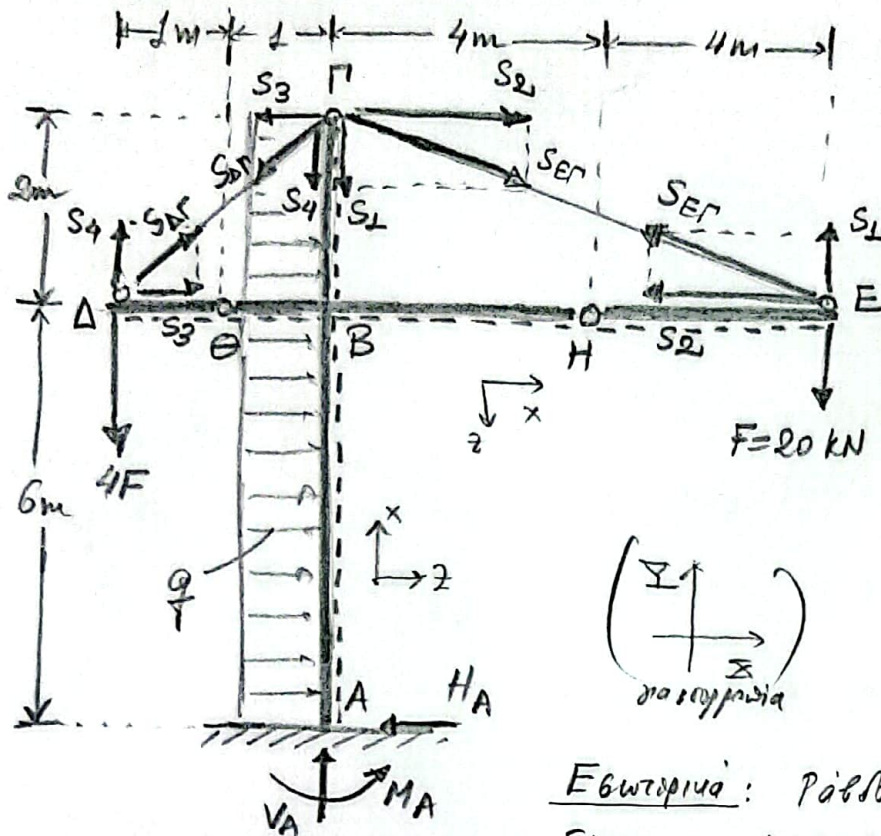


11.20 ΑΣΚΗΣΗ



Να κατασκευασθούντα
διαγράμματα Ν, Μ, Τ του
δομημένου πλαισίου 3.

Δίνεται $q = 2 \frac{kN}{m}$.

Λύση

• Ισοστατικότητα-Στατικότητα:

Εξωτερικά: 3 άγνωστοι και
3 εξισώσεις ισορροπίας, άρα
ισοστατικός, και οι 3 ράβδοι
στηρίζουν τον σκελετό και δεν
έχουν παραλλήλους (δίνω οριζόντιο),
άρα και σταθερό.

Εσωτερικά: Ράβδοι σύνδεσης $u = 2 + 2 + 1 + 1 = 6$,
(θ) (H) (Ε) (Δ),
δίνω $n = 1 + 1 + 1 = 3$, άρα ισχύει ότι $u = 3n - 3$,
(ΘΑΒΓΗ) (ΗΕ) (ΔΘ)

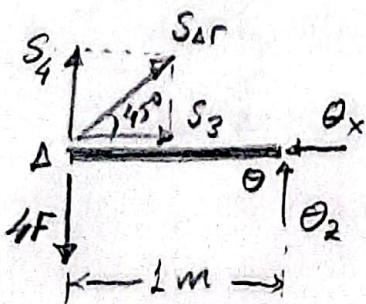
Άρα ισοστατικός ελεύθερος γράφος. Εδώ ο (ΗΕ) συνδέεται με τον (ΘΑΒΓΗ) δίνω με
3 ράβδους (2 από Η και την ΕΓ) που δεν στήριζαν και δεν είναι παραλλήλες.
Αναλόγως ο δίνος (ΔΘ) συνδέεται οριζόντια με τον δίνος (ΘΑΒΓΗ). Άρα ο
ελεύθερος γράφος είναι και σταθερός.

• Αντίδρασης στήριξης:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 8q = 16 \text{ kN}}, \quad \left(\sum M_A = 0 \Rightarrow M_A - 8F - \frac{8}{2} 8q + 2 \times 4F = 0 \Rightarrow \right.$$

$$\left. \sum F_y = 0 \Rightarrow \boxed{V_A = 5F = 100 \text{ kN}} \right\} \Rightarrow \boxed{M_A = 64 \text{ kNm}}$$

• Υπολογισμός των συνιστωσών S_1, S_2, S_3, S_4 των δυνάμεων των ράβδων ΔΓ, ΕΓ:



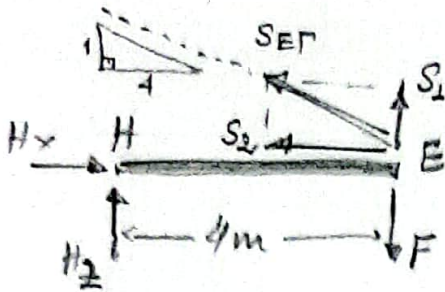
$$(\sum M_D = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 \times S_4 = 1 \times 4F \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{S_4 = 4 \times 20 = 80 \text{ kN}}$$

$$\boxed{S_3 = 80 \text{ kN}}$$

11-58

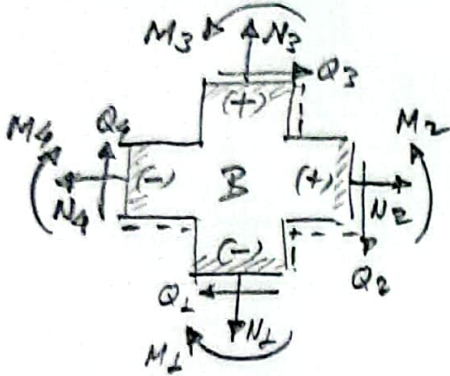


$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 4S_2 = 1F \Rightarrow S_2 = F = 20 \text{ kN}$$

$$S_2 \xrightarrow{\text{σφωαρία}} 4S_1 \Rightarrow \boxed{S_2 = 80 \text{ kW}}$$

N, Q, M

Granddawn B



Λογισμὸς τοῦ Β' αὐτοῦ ἀποστόλου (ἀρχαῖον βίολογιον)

$$\underline{N_3 = -S_3 = -80 \text{ kN}}$$

$$\underline{Q_4 = +S_4 - 4F = 80 - 4 \times 20 = 0 \text{ kN}}$$

$$M_z = 2 \times S_4 - 2 \times 4F = 160 - 160 = \underline{0 \text{ kNm}}$$

Анализ по Б. ан. д. г. (Вен. д. г.)

$$N_2 = -S_2 = \underline{-80 \text{ kN}}$$

$$Q_2 = -S_1 + F = -20 + 20 = \underline{0 \text{ kN}}$$

$$M_2 = 8 \times S_L - 8 \times F = 160 - 160 = \underline{0 \text{ kNm}}$$

Aragun' to B ando' udaw (Jorin' Starof)

$$N_3 = -(S_1 + S_4) = \underline{\underline{-100 \text{ kN}}}$$

$$\underline{Q_3 = S_2 - S_3 + 2q = 80 - 80 + 4 = 4 \text{ kN}}$$

$$\underline{M_3} = 2 \times S_3 - 2 \times S_2 - \frac{10}{20} 2q = 160 - 160 - 4 = \underline{-4 \text{ kNm}}$$

Trappowia grandis Wms. sp. n. (holotype) N, Q, M

$$(\uparrow \downarrow): N_1 + Q_2 - N_3 - Q_4 = 0 \Rightarrow \underline{N_1} = -Q_2 + N_3 + Q_4 = 0 - 100 + 0 = \underline{-100 \text{ kN}}$$

$$(\leftarrow): Q_1 - N_2 - Q_3 + N_4 = 0 \Rightarrow Q_1 = N_2 + Q_3 - N_4 = -80 + 4 + 80 = 4 \text{ kN}$$

$$(\Sigma^+): M_1 - M_2 - M_3 + M_4 = 0 \Rightarrow \underline{M_1 = M_2 + M_3 - M_4 = 0 - 4 + 0 = -4 \text{ kNm}}$$

Τμήμα AB, $0 \leq x \leq 6$ (αναγνωρίστε την αρνητική διατομή από κάτω):

$$N(x) = -V_A = -100 \text{ kN}, \text{ σταθερό διατμητικό } (\equiv N_1)$$

$$Q(x) = H_A - qx = 16 - 2x \text{ kN}, \text{ γραμμικό διατμητικό}$$

$$Q(0) = 16 \text{ kN}, \quad Q(6) = 4 \text{ kN} \quad (\equiv Q_L)$$

$$M(x) = -M_A + x H_A - \frac{x}{2} qx = -64 + 16x - x^2 \text{ kNm}, \text{ παραβολικό διατμ.}$$

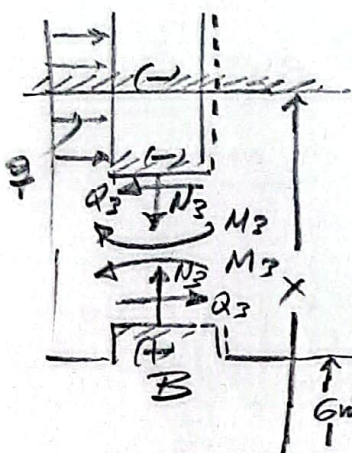
$$M(0) = -64 \text{ kNm}, \quad M(6) = -4 \text{ kNm} \quad (\equiv M_L)$$

Καμπυλότητα: $\frac{d^2 M}{dx^2} = -q(x) = -2 \text{ kN}, \text{ αρνητική, κοίτα:}$

Κλίση: $\frac{dM}{dx}|_0 = Q(0) = 16 \text{ kN} > 0, \quad \frac{dM}{dx}|_6 = Q(6) = 4 \text{ kN} > 0$

Τμήμα ΒΓ, $6 \leq x \leq 8$

• Με χρήση των N_3, Q_3, M_3 και αναγνωρίστε την αρνητική διατομή από κάτω (B → Γ).



$$N(x) = N_3 = -100 \text{ kN}, \text{ σταθερό διατμητικό}$$

$$Q(x) = Q_3 - q(x-6) = 16 - 2x \text{ kN}, \text{ γραμμικό διατμ.}$$

$$Q(6) = 4 \text{ kN}, \quad Q(8) = 0 \text{ kN} \quad (\equiv S_2 - S_3 = 80 - 80 = 0)$$

$$M(x) = M_3 + (x-6)Q_3 - \frac{x-6}{2} q(x-6) =$$

$$= -4 - 24 + 4x - x^2 - 36 + 12x =$$

$$= -64 + 16x - x^2 \text{ kNm}, \text{ παραβολικό διατμητικό}$$

$$M(6) = -4 \text{ kNm}, \quad M(8) = 0 \text{ kNm}$$

Καμπυλότητα: $\frac{d^2 M}{dx^2} = -q(x) = -2 \text{ kN/m}, \text{ αρνητική, κοίτα:}$

Κλίση: $\frac{dM}{dx}|_6 = Q(6) = 4 \text{ kN} > 0, \quad \frac{dM}{dx}|_8 = Q(8) = 0 \text{ kN}$

• Ευαισθητότητα, με αναγνωρίστε την θετική διατομή από πάνω (Γ → Β):

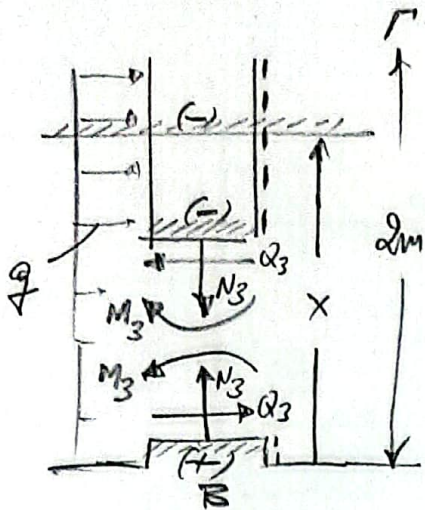
$$N(x) = -(S_1 + S_4) = -100 \text{ kN}, \text{ σταθ. διατμητικό.}$$

$$Q(x) = S_2 - S_3 + q(8-x) = 80 - 80 + 16 - 2x = 16 - 2x \text{ kN}, \text{ γραμμ. διατμ.}$$

$$M(x) = -(8-x)S_2 + (8-x)S_3 - \frac{8-x}{2} q(8-x) = -64 - x^2 + 16x \text{ kNm}, \text{ παραβολ.}$$

11-60

Παρατήρηση: Είναι το ίδιο εάν θεωρήσουμε τμήμα ΒΓ, $0 \leq x \leq 2$:



$$Q(x) = Q_3 - qx = 4 - 2x \text{ kN, σταθερή δι-σταθερή.}$$

$$Q(0) = 4 \text{ kN}, Q(2) = 0 \text{ kN}$$

$$M(x) = M_3 + xQ_3 - \frac{x}{2}qx =$$

$$= -4 + 4x - x^2 \text{ kNm, παραβολικό λιγότερο.}$$

$$M(0) = -4 \text{ kNm}, M(2) = 0 \text{ kNm}$$

Τμήμα ΔΘΒ, $0 \leq x \leq 2$ (αναγνώριση στην αρνητική διατομή από αριστερά):

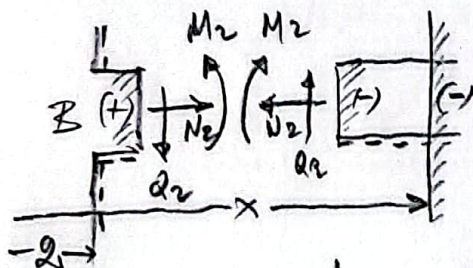
$$N(x) = -S_3 = -80 \text{ kN, σταθερή διασταθερή } (\equiv N_4)$$

$$Q(x) = S_4 - 4F = 80 - 4 \times 20 = 0 \text{ kN, μηδενικό διασταθερή } (\equiv Q_4)$$

$$M(x) = x \cdot S_4 - x \cdot 4F = 80x - 80x = 0 \text{ kNm, μηδενικό διασταθερή } (\equiv M_4)$$

Τμήμα ΒΗΕ, $2 \leq x \leq 10$

• Με χρήση N_2, Q_2, M_2 και αναγνώριση στην αρνητική διατομή από αριστερά (Β → Ε):



$$N(x) = N_2 = -80 \text{ kN, σταθερή διασταθερή}$$

$$Q(x) = Q_2 = 0 \text{ kN, μηδενικό διασταθερή}$$

$$M(x) = M_2 + (x-2)Q_2 = 0 \text{ kNm, μηδενικό διασταθερή}$$

• Με αναγνώριση στην θετική διατομή από δεξιά (Ε → Β):

$$N(x) = -S_2 = -80 \text{ kN}$$

$$Q(x) = +F - S_1 = 20 - 20 = 0 \text{ kN}$$

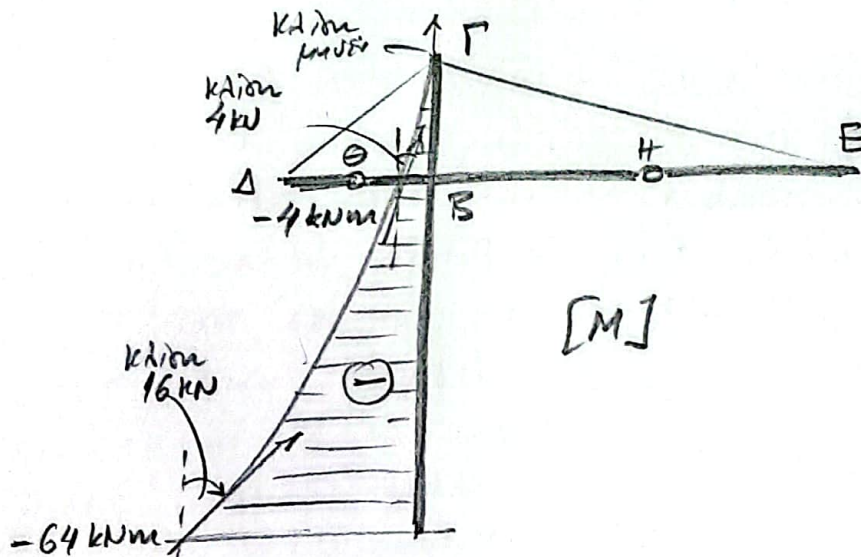
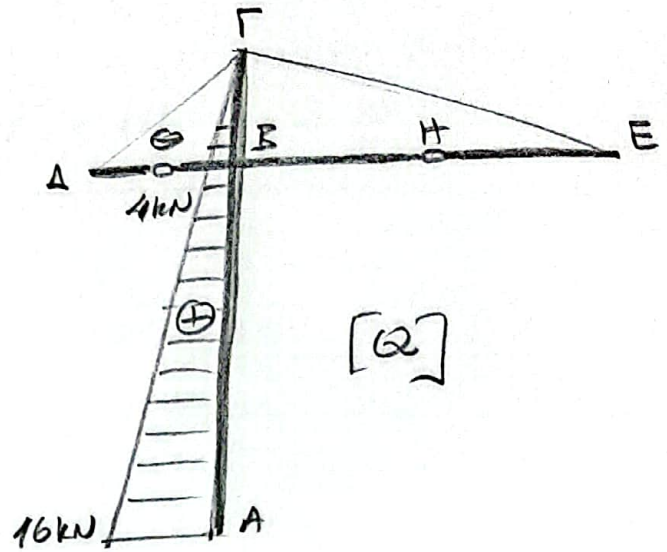
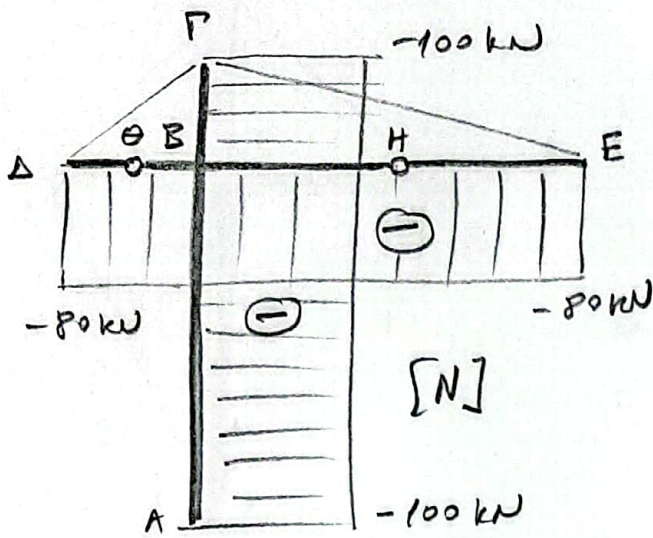
$$M(x) = xS_1 - xF = 20x - 20x = 0 \text{ kNm}$$

Παρατήρηση: Είναι το ίδιο εάν θεωρήσουμε τμήμα ΒΗΕ, $0 \leq x \leq 8$:

$$M(x) = M_2 + xQ_2 = 0 + 0x = 0 \text{ kNm}$$

11-61

Diapenthera



Παρατήρηση. Η τοποθέτηση των ελαστικών ΔΓ και ΕΓ των γράφων 3, έχει ως αποτέλεσμα τον μείωσή της διαφθοράς (α) και της καβήρας (Μ) κατασκευών στο οριζόντιο και στο κάθετο επίπεδο της ΔΒΕ των γράφων. Επιπλέον ότι η ελαστική κατασκευή (Ν) δεν είναι κριτική, η λειτουργία διαφάνειας των γράφων πλγ η Α λόγω μείωσης (και μάλιστα της) ροής ατμών.