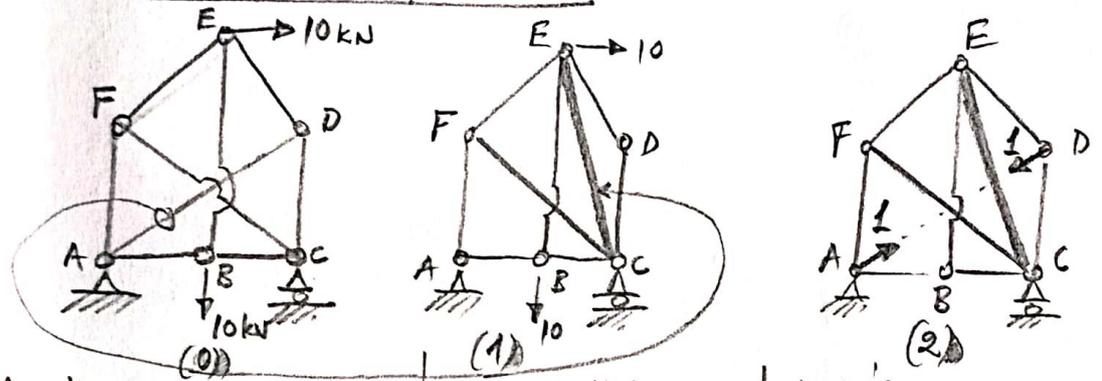


Μέθοδος εντάλαξης των ραβδών (Henneberg)

Η άρθρωση είναι ελαστική [Άσκηση 3(β), σελ. 185, Γραμμικής-Στάσης], μπορεί να αναχθεί, με τη βοήθεια της μεθόδου Henneberg, σε μια "επιμορφωμένη" κατάσταση με τη μέθοδο των κόμβων μόνο, χωρίς ποτέ Ritter. (Η μέθοδος επιφέρεται στην Αρχή της Ελαστικότητας).

Περιγραφή μεθόδου



Αραιώνει ελαστικά AD, και αντιστάθισσας της με την EC. Τα (1) δείχνει, να παρατηρήσει έργο, όπως και το (0).

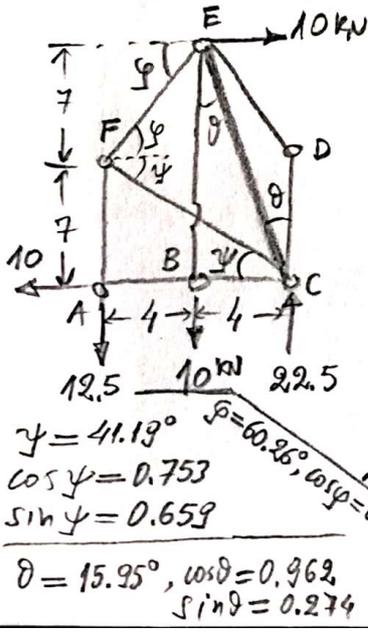
Στους κόμβους A και D υπάρχουν πλέον δύο ελαστικά έργα του (1) → $S_i^{(1)}$

Κατάργηση των έργων του (2) ως μοναξιαία (αποίρυστοι - ήτοι) πορτασ όπως A, D → $S_i^{(2)}$

Εξίσωση!
(υδίοτητα)
 $S_i = S_i^{(1)} + \sum S_i^{(2)}$
με \sum να υδίοτητα - ήτοι αυδίοτητα με αυδίοτητα
 $S_{EC} = S_{EC}^{(1)} + \sum S_{EC}^{(2)} = 0$

Εφαρμογή της μεθόδου

Πρόβλημα (1) (Οι αντιδράσεις επιφέρεται πρώτος αυδίοτητα σελ. 185)



$\psi = 41.19^\circ$, $\cos \psi = 0.753$, $\sin \psi = 0.659$
 $\theta = 15.95^\circ$, $\cos \theta = 0.962$, $\sin \theta = 0.274$
 $\varphi = 60.96^\circ$, $\cos \varphi = 0.496$, $\sin \varphi = 0.868$

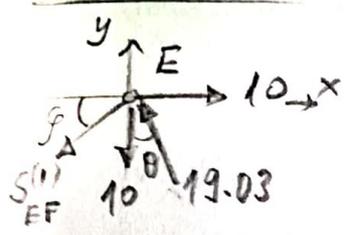
Κόμβος A
 $\sum F_x = 0 \Rightarrow S_{AB}^{(1)} = 10 \text{ kN}$ Εγ.
 $\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{AF}^{(1)} = 12.5 \text{ kN}$ Εγ.

Κόμβος B
 $\sum F_x = 0 \Rightarrow S_{BC}^{(1)} = 10 \text{ kN}$ Εγ.
 $\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{BE}^{(1)} = 10 \text{ kN}$ Εγ.

Κόμβος D
Ευρίσκων 2 ραβδών και ο κόμβος είναι απορυστος →
 $S_{DC}^{(1)} = 0$, $S_{DE}^{(1)} = 0$

Κόμβος C
 $\sum F_x = 0 \Rightarrow S_{CE}^{(1)} \cdot 0.274 - S_{CF}^{(1)} \cdot 0.753 = 10$
 $\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{CE}^{(1)} \cdot 0.962 - S_{CF}^{(1)} \cdot 0.659 = 22.5$
→
 $S_{CE}^{(1)} = 19.03 \text{ kN}$ θλ.
 $S_{CF}^{(1)} = -6.35 \text{ kN}$ θλ.

Κόμβος E



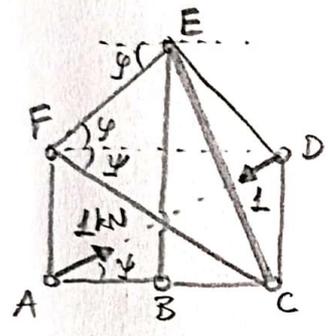
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow 10 - 19.03 \sin \theta = S_{EF}^{(1)} \cos \varphi \Rightarrow S_{EF}^{(1)} = 9.65 \text{ kN} \quad \text{Eq.}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ (ελέγχος):}$$

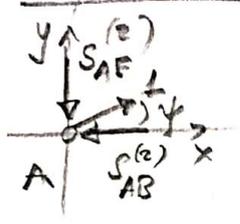
$$9.65 \cdot 0.868 - 19.03 \cdot 0.962 \approx -10 \checkmark$$

Πρόβλημα (2) (Έγγραφο μοναδιαία, ανώτατη τάξη, ανίσηδες επιπέδων μεμβρανών)

Κόμβος B 3 ανεξάρτητες εαίρες, οι 2 συζευκτικές, και ο κόμβος ασηβήτος. Άρα $S_{BE}^{(2)} = 0$



Κόμβος A

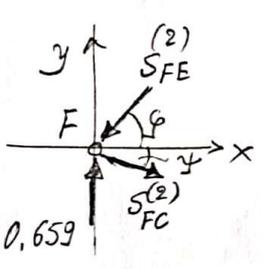


$$\sum F_x = 0 \Rightarrow S_{AB}^{(2)} = 1 \cos \psi \Rightarrow S_{AB}^{(2)} = 0.753 \text{ kN} \quad \text{Θ1.}$$

$$S_{BC}^{(2)} = 0.753 \text{ kN} \quad \text{Θ2}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{AF}^{(2)} = 1 \sin \psi \Rightarrow S_{AF}^{(2)} = 0.659 \text{ kN} \quad \text{Θ1.}$$

Κόμβος F



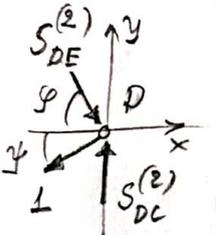
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow S_{FC}^{(2)} \cos \psi = S_{FE}^{(2)} \cos \varphi$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{FE}^{(2)} \sin \psi + S_{FC}^{(2)} \sin \psi = 0.659$$

$$S_{FE}^{(2)} \left(\sin \psi + \frac{\cos \psi}{\cos \varphi} \sin \psi \right) = 0.659 \Rightarrow S_{FE}^{(2)} = 0.506 \text{ kN} \quad \text{Θ1.}$$

$$S_{FC}^{(2)} = 0.333 \text{ kN} \quad \text{Eq.}$$

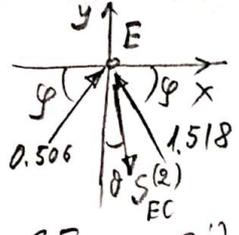
Κόμβος D



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow S_{DE}^{(2)} = 1 \frac{\cos \psi}{\cos \varphi} \Rightarrow S_{DE}^{(2)} = 1.518 \text{ kN} \quad \text{Θ1.}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{DC}^{(2)} = 1 \sin \psi + S_{DE}^{(2)} \sin \psi \Rightarrow S_{DC}^{(2)} = 1.977 \text{ kN} \quad \text{Θ1.}$$

Κόμβος E



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{FC}^{(2)} = \frac{(0.506 + 1.518) \sin \psi}{\cos \varphi} \Rightarrow S_{FC}^{(2)} = 1.826 \text{ kN} \quad \text{Eq.}$$

$$\sum F_x = 0 \text{ (έλεγχος):}$$

$$(1.518 - 0.506) \cos \psi = 1.826 \cdot \sin \psi \checkmark$$

Εξισώσεις (υπόθεση)

Πρόσθετα $S_{FC} = S_{FC}^{(1)} + X \cdot S_{FC}^{(2)} \equiv 0 \Rightarrow -19.03 + X \cdot 1.826 = 0 \Rightarrow$

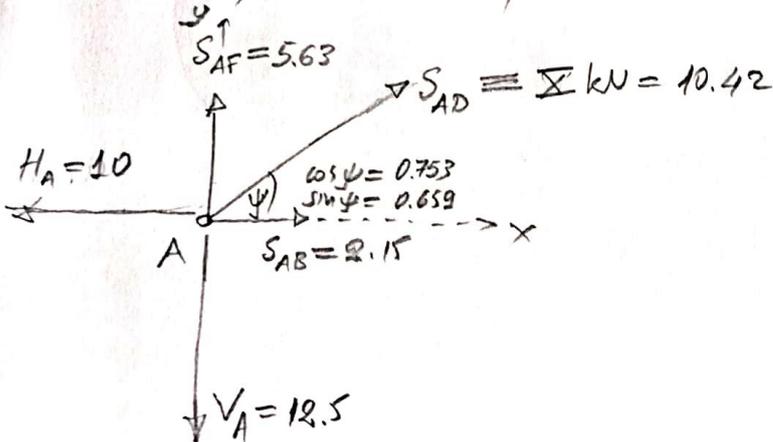
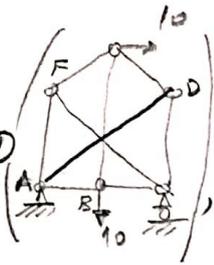
$\rightarrow \boxed{X = 10.42} \quad (= S_{AD}) \checkmark$

Μέλος	Αύξηση $S_i^{(1)}$	Αύξηση $S_i^{(2)}$	X	$S_i = S_i^{(1)} + X S_i^{(2)}$	Είδος
AB	+10	-0.753	10.42	+2.15	Εγ.
AF	+12.5	-0.659	-11-	+5.63	Εγ.
DC	0	-1.977	-11-	-20.6	Θλ.
DE	0	-1.518	-11-	-15.82	Θλ.
BC	+10	-0.753	-11-	+2.15	Εγ.
BE	+10	0	-11-	+10.00	Εγ.
CE	-19.03	+1.826	-11-	0	-
CF	-6.35	+0.333	-11-	-2.88	Θλ.
EF	+9.65	-0.506	-11-	+4.38	Εγ.

(Τίπες κωνεί αποδείχσαν ίδιες με αυτές του πίνακα της σελ. (16))

Επαλήθευση ότι $S_{AD} = 10.42$ kN

Στο δε άκρικό άπόλημα, αν υπόθετα να η είδος AD θα είναι, π.π. σαν κόμβο A:



$\sum F_x \equiv 0:$

$2.15 + 10.42 \cdot 0.753 - 10 = 0 \text{ kN} \checkmark$

$\sum F_y \equiv 0:$

$5.63 + 10.42 \cdot 0.659 - 12.5 = 0 \text{ kN} \checkmark$