

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΚΑΙ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ

ΕΝΙΑΙΑ ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΕΤΡΑΜΗΝΩΝ 20 20 - 20 21

Β' ΤΑΞΗΣ ΤΕΣΕΚ

ΣΕΙΡΑ Α'

ΛΥΣΕΙΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : Τετάρτη, 9 Ιουνίου 2021

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: Εφαρμοσμένη Μηχανική Επιστήμη Ι

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ : thmgmo201

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΓΡΑΠΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 90' λεπτά

ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ (12) ΣΕΛΙΔΕΣ

**ΟΔΗΓΙΕΣ (για τους εξεταζόμενους)**

1. **Να απαντήσετε ΟΛΑ τα ερωτήματα πάνω στο εξεταστικό δοκίμιο.**  
Σε περίπτωση που ο χώρος δεν είναι αρκετός να χρησιμοποιήσετε τον συμπληρωματικό χώρο απαντήσεων **στις σελίδες 11 και 12** με την ανάλογη παραπομπή.
2. Το δοκίμιο αποτελείται από τρία μέρη (**Α', Β' και Γ'**).
3. Να μη γράψετε πουθενά το όνομα σας στο εξεταστικό δοκίμιο εκτός του καθορισμένου χώρου στο χαρτονάκι που σας έχει δοθεί.
4. Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα μόνο με πένα χρώματος μπλε ανεξίτηλης μελάνης. Μολύβι επιτρέπεται, μόνο αν το ζητάει η εκφώνηση, και μόνο για σχήματα, πίνακες, διαγράμματα κλπ.
5. Απαγορεύεται η χρήση διορθωτικού υγρού και διορθωτικής ταινίας.
6. Επιτρέπεται η χρήση μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
7. Το δοκίμιο συνοδεύεται από τυπολόγιο **στη σελίδα 13.**

**ΣΑΣ ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**

**ΜΕΡΟΣ Α: Αποτελείται από δώδεκα (12) ερωτήσεις.**  
**Κάθε ερώτηση βαθμολογείται με τέσσερις (4) μονάδες.**

Για τις ερωτήσεις 1 - 6 να βάλετε σε κύκλο την ορθή απάντηση.

1. Η μονάδα μέτρησης της διαμητικής τάσης είναι:  
(α) N  
(β) N/m  
(γ) Nm  
**(δ) N/mm<sup>2</sup>**
2. Σε σύστημα πέδησης η δύναμη τριβής στο τύμπανο του φρένου είναι 80 N. Αν η διάμετρος του τυμπάνου είναι 160 mm, τότε η ροπή φρεναρίσματος ισούται με:  
(α) 48 W  
**(β) 6,4 Nm**  
(γ) 241 N  
(δ) 12,80 Nm
3. Σύμφωνα με το νόμο του Hooke για τη διάτμηση, η γωνία παραμόρφωσης  $\gamma$  είναι:  
(α) ανάλογη του εμβαδού A της καταπονούμενης διατομής  
(β) ανάλογη του μέτρου ολίσθησης G  
**(γ) ανάλογη της τάσης  $\tau$  που την προκαλεί**  
(δ) αντιστρόφως ανάλογη της τάσης  $\tau$  που την προκαλεί.
4. Σε σύστημα ανοικτής ιμαντοκίνησης, η δύναμη στο τεντωμένο μέρος του ιμάντα είναι 331 N και η δύναμη στο χαλαρό μέρος του ιμάντα είναι 151 N. Η περιφερειακή δύναμη του ιμάντα ( δύναμη τριβής ) ισούται με:  
(α) 482 N  
(β) 331 N  
(γ) 241 N  
**(δ) 180 N**
5. Αν πάνω σε ράβδο εξασκηθούν δυνάμεις που τείνουν να αυξήσουν το μήκος της, τότε η ράβδος καταπονείται σε:  
(α) Θλίψη  
**(β) Εφελκυσμό**  
(γ) Στρέψη  
(δ) Διάτμηση

6. Καρφί με διάμετρο  $d = 10 \text{ mm}$  καταπονείται σε διάτμηση. Αν η τάση που αναπτύσσεται είναι  $\tau = 80 \text{ N/mm}^2$ , τότε η δύναμη  $F$  που ασκείται στο καρφί είναι:

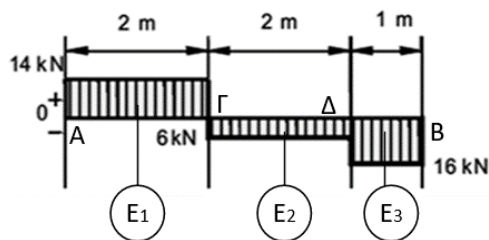
- (α)  $F = 200 \text{ N}$   
**(β)  $F = 6280 \text{ N}$**   
 (γ)  $F = 3140 \text{ N}$   
 (δ)  $F = 800 \text{ N}$

7. Σε φύλλο λαμαρίνας πάχους  $s=5 \text{ mm}$  θα ανοιχτεί κυκλική οπή διαμέτρου  $d=50 \text{ mm}$ . Αν η διατμητική τάση θραύσης της λαμαρίνας είναι  $\tau_{\theta\rho.} = 320 \text{ N/mm}^2$ , να υπολογίσετε τη δύναμη  $F$  που χρειάζεται να ασκηθεί στο κοπτικό εργαλείο.

$$A = \pi \cdot d \cdot s = 3,14 \cdot 50 \cdot 5 = 785 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{\theta\rho.} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \tau_{\theta\rho.} \cdot A = 320 \cdot 785 = 251200 \text{ N}$$

8. Στο σχήμα 1 φαίνεται το Διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων δοκού. Να υπολογίσετε τις τιμές των ροπών κάμψης στα σημεία A, Β, Γ και Δ της δοκού και να βρείτε τη μέγιστη ροπή κάμψης  $PK_{\max}$ .



Σχήμα 1

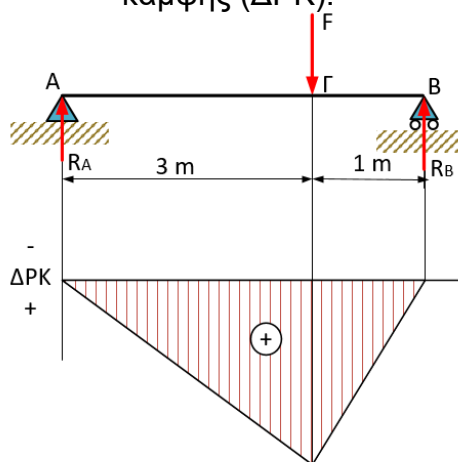
$$PK_A = 0, \quad PK_\Gamma = E_1 = 14 \cdot 2 = 28 \text{ kNm}$$

$$PK_\Delta = E_1 - E_2 = 28 - (6 \cdot 2) = 16 \text{ kNm}$$

$$PK_B = E_1 - E_2 - E_3 = 28 - 12 - (16 \cdot 1) = 0$$

$$\text{Άρα } PK_{\max} = 28 \text{ kNm}$$

9. Να υπολογίσετε το μέγεθος της δύναμης  $F$  που ενεργεί στη πιο κάτω αμφιέρειστη δοκό, σχήμα 2, της οποίας δίνεται το διάγραμμα των ροπών κάμψης ( $\Delta PK$ ).



Σχήμα 2

**α' τρόπος**

$$PK_\Gamma = R_A \cdot A\Gamma \Rightarrow R_A = \frac{PK_\Gamma}{A\Gamma} = \frac{12}{3} = 4 \text{ kN}$$

$$PK_\Gamma = R_B \cdot B\Gamma \Rightarrow R_B = \frac{PK_\Gamma}{B\Gamma} = \frac{12}{1} = 12 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow R_A - F + R_B = 0$$

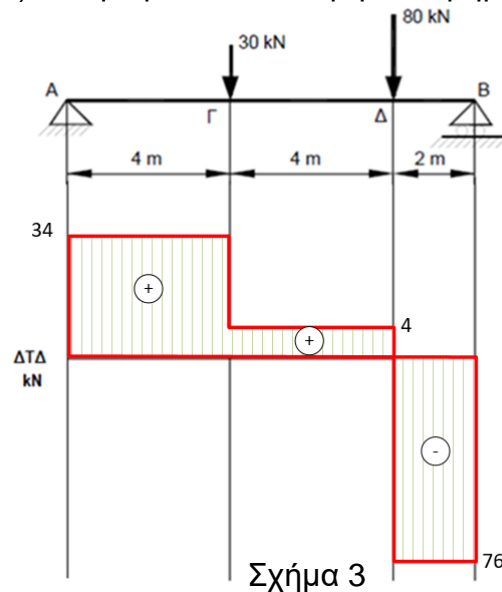
$$\Rightarrow F = R_A + R_B = 4 + 12 = 16 \text{ kN}$$

**β' τρόπος**

$$PK_\Gamma = R_A \cdot A\Gamma \Rightarrow R_A = \frac{PK_\Gamma}{A\Gamma} = \frac{12}{3} = 4 \text{ kN}$$

$$PK_B = 0 \Rightarrow R_A \cdot AB - F \cdot \Gamma B = 0 \Rightarrow F = \frac{R_A \cdot AB}{\Gamma B} = \frac{4 \cdot 4}{1} = 16 \text{ kN}$$

10. Για τη δοκό που φαίνεται στο σχήμα 3, να σχεδιάσετε το διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων ( $\Delta T\Delta$ ), αν η τέμνουσα δύναμη στο τμήμα  $\Gamma\Delta$  είναι  $T\Delta=4$  kN.

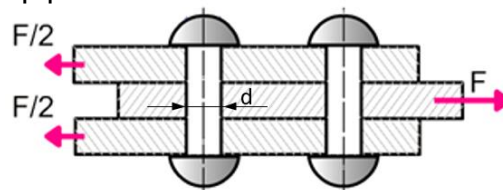


11. Το φορτίο θραύσης μιας εφελκόμενης ράβδου είναι ίσο με 10000 N. Αν η ράβδος έχει διατομή ίση με  $25 \text{ mm}^2$  και ο συντελεστής ασφαλείας είναι ίσος με 4, να υπολογίσετε την επιτρεπόμενη τάση.

$$\sigma_{\theta\rho.} = \frac{F_{\theta\rho.}}{A} \Rightarrow \sigma_{\theta\rho.} = \frac{10000}{25} = 400 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\varepsilon\pi} = \frac{\sigma_{\theta\rho.}}{\nu} = \frac{400}{4} = 100 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

12. Τρία ελάσματα ενώνονται με δύο καρφιά όπως στο σχήμα 4. Αν η επιτρεπόμενη διατμητική τάση του υλικού είναι  $\tau_{\varepsilon\pi} = 80 \text{ N/mm}^2$  και η διάμετρος των καρφιών  $d = 8 \text{ mm}$ , να υπολογίσετε το μέγιστο φορτίο  $F$ , με το οποίο μπορούμε να καταπονήσουμε τα καρφιά.



Σχήμα 4

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$A_{\kappa} = 4 \cdot A = 4 \cdot 50,24 = 200,96 \text{ mm}^2$$

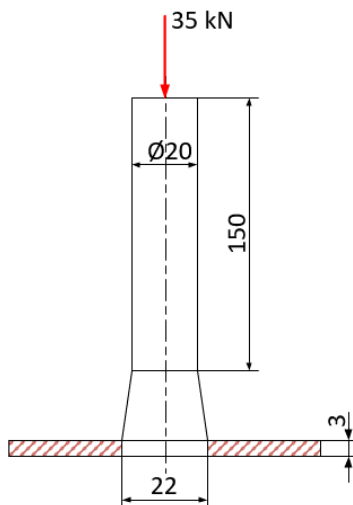
$$\tau_{\varepsilon\pi.} = \frac{F}{A_{\kappa}} \Rightarrow F = \tau_{\varepsilon\pi.} \cdot A_{\kappa} = 80 \cdot 200,96 = 16076,8 \text{ N}$$

**ΜΕΡΟΣ Β: - Αποτελείται από τέσσερις (4) ερωτήσεις.**  
**Κάθε ερώτηση βαθμολογείται με οκτώ (8) μονάδες.**

13. Στο σχήμα 5 φαίνεται το κοπτικό εργαλείο πρέσας που χρησιμοποιείται για διάνοιξη οπών σε λαμαρίνες. Το στέλεχος του κοπτικού εργαλείου έχει διάμετρο  $d = 20 \text{ mm}$  και μήκος  $\ell = 150 \text{ mm}$ . Αν η δύναμη που χρειάζεται για την κοπή είναι  $F = 35 \text{ kN}$ , να υπολογίσετε:

(α) την επιβράχυνση  $\Delta \ell$  του στελέχους, αν το μέτρο ελαστικότητας του Young είναι  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

(β) τη διατμητική τάση  $\tau$  που αναπτύσσεται στη λαμαρίνα κατά την κοπή, όταν η οπή είναι τετραγωνική με πλευρά  $22 \text{ mm}$  και το πάχος της λαμαρίνας  $3 \text{ mm}$ .



Σχήμα 5

(α)

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

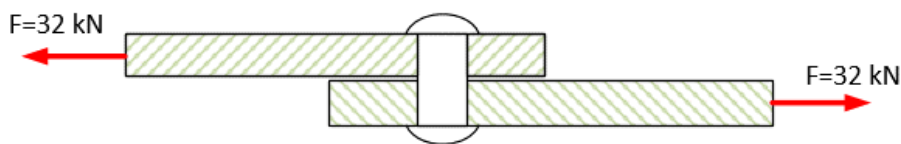
$$\Delta \ell = \frac{F \cdot \ell}{A \cdot E} = \frac{35000 \cdot 150}{314 \cdot 2 \cdot 10^5} = 0,0835 \text{ mm}$$

(β)

$$A_k = 4 \cdot 22 \cdot 3 = 264 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{A_k} = \frac{35000}{264} = 132,57 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

14. Στο σχήμα 6 φαίνεται σε τομή η σύνδεση δύο χαλύβδινων ελασμάτων με τη βοήθεια καρφιού. Αν η δύναμη διάτμησης  $F = 32 \text{ kN}$  και η επιτρεπόμενη διατμητική τάση του καρφιού είναι  $\tau_{\varepsilon\pi} = 70,77 \text{ N/mm}^2$ , να υπολογίσετε την ελάχιστη διάμετρο  $d$  του καρφιού.



Σχήμα 6

$$\tau = \frac{F}{A} \leq \tau_{\varepsilon\pi} \Rightarrow A \geq \frac{F}{\tau_{\varepsilon\pi}} = \frac{32000}{70,77} = 452,17 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \geq 452,17 \Rightarrow d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 452,17}{3,14}} = 24 \text{ mm}$$

**Η ελάχιστη διάμετρος του καρφιού είναι  $d = 24 \text{ mm}$ .**

15. Ράβδος από χάλυβα κυκλικής διατομής, διαμέτρου  $D = 20 \text{ mm}$ , χρησιμοποιείται για τη ρυμούλκηση φορτίου και έχει τάση θραύσης σε εφελκυσμό  $\sigma_{\theta\rho} = 400 \text{ N/mm}^2$ . Αν ο συντελεστής ασφαλείας είναι ίσος με  $\nu = 5$ , να υπολογίσετε το μέγιστο φορτίο ρυμούλκησης.

$$\sigma_{\varepsilon\pi} = \frac{\sigma_{\theta\rho}}{\nu} = \frac{400}{5} = 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

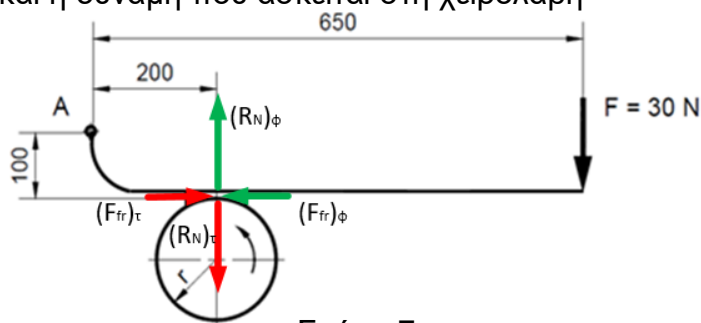
$$\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow F \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \cdot A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F \leq 80 \cdot 314 = 25120 \text{ N}$$

**Άρα το μέγιστο φορτίο ρυμούλκησης είναι  $F = 25120 \text{ N}$ .**

16. Για το σύστημα φρένων που φαίνεται στο σχήμα 7, να υπολογίσετε:

- (α) τη δύναμη τριβής  $F_{fr}$  μεταξύ σιαγόνας και τυμπάνου και  
 (β) τη ροπή φρεναρίσματος  $M_{tfr}$ , αν η ακτίνα του τυμπάνου είναι  $r = 120 \text{ mm}$ , ο συντελεστής τριβής  $\mu = 0,6$  και η δύναμη που ασκείται στη χειρολαβή του μοχλού είναι  $F = 30 \text{ N}$ .



Σχήμα 7

(α)

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow F \cdot 0,65 + F_{fr} \cdot 0,1 - R_N \cdot 0,2 = 0$$

$$\Rightarrow F \cdot 0,65 + \mu \cdot R_N \cdot 0,1 - R_N \cdot 0,2 = 0$$

$$\Rightarrow R_N \cdot (0,2 - \mu \cdot 0,1) = F \cdot 0,65 \Rightarrow R_N = \frac{F \cdot 0,65}{(0,2 - \mu \cdot 0,1)}$$

$$\Rightarrow R_N = \frac{30 \cdot 0,65}{(0,2 - 0,6 \cdot 0,1)} = 139,28 \text{ N}$$

$$F_{fr} = \mu \cdot R_N = 0,6 \cdot 139,28 = 83,57 \text{ N}$$

(β)

$$r = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$$

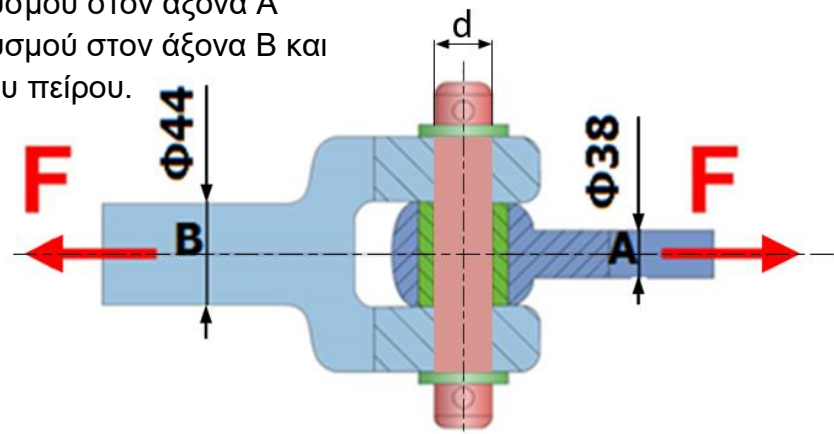
$$M_{tfr} = F_{fr} \cdot r = 83,57 \cdot 0,12 = 10,03 \text{ Nm}$$

**ΜΕΡΟΣ Γ: - Αποτελείται από δύο (2) ερωτήσεις.**

**Κάθε ερώτηση βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες.**

17. Σε σύνδεσμο τύπου U που φαίνεται στο σχήμα 8, ασκείται δύναμη  $F=50 \text{ kN}$  κατά μήκος των αξόνων A και B, με διαμέτρους 38 mm και 44 mm αντίστοιχα. Αν η επιτρεπόμενη διατμητική τάση στον πείρο είναι  $\tau_{\epsilon\pi} = 79,62 \text{ N/mm}^2$ , να υπολογίσετε:

- (α) την τάση εφελκυσμού στον άξονα A
- (β) την τάση εφελκυσμού στον άξονα B και
- (γ) τη διάμετρο d του πείρου.



Σχήμα 8

(α)

$$A_A = \frac{3,14 \cdot 38^2}{4} = 1133,54 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_A = \frac{F}{A} = \frac{50000}{1133,54} = 44,11 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

(β)

$$A_B = \frac{3,14 \cdot 44^2}{4} = 1519,76 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_B = \frac{F}{A} = \frac{50000}{1519,76} = 32,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

(γ)

$$A_K = 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot d^2}{2}$$

$$\tau = \frac{F}{A_K} \leq \tau_{\epsilon\pi} \Rightarrow A_K \geq \frac{F}{\tau_{\epsilon\pi}} \Rightarrow \frac{\pi \cdot d^2}{2} \geq \frac{F}{\tau_{\epsilon\pi}} \Rightarrow d \geq \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{\epsilon\pi}}} = 20 \text{ mm}$$

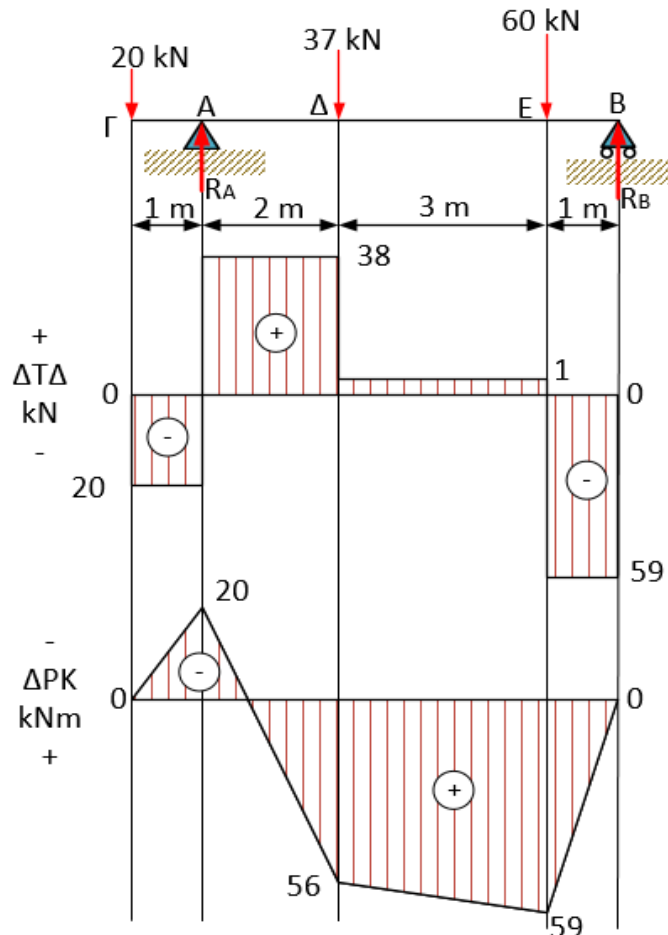
**Άρα η ελάχιστη διάμετρος του πείρου είναι  $d = 20 \text{ mm}$ .**

18. Για τη δοκό που φαίνεται στο σχήμα 9, να υπολογίσετε :

(α) τις αντιδράσεις  $R_A$  και  $R_B$

(β) τις τέμνουσες δυνάμεις και να σχεδιάσετε το διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων ( $\Delta T\Delta$ )

(γ) τις ροπές κάμψης και να σχεδιάσετε το διάγραμμα ροπών κάμψης ( $\Delta P\kappa$ ).



Σχήμα 9

(α) Υπολογισμός αντιδράσεων

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow -20 \cdot 1 + 37 \cdot 2 + 60 \cdot 5 - R_B \cdot 6 = 0 \Rightarrow R_B = 59 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 \Rightarrow -20 \cdot 7 + R_A \cdot 6 - 37 \cdot 4 - 60 \cdot 1 = 0 \Rightarrow R_A = 58 \text{ kN}$$

Έλεγχος αντιδράσεων

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow -20 + R_A - 37 - 60 + R_B = -20 + 58 - 37 - 60 + 59 = 0$$



(β) Υπολογισμός τεμνουσών δυνάμεων

$$T_{\Gamma-A} = -20 \text{ kN}$$

$$T_{A-\Delta} = -20 + 58 = 38 \text{ kN}$$

$$T_{\Delta-E} = -20 + 58 - 37 = 1 \text{ kN}$$

$$T_{E-B} = -20 + 58 - 37 - 60 = -59 \text{ kN}$$

(γ) Υπολογισμός ροπών κάμψης

$$PK_{\Gamma} = 0 \text{ kNm}$$

$$PK_A = -20 \cdot 1 = -20 \text{ kNm}$$

$$PK_{\Delta} = -20 \cdot 3 + 58 \cdot 2 = 56 \text{ kNm}$$

$$PK_E = -20 \cdot 6 + 58 \cdot 5 - 37 \cdot 3 = 59 \text{ kNm}$$

$$PK_B = -20 \cdot 7 + 58 \cdot 6 - 37 \cdot 4 - 60 \cdot 1 = 0 \text{ kNm}$$

**ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ**