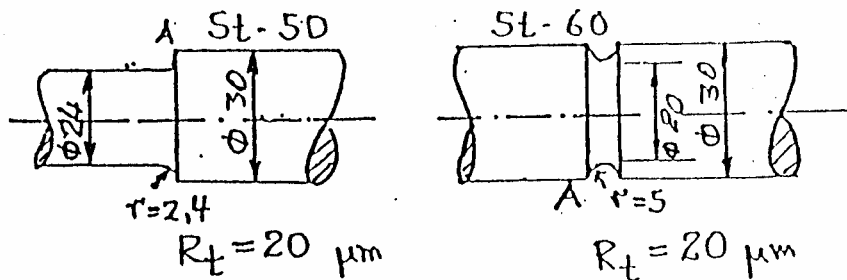


ΑΣΚΗΣΗ 2.1 Για τους άξονες του σχήματος 2.1 ζητούνται να υπολογιστούν με τη μέθοδο Thum (β_k) και τη μέθοδο Petersen ($\bar{\beta}_k$):

- I. Οι αντοχές των διατομών A σε α) εναλλασσόμενη και β) κυμαινόμενη καμπτική καταπόνηση, καθώς και τα μεγέθη των αντίστοιχων ροπών.
- II. Οι επιτρεπόμενες τάσεις για κάθε μια από τις προηγούμενες περιπτώσεις, αν ο συντελεστής ασφαλείας θα πρέπει να είναι $S=2,0$, ενώ ο συντελεστής φορτίου ισούται με $C_B=1,5$.



Σχήμα 2.1

ΛΥΣΗI. Αντοχές διατομών – ροπέςα) Αριστερό σχήμαα₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενηi) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

$$\sigma_{bwkN}^T = \frac{\sigma_{bw10} \times b_0 \times b_s \times b_2}{\beta_{kb}}$$

- Για $d=24 \xrightarrow{\text{Πιν. 3.4/1}} b_0 = 0,94 - \frac{4}{20} \times 0,06 = 0,928$
- Για $R_t=20\mu\text{m}$ και St50 ($\sigma_B = 500 - 600 \text{ N/mm}^2$) $\xrightarrow{\text{Σχήμα 3.4.2/1}} b_{sb}=0,87$
- Για $\frac{D}{d} = \frac{30}{24} = 1,25$ και $\frac{r}{d} = \frac{2,4}{24} = 0,1 \xrightarrow{\text{Σχήμα 3.4.7.1/49}} \alpha_{kb}=1,6 \xrightarrow{\text{Σχήμα 3.4.7.2/1} (\sigma_B=500)} \beta_{kb} 1,45$
- Διατομή κυκλική $\rightarrow b_2 = 1,0$
- Από διάγραμμα SMITH, για κάμψη και St50

$$\Rightarrow \sigma_{bw10} = 260 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \sigma_{bwkN}^T = \frac{260 \times 0,928 \times 0,87}{1,45} = 144,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{bw \max}^T = 144,77 \times \pi \times \frac{24^3}{32} = 196.477,21 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_k$ (Petersen)

$$\sigma_{bwkN}^P = \frac{\sigma_{zw10} \times b_s \times b_2 \times u_d}{\alpha_{kb}}$$

- Για $R_t=20\mu\text{m} \Rightarrow b_s=0,87$
- Για κυκλική διατομή $\Rightarrow b_2=1,0$
- Προηγουμένως βρέθηκε $\alpha_{kb}=1,60$
- Για St50 $\Rightarrow \sigma_B=500 \xrightarrow{\text{Πίνακας 3.4.3/1}} \rho^* = 38 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
- Από πίνακα 3.4.7.1./2 $\Rightarrow S_\sigma = \frac{4}{D+d} + \frac{2}{r} = \frac{4}{30+24} + \frac{2}{2,4} = 0,907 \text{ mm}^{-1}$
 $\Rightarrow u_d = 1 + \sqrt{\rho^* S_\sigma} = 1 + \sqrt{38 \cdot 10^{-3} \cdot 0,907} = 1,186$
- Από διάγραμμα SMITH για εφελκυσμό και St50 $\rightarrow \sigma_{zw10} = 230 \text{ N/mm}^2$

ΟΠΟΤΕ

$$\sigma_{bwkN}^P = \frac{230 \times 0,87 \times 1,0 \times 1,186}{1,6} = 148,32 \text{ N/mm}^2$$

και

$$M_{bw \max}^P = 148,32 \times \pi \times \frac{24^3}{32} = 201.295,16 \text{ Nmm}$$

α2) Καταπόνηση κυμαινόμενη

i) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

$$\sigma_{bsCHKN}^T = \frac{\sigma_{bsCH10} \times b_0 \times b_s \times b_2}{\beta_{kb}}$$

- Οι συντελεστές b_0 , b_s , b_2 και β_{kb} οι ίδιοι με την προηγούμενη περίπτωση.
- Από SMITH για κάμψη και St50 $\Rightarrow$

$$\sigma_{bSCH10} = 420 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

$$\sigma_{bSCHkN}^T = \frac{420 \times 0,87 \times 0,928 \times 1,0}{1,45} = 233,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{bSCHmax}^T = 233,86 \times \pi \times \frac{24^3}{32} = 317.387,31 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_k$ (Petersen)

- Συντελεστές b_{sb} , b_2 , α_{kb} οι ίδιοι.
- Συντελεστής στήριξης $u_d = 1,186$
- Από SMITH για εφελκυσμό και St50 $\Rightarrow$

$$\sigma_{zSCH10} = 300 \text{ N/mm}^2, \text{ οπότε}$$

$$\sigma_{bSCHkN}^P = \frac{300 \times 0,87 \times 1,0 \times 1,186}{1,6} = 193,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{bSCHmax}^P = 193,47 \times \pi \times \frac{24^3}{32} = 262.571,3 \text{ Nmm}$$

β) Δεξιό Σχήμα

β₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενη

i) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

- Για $d=20 \Rightarrow b_0 = 0,94$
- Για $R_t=20\mu\text{m}$ και St60 ($\sigma_B = 600 - 720 \text{ N/mm}^2$) $\Rightarrow b_{sb}=0,84$
- Για $\frac{d}{D} = \frac{20}{30} = 0,667 \xrightarrow{\text{Πίν. 3.4.7.1/1}} A_b = 1,154$

$$C_b = 0,980 \quad \text{και} \quad B_b = 0,46322 \Rightarrow \alpha_{kb} = 1,154 + 0,46322$$

$$\left(\sqrt{\frac{20}{5}} - 0,980\right) = 1,626 \xrightarrow{\text{Σχήμα 3.4.7.2/1}} \beta_{kb} = 1,50$$

- Από διάγραμμα SMITH, για κάμψη και St60

$$\Rightarrow \sigma_{bwkN}^T = \frac{300 \times 0,94 \times 0,84 \times 1,0}{1,50} = 157,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{bw \max}^T = 157,92 \times \pi \times \frac{20^3}{32} = 124.030,0 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_k$ (Petersen)

- Για $R_t=20\mu\text{m} \rightarrow b_{sb} = 0,84$
- Για κυκλική διατομή $\rightarrow b_2 = 1,0$
- $\alpha_{kb} = 1,626$
- Για St60 ($\sigma_B = 600 \text{ N/mm}^2$) $\Rightarrow \rho^* = 32 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
- Από πίνακα 3.4.7.1/2 $\Rightarrow S_\sigma = \frac{2}{d} + \frac{2}{r} = \frac{2}{20} + \frac{2}{5} = 0,5 \Rightarrow$

$$u_d = 1 + \sqrt{32 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5} = 1,127$$

- Από διάγραμμα SMITH, για εφελκυσμό και St60 $\Rightarrow$

$$\sigma_{bwkN}^P = \frac{270 \times 0,84 \times 1,0 \times 1,127}{1,626} = 157,20 \text{ N/mm}^2$$

και

$$M_{bw \max}^P = 157,2 \times \pi \times \frac{20^3}{32} = 123.464,59 \text{ Nmm}$$

β₂) Καταπόνηση κυμαινόμενη

i) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

- Οι συντελεστές b_0 , b_{sb} , b_2 και β_{kb} οι ίδιοι με την προηγούμενη περίπτωση
- Από SMITH $\Rightarrow \sigma_{bsch10} = 470 \text{ N/mm}^2$, οπότε

$$\sigma_{bschkN}^T = \frac{470 \times 0,94 \times 0,84}{1,50} = 247,40 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{bSCH\max}^T = 247,4 \times \pi \times \frac{20^3}{32} = 194.307,5 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_\kappa$ (Petersen)

- Οι συντελεστές b_{sb} , b_2 , α_{kb} και u_d οι ίδιοι.
- Από SMITH για εφελκυσμό και St60 $\Rightarrow$

$$\sigma_{zsch} = 340 \text{ N/mm}^2, \text{ οπότε}$$

$$\sigma_{bSCH\kappa N}^P = \frac{340 \times 0,84 \times 1,0 \times 1,127}{1,626} = 197,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{bSCH\max}^P = 197,96 \times \pi \times \frac{20^3}{32} = 155.477,42 \text{ Nmm}$$

II. Επιτρεπόμενες Τάσεις

α) Αριστερό σχήμα

α₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενη

$$\sigma_{bw\epsilon\pi}^T = \frac{\sigma_{bw\kappa N}^T}{c_B \times S} = 48,26 \text{ N/mm}^2, \quad \sigma_{bw\epsilon\pi}^P = \frac{\sigma_{bw\kappa N}^P}{c_B \times S} = 49,44 \text{ N/mm}^2$$

α₂) Καταπόνηση κυμαινόμενη

$$\sigma_{bSCH\epsilon\pi}^T = 77,95 \text{ N/mm}^2, \quad \sigma_{bSCH\epsilon\pi}^P = 64,49 \text{ N/mm}^2$$

β) Δεξιό σχήμα

β₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενη

$$\sigma_{bw\epsilon\pi}^T = 52,64 \text{ N/mm}^2, \quad \sigma_{bw\epsilon\pi}^P = 52,4 \text{ N/mm}^2$$

β₂) Καταπόνηση κυμαινόμενη

$$\sigma_{bSCH\epsilon\pi}^T = 82,47 \text{ N/mm}^2, \quad \sigma_{bSCH\epsilon\pi}^P = 66,00 \text{ N/mm}^2$$