



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΑΘΗΜΑ:
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ MCAD

Διδάσκουσα:

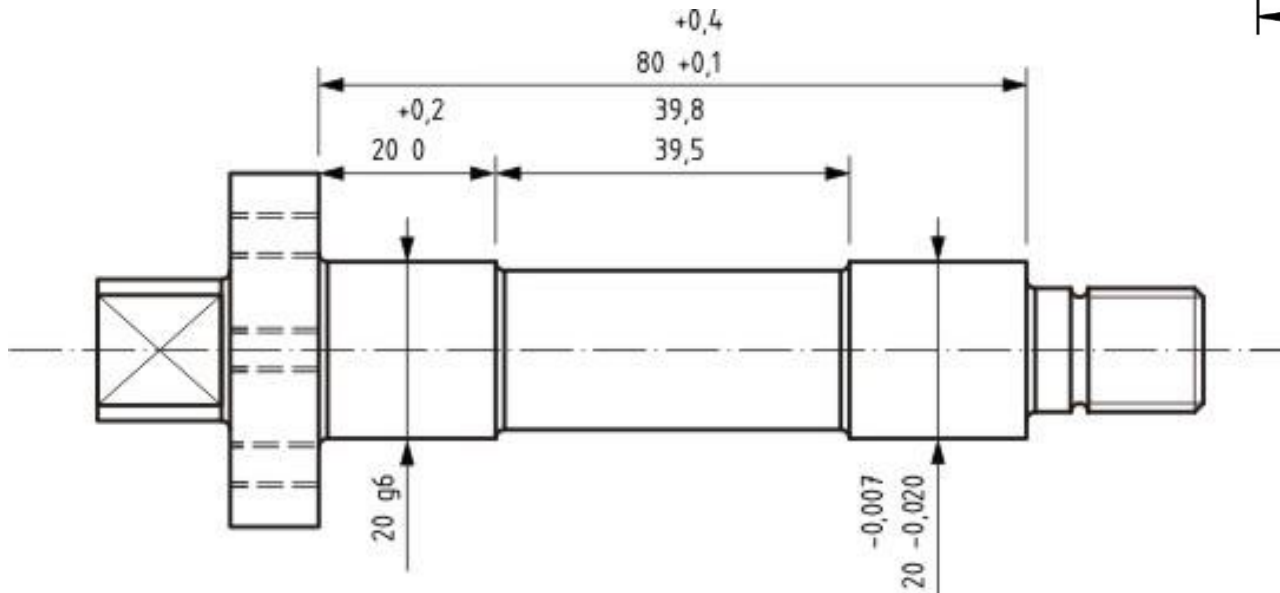
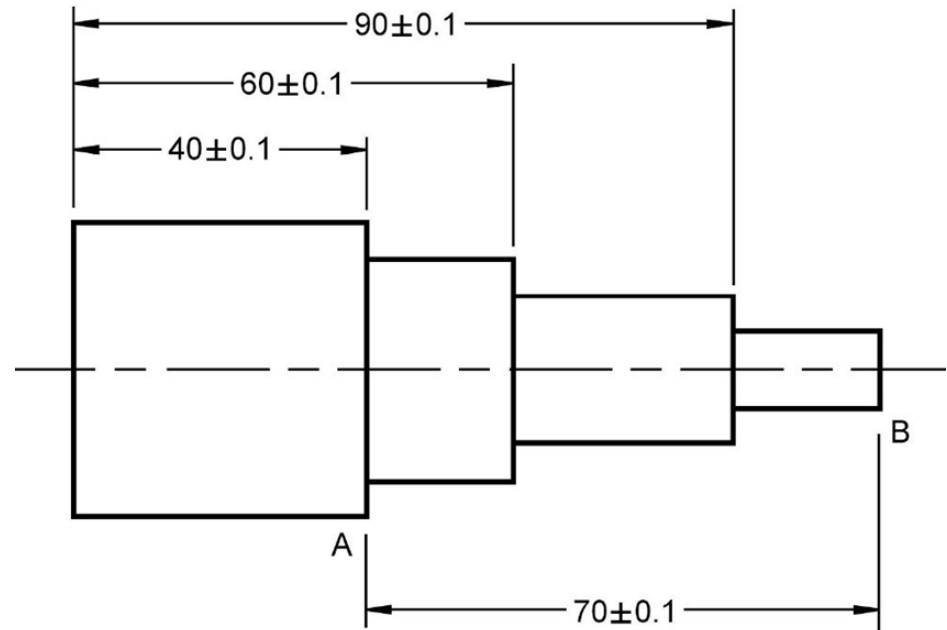
Δρ. Σωτηρία Δημητρέλλου, Αναπλ. Καθηγήτρια

email: sdimitre@uniwa.gr

ΑΝΟΧΕΣ – ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΜΕΡΟΣ Α

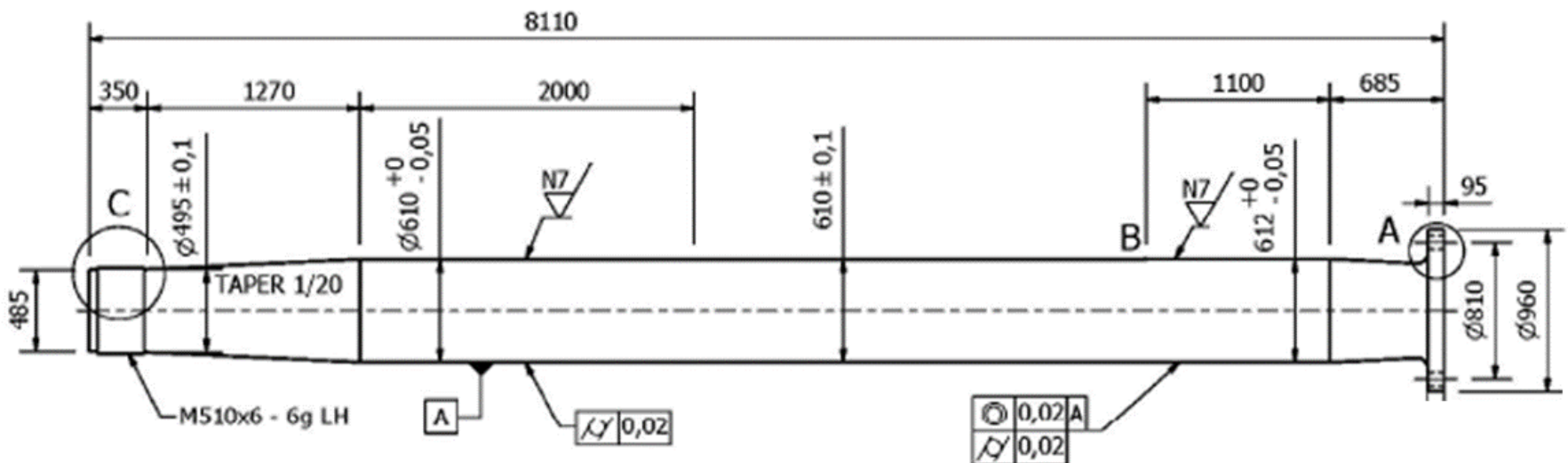
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΟΧΕΣ



ΑΝΟΧΕΣ

ΑΠΟ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

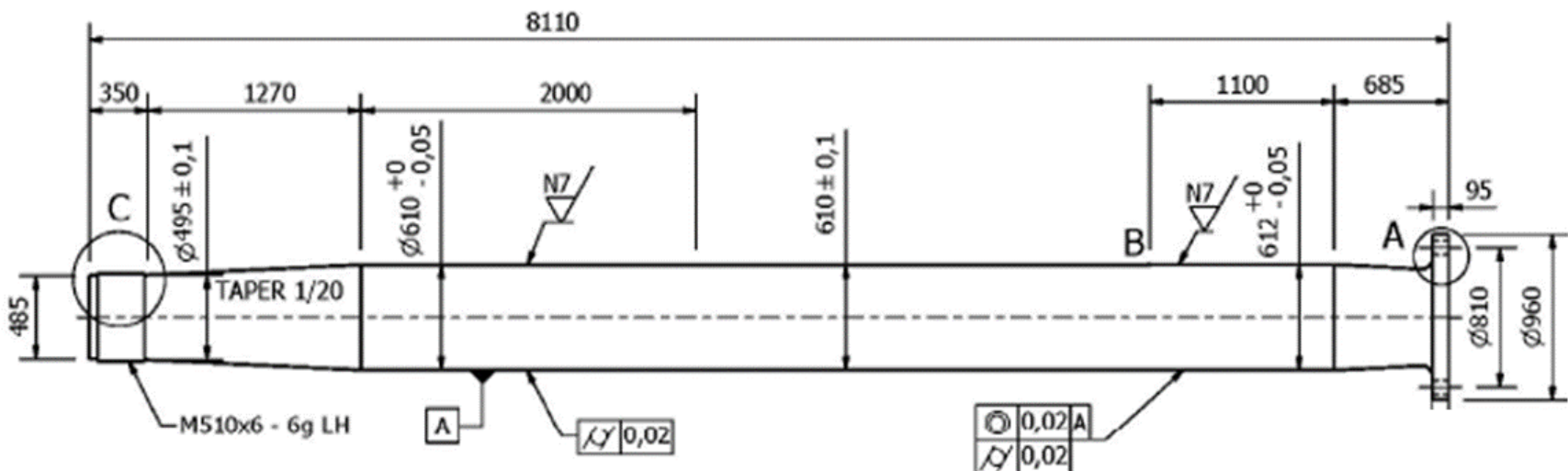
- Πρακτικά είναι **αδύνατο** όλα τα κομμάτια να κατασκευασθούν απaráλλακτα στις διαστάσεις, στη μορφή, στην τραχύτητα επιφάνειας, που καθορίζονται στο μηχανολογικό (κατασκευαστικό) σχέδιο.
- Η κατεργασία από **διαφορετικούς τεχνίτες** σε **ξεχωριστές εργαλειομηχανές** ή άλλες μηχανές κατεργασίας, έχει σαν αποτέλεσμα πάντοτε να υπάρχει κάποιο **σφάλμα** ως προς την ιδανική μορφή του μηχανολογικού σχεδίου.



ΑΝΟΧΕΣ

ΑΠΟ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

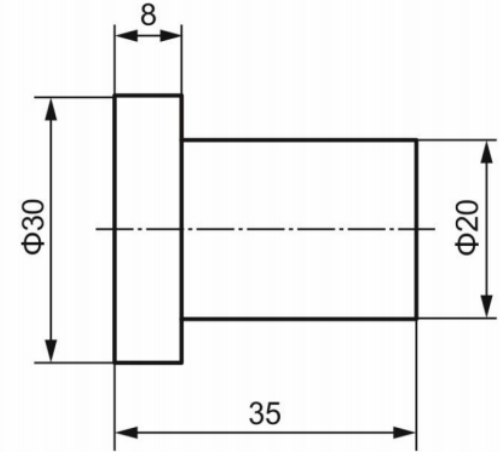
- Επομένως από τη στιγμή που στην πραγματικότητα υπάρχουν αποκλίσεις των πραγματικών διαστάσεων από τις διαστάσεις του σχεδίου, θα **πρέπει ο σχεδιαστής να ορίσει στο σχέδιο τα όρια της απόκλισης** τα οποία είναι **αποδεκτά** για την εφαρμογή.



ΑΝΟΧΕΣ

ΑΠΟ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

- Τί όρια όμως ορίζω στις διαστάσεις ;;
- **Μεγάλα όρια** στις διαστάσεις των τεμαχίων συνεπάγονται πιο εύκολη κατεργασία αλλά μπορούν να επηρεάσουν άλλες κρίσιμες διαστάσεις και το τεμάχιο να μην είναι λειτουργικό.
- **Μικρά όρια** στις διαστάσεις των τεμαχίων συνήθως οδηγούν σε :
 - 1) Απαίτηση αυξημένης ακρίβειας κατασκευής
 - 2) Καλύτερες και πιο σύγχρονες εργαλειομηχανές
 - 3) Αύξηση του κόστους κατασκευής
 - 4) Απαίτηση λεπτομερέστερης διαδικασίας ελέγχου των τεμαχίων



35 ± 0.2

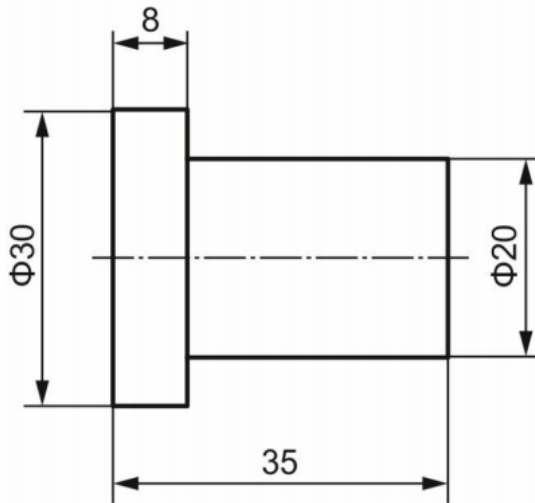
ή

35 ± 0.05

ΑΝΟΧΕΣ

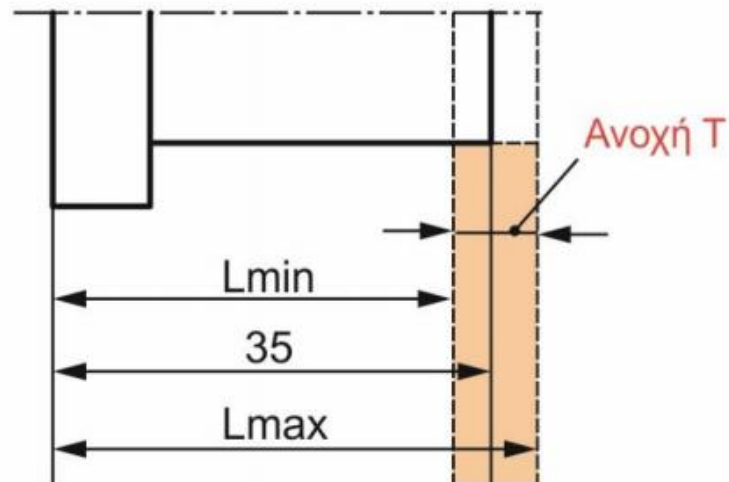
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

- **Ονομαστική διάσταση N (nominal)** είναι η ιδανική διάσταση, η οποία δεν είναι εφικτό να κατασκευαστεί (π.χ. $N = 35 \text{ mm}$).
- Σε μια σειρά τεμαχίων παραγωγής όλες οι πραγματικές διαστάσεις **Λπραγμ** θα διαφέρουν (έστω και ελάχιστα) από την ονομαστική διάσταση.



L_{max} : Μέγιστη επιτρεπόμενη διάσταση
 L_{min} : Ελάχιστη επιτρεπόμενη διάσταση

$$\text{Ανοχή } T = L_{max} - L_{min}$$



ΑΝΟΧΕΣ

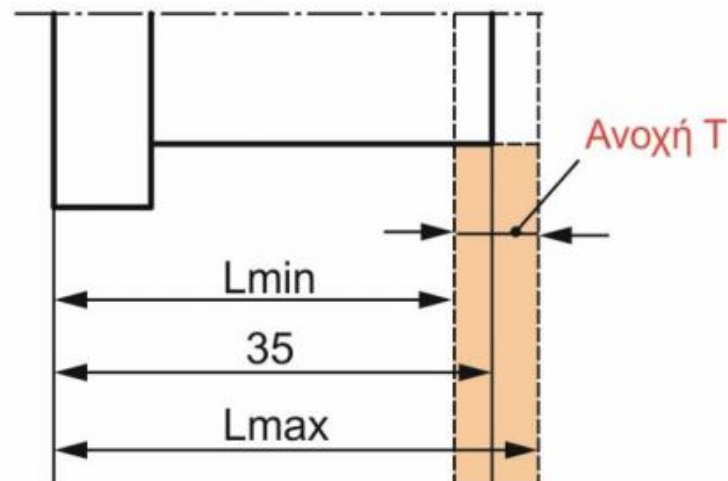
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

- Η ονομαστική διάσταση **N** είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθεί.
- Είναι δυνατόν όμως να οριστεί ένα ελάχιστο όριο **Lmin** και ένα μέγιστο **Lmax** όριο, έτσι ώστε με τα υπάρχοντα μέσα κατασκευής να επιτευχθεί η πραγματική τιμή της διάστασης **Lπραγμ** ώστε:

- $L_{\min} < L_{\text{πραγμ}} < L_{\max}$

L_{\max} : Μέγιστη επιτρεπόμενη διάσταση
 L_{\min} : Ελάχιστη επιτρεπόμενη διάσταση

Ανοχή $T = L_{\max} - L_{\min}$



ΑΝΟΧΕΣ

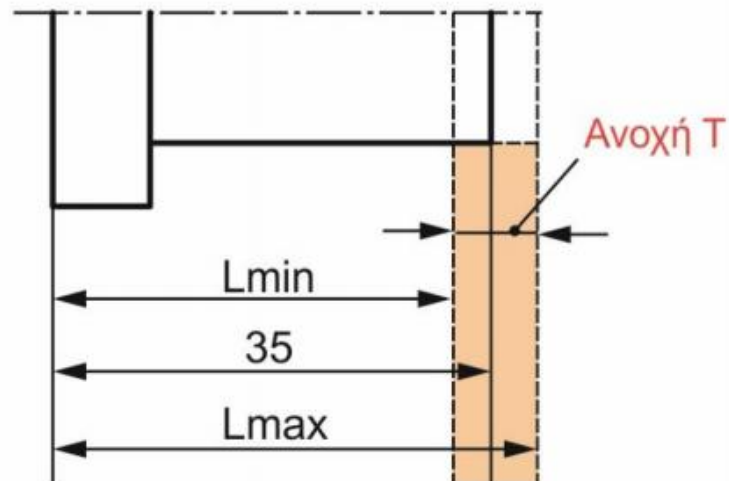
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΟΧΗ

- Η διαφορά $L_{max} - L_{min}$ των δύο ακραίων αποδεκτών διαστάσεων ονομάζεται **Ανοχή ή Πεδίο Ανοχής** και συμβολίζεται με **T (Tolerance)**.
- Σε μια πραγματική παραγωγή κάθε κομμάτι με πραγματικό μήκος έξω από τα παραπάνω όρια απορρίπτεται ως **σκάρτο**.

$$T = L_{max} - L_{min}$$

L_{max} : Μέγιστη επιτρεπόμενη διάσταση
 L_{min} : Ελάχιστη επιτρεπόμενη διάσταση

Ανοχή $T = L_{max} - L_{min}$



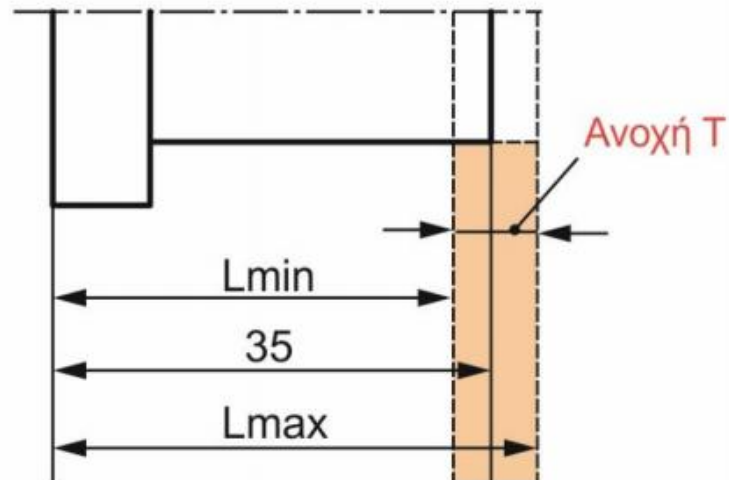
ΑΝΟΧΕΣ

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΟΧΗ ;

Είναι η διαφορά των ορίων μιας διάστασης ενός αντικείμενου τα οποία μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτά και οδηγούν το αντικείμενο χρήσιμο για την εφαρμογή για την οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

L_{max} : Μέγιστη επιτρεπόμενη διάσταση
 L_{min} : Ελάχιστη επιτρεπόμενη διάσταση

$$\text{Ανοχή } T = L_{max} - L_{min}$$



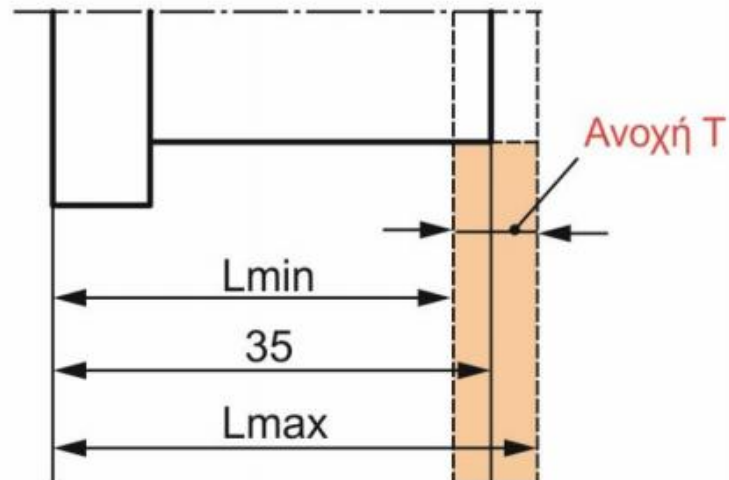
ΑΝΟΧΕΣ

ΤΙ ΟΝΟΜΑΖΕΤΑΙ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ;

- **Απόκλιση A** ονομάζεται η αλγεβρική διαφορά της ονομαστικής διάστασης **N** από την πραγματική διάσταση **Lπραγμ** που προκύπτει από την παραγωγή.
- **$A = N - L_{\text{πραγμ}}$**

L_{max} : Μέγιστη επιτρεπόμενη διάσταση
 L_{min} : Ελάχιστη επιτρεπόμενη διάσταση

Ανοχή $T = L_{\text{max}} - L_{\text{min}}$



ΑΝΟΧΕΣ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Δίνεται η αμφίπλευρη ανοχή σε mm:

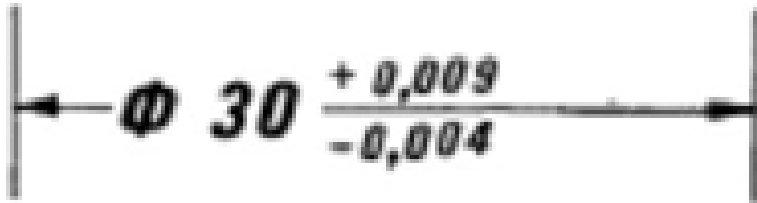
$$\left| \left\langle \Phi 30 \begin{array}{l} +0,003 \\ -0,004 \end{array} \right\rangle \right|$$

Να καθοριστούν τα μεγέθη: N , L_{\max} , L_{\min} , T , T_{\max} , T_{\min}

ΑΝΟΧΕΣ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Δίνεται η ανοχή σε mm:



Να καθοριστούν τα μεγέθη N , L_{\max} , L_{\min} , T

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$$N = 30 \text{ mm}$$

$$L_{\max} = 30 + 0.009 = 30.009 \text{ mm}$$

$$L_{\min} = 30 - 0.004 = 29.996 \text{ mm}$$

$$T = L_{\max} - L_{\min} = 30.009 - 29.996 = 0.013 \text{ mm}$$

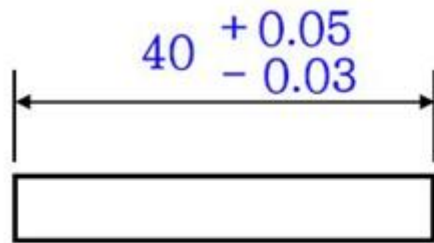
$$T_{\max} = 0.009 \text{ mm}$$

$$T_{\min} = -0.004 \text{ mm}$$

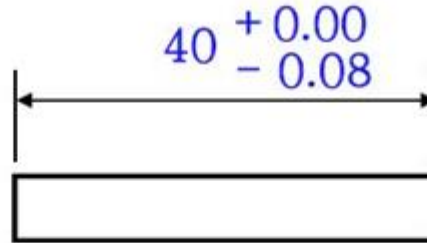
ΑΝΟΧΕΣ

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΝΟΧΗΣ

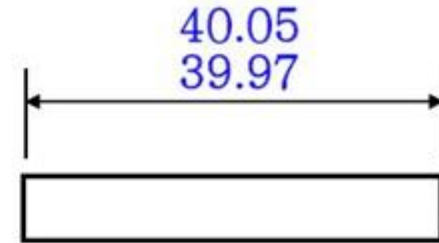
- Η ανοχή παρουσιάζεται με τους επόμενους τρόπους στα σχέδια:



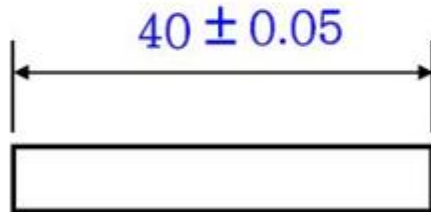
Αμφίπλευρη ανοχή



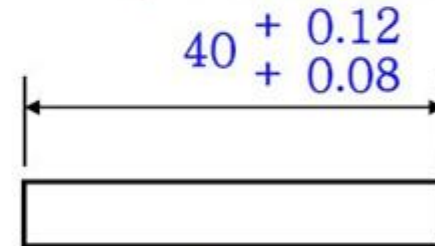
Μονόπλευρη ανοχή



Όρια διαστάσεων



Αμφίπλευρη συμμετρική ανοχή



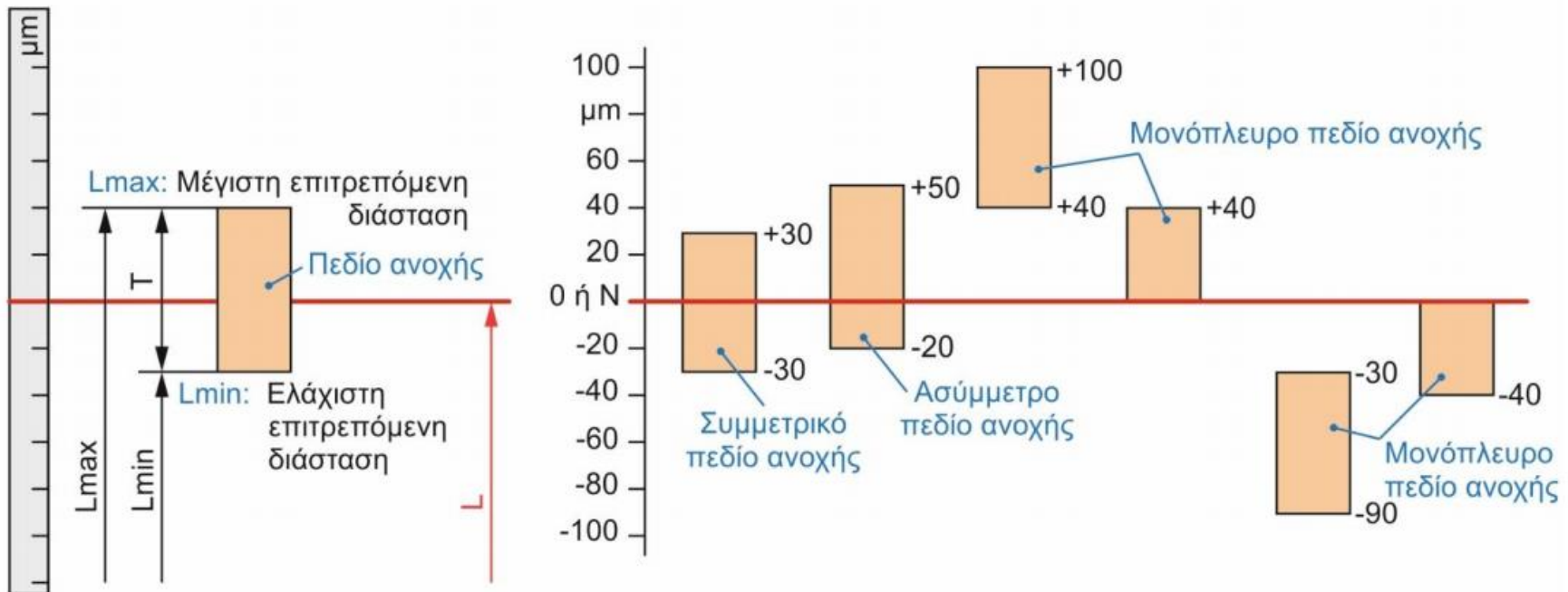
Ονομαστική διάσταση εκτός ανοχής

1^ο παράδειγμα: L=40mm, L_{max}=40.05mm, L_{min}=39.97mm, T=0.08mm

ΑΝΟΧΕΣ

ΠΕΔΙΟ ΑΝΟΧΗΣ – ΣΧΗΜΑΤΙΚΑ

- Για κάθε διάσταση ορίζεται γραφικά ένα ορθογώνιο που χαρακτηρίζει ένα πεδίο τιμών για τη διάσταση αυτή που ονομάζεται πεδίο ανοχής.
- **Πεδίο ανοχής (tolerance zone)** ονομάζουμε τη σχηματική παράσταση που εικονίζει το μέγεθος και τη θέση της ανοχής ως προς την ονομαστική διάσταση N.
- Συνήθως ταυτίζουμε την ονομαστική διάσταση με το μηδέν στο γ άξονα.



ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση L και το πεδίο ανοχής της.

Λύση

$$L1 = 45\text{mm}$$

$$L1_{\max} = 45 + 0.1 = 45.1 \text{ mm}$$

$$L1_{\min} = 45 - 0.1 = 44.9 \text{ mm}$$

$$T1 = L1_{\max} - L1_{\min} = 0.2 \text{ mm}$$

$$L2 = 50\text{mm}$$

$$L2_{\max} = 50 + 0 = 50 \text{ mm}$$

$$L2_{\min} = 50 - 0.2 = 49.8 \text{ mm}$$

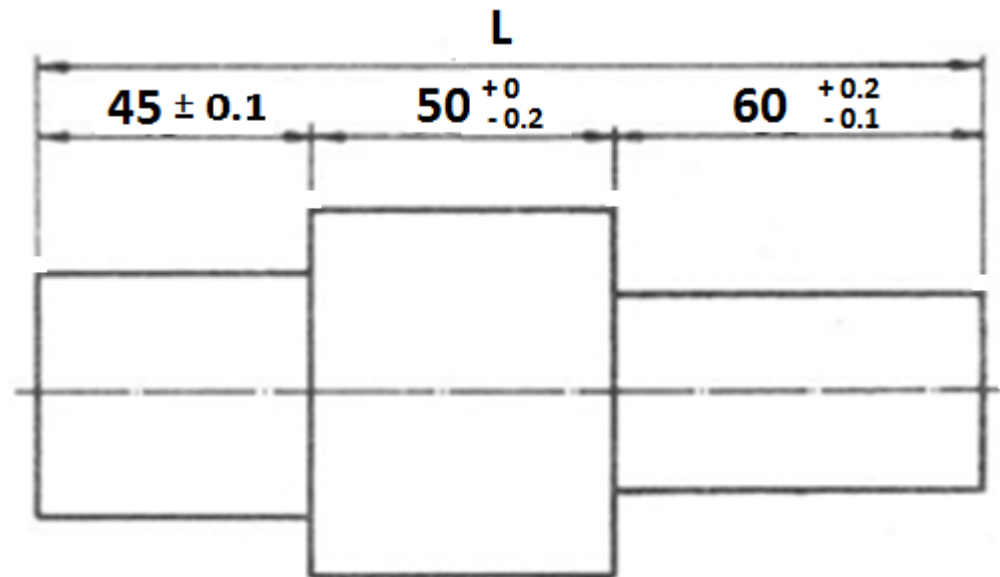
$$T2 = L2_{\max} - L2_{\min} = 0.2 \text{ mm}$$

$$L3 = 60\text{mm}$$

$$L3_{\max} = 60 + 0.2 = 60.2 \text{ mm}$$

$$L3_{\min} = 60 - 0.1 = 59.9 \text{ mm}$$

$$T3 = L3_{\max} - L3_{\min} = 0.3 \text{ mm}$$



ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση L και το πεδίο ανοχής της.

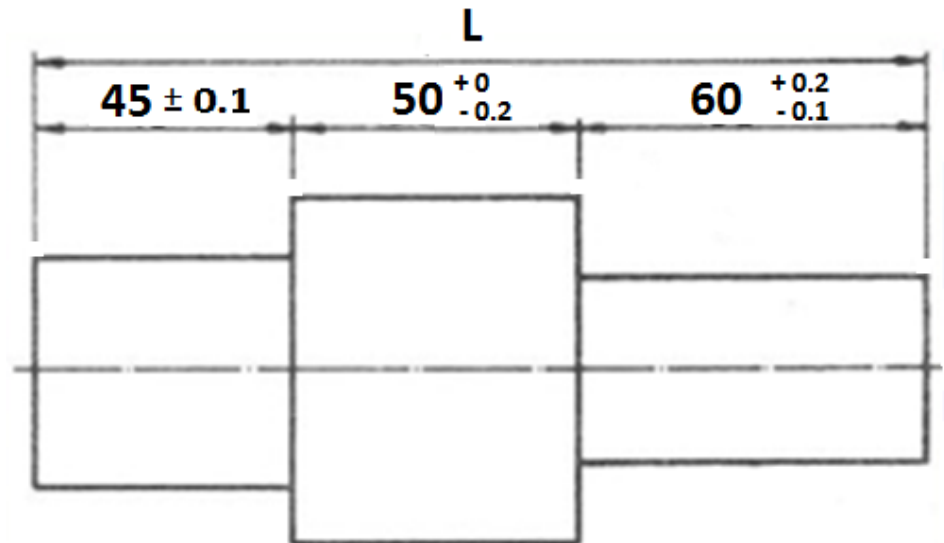
Λύση

Καταγράφω τη διαστασιολογική αλυσίδα:

$$L = L1 + L2 + L3 = 45 + 50 + 60 \rightarrow L = 155\text{mm}$$

$$L_{\max} = L1_{\max} + L2_{\max} + L3_{\max} = 45.1\text{mm} + 50\text{mm} + 60.2\text{mm} = 155.3\text{ mm}$$

$$L_{\min} = L1_{\min} + L2_{\min} + L3_{\min} = 44.9\text{mm} + 49.8\text{mm} + 59.9\text{mm} = 154.6\text{ mm}$$



ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση L και το πεδίο ανοχής της.

Λύση

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 45 + 50 + 60 \rightarrow L = 155\text{mm}$$

$$L_{\max} = L_{1\max} + L_{2\max} + L_{3\max} = 45.1\text{mm} + 50\text{mm} + 60.2\text{mm} = 155.3\text{ mm}$$

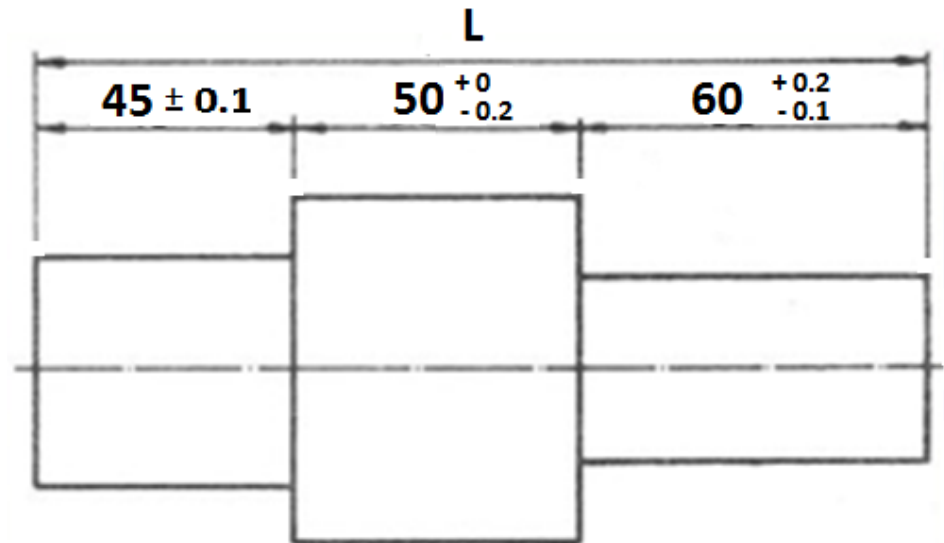
$$L_{\min} = L_{1\min} + L_{2\min} + L_{3\min} = 44.9\text{mm} + 49.8\text{mm} + 59.9\text{mm} = 154.6\text{ mm}$$

$$T = L_{\max} - L_{\min} = 0.7\text{ mm}$$

$$T_{\max} = L_{\max} - L = 0.3\text{ mm}$$

$$T_{\min} = L - L_{\min} = 0.4\text{ mm}$$

$$L \begin{matrix} +T_{\max} \\ -T_{\min} \end{matrix} = 155 \begin{matrix} +0.3 \\ -0.4 \end{matrix}$$



ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση L και το πεδίο ανοχής της.

Λύση (2^{ος} τρόπος)

$$T1_{\max} = 0.1 \text{ mm} \quad \text{και} \quad T1_{\min} = -0.1 \text{ mm}$$

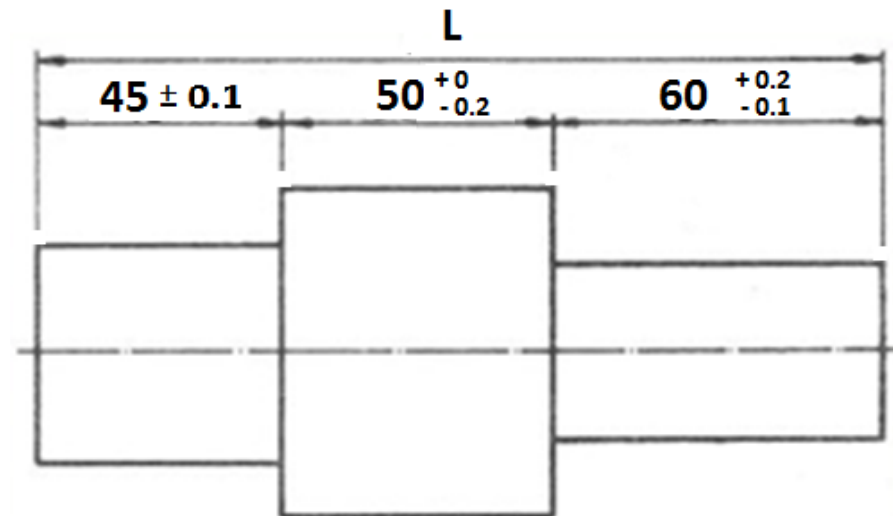
$$T2_{\max} = 0 \text{ mm} \quad \text{και} \quad T2_{\min} = -0.2 \text{ mm}$$

$$T3_{\max} = 0.2 \text{ mm} \quad \text{και} \quad T3_{\min} = -0.1 \text{ mm}$$

$$T_{\max} = T1_{\max} + T2_{\max} + T3_{\max} = 0.3 \text{ mm}$$

$$T_{\min} = T1_{\min} + T2_{\min} + T3_{\min} = -0.4 \text{ mm}$$

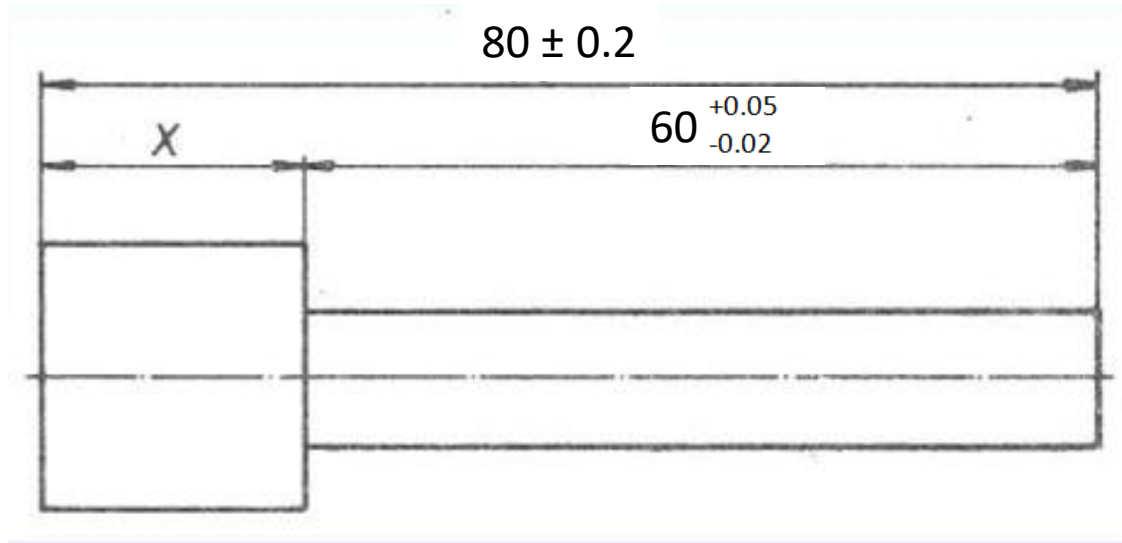
$$L \begin{array}{l} +T_{\max} \\ -T_{\min} \end{array} = 155 \begin{array}{l} +0.3 \\ -0.4 \end{array}$$



ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση $X=L$ και το πεδίο ανοχής της.



Λύση

$$L1 = 80\text{mm}$$

$$L1_{\max} = 80 + 0.2 = 80.2 \text{ mm}$$

$$L1_{\min} = 80 - 0.2 = 79.8 \text{ mm}$$

$$T1 = L1_{\max} - L1_{\min} = 0.4 \text{ mm}$$

$$L2 = 60\text{mm}$$

$$L2_{\max} = 60 + 0.05 = 60.05 \text{ mm}$$

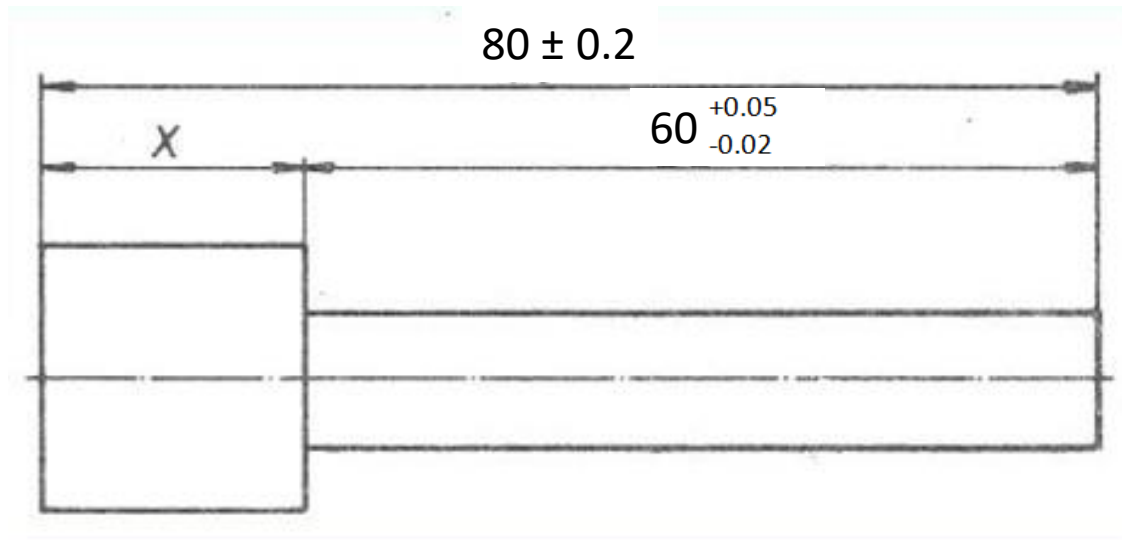
$$L2_{\min} = 60 - 0.02 = 59.98 \text{ mm}$$

$$T2 = L2_{\max} - L2_{\min} = 0.07 \text{ mm}$$

ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση $X=L$ και το πεδίο ανοχής της.



Λύση

Καταγράφω τη διαστασιολογική αλυσίδα:

$$X = L = L1 - L2 = 80 - 60 = 20 \text{ mm}$$

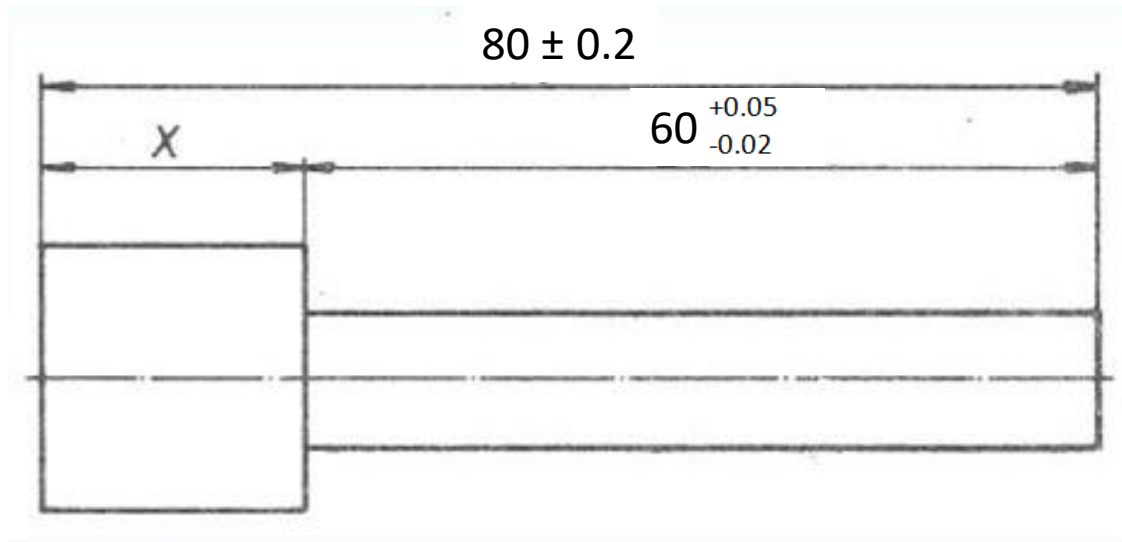
$$L_{\max} = \text{????}$$

$$L_{\min} = \text{????}$$

ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση $X=L$ και το πεδίο ανοχής της.



Λύση

Καταγράψω τη διαστασιολογική αλυσίδα:

$$X = L = L1 - L2 = 80 - 60 = 20 \text{ mm}$$

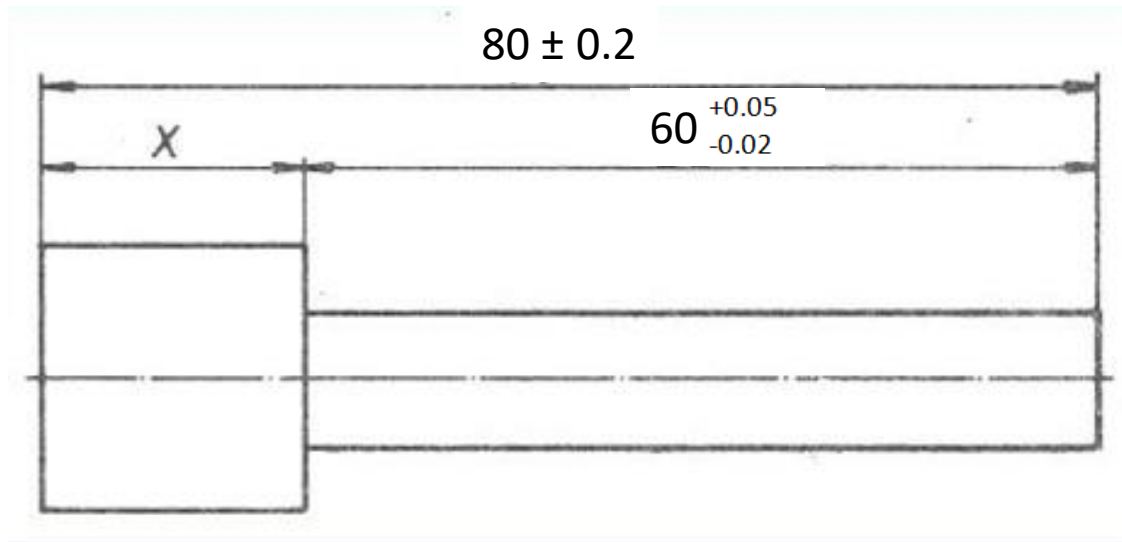
$$L_{\max} = L1_{\max} - L2_{\min} = 80.2 \text{ mm} - 59.98 \text{ mm} = 20.22 \text{ mm}$$

$$L_{\min} = L1_{\min} - L2_{\max} = 79.8 \text{ mm} - 60.05 \text{ mm} = 19.75 \text{ mm}$$

ΑΝΟΧΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ

Να υπολογισθεί η διάσταση $X=L$ και το πεδίο ανοχής της.



Λύση

$$L = L1 - L2 = 20 \text{ mm}$$

$$L_{\max} = L1_{\max} - L2_{\min} = 80.2 \text{ mm} - 59.98 \text{ mm} = 20.22 \text{ mm}$$

$$L_{\min} = L1_{\min} - L2_{\max} = 79.8 \text{ mm} - 60.05 \text{ mm} = 19.75 \text{ mm}$$

$$T = L_{\max} - L_{\min} = 20.22 \text{ mm} - 19.75 \text{ mm} = 0.47 \text{ mm}$$

$$L^{+T}_{-T} = 20^{+0.22}_{-0.25}$$

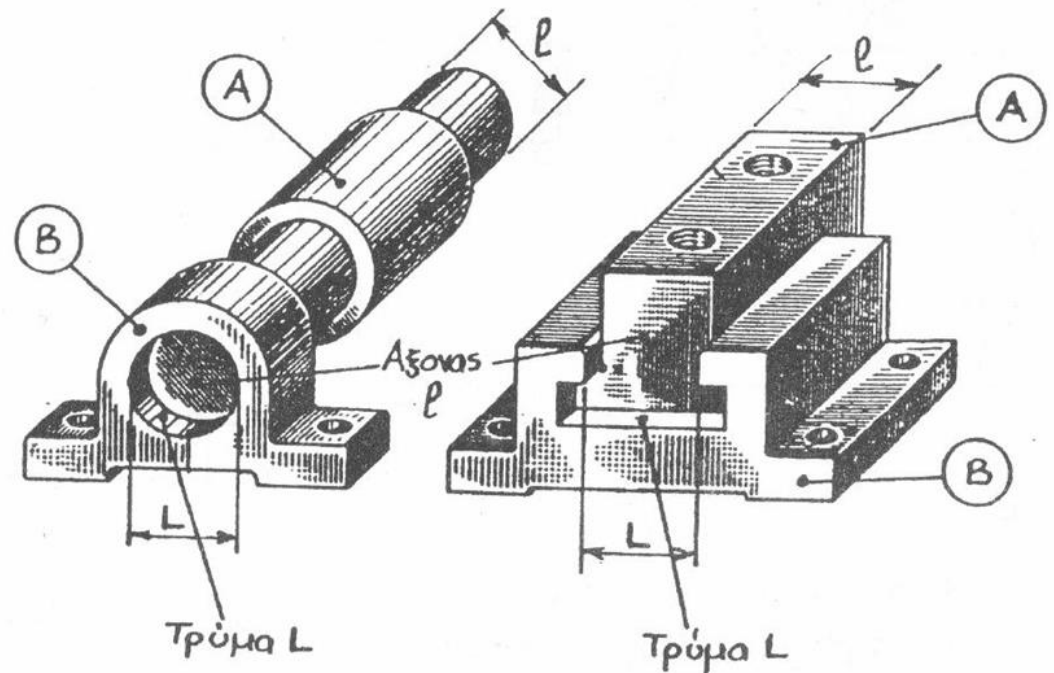
ΑΝΟΧΕΣ – ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΜΕΡΟΣ Β

ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

Λέγοντας συναρμογή εννοούμε ένα συγκρότημα, που το απαρτίζουν συνήθως **δύο κομμάτια** (μέλη της συναρμογής) το Α και το Β τα οποία συνεργάζονται.

Είναι δυνατόν δηλαδή το ένα κομμάτι να **κινείται ελεύθερα** μέσα στο άλλο, ή ακόμα και να **είναι σφηνωμένο (σφιγμένο) στο άλλο**.



ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

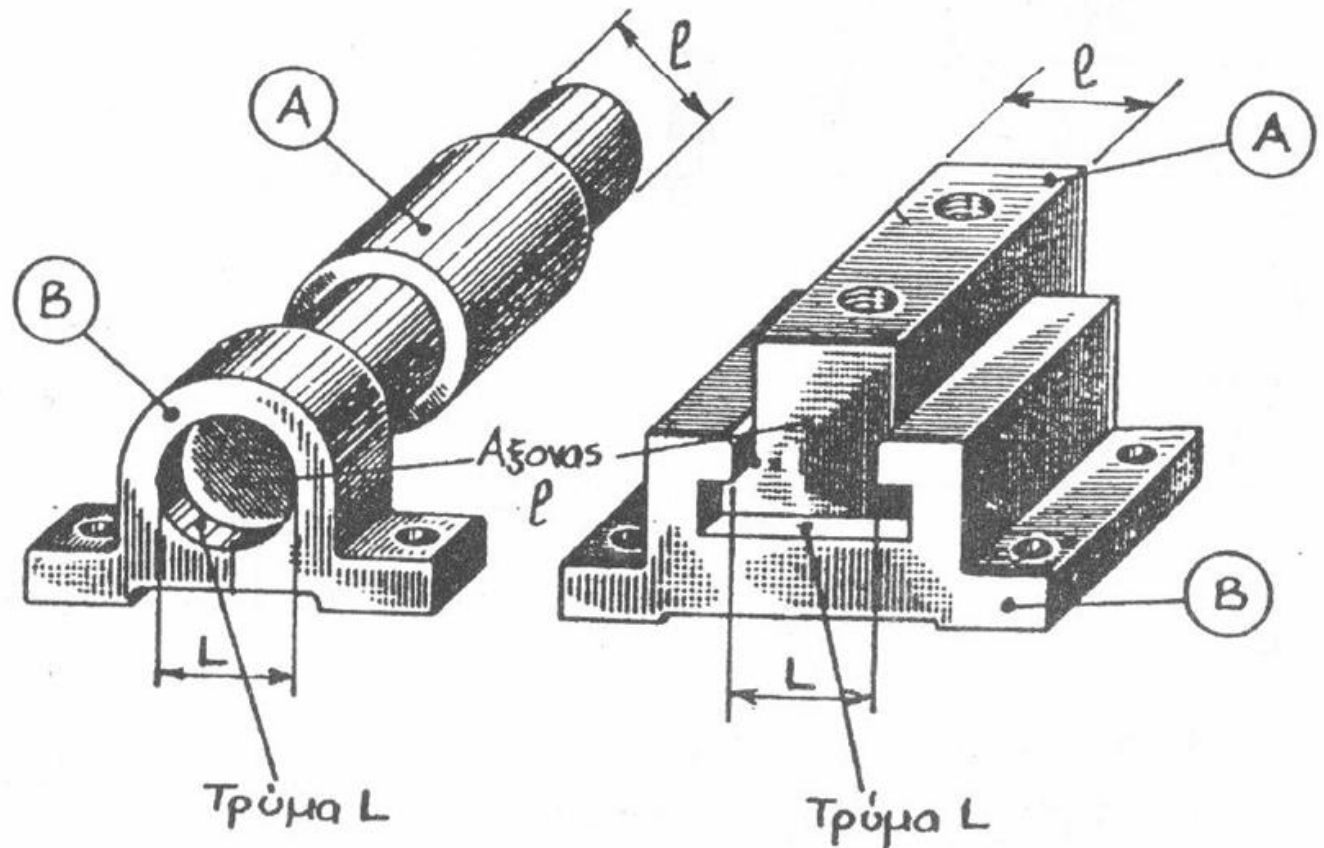
Μέλη μιας συναρμογής

Όταν ένα κομμάτι **A** με εξωτερική διάσταση l είναι τοποθετημένο και λειτουργεί μέσα στο κομμάτι **B** με εσωτερική διάσταση L , τότε ονομάζουμε:

Το κομμάτι A, άξονας

Το κομμάτι B, τρύμα

Και τα δύο μέλη μιας συναρμογής θα πρέπει απαραίτητα να έχουν την ίδια ονομαστική διάσταση.



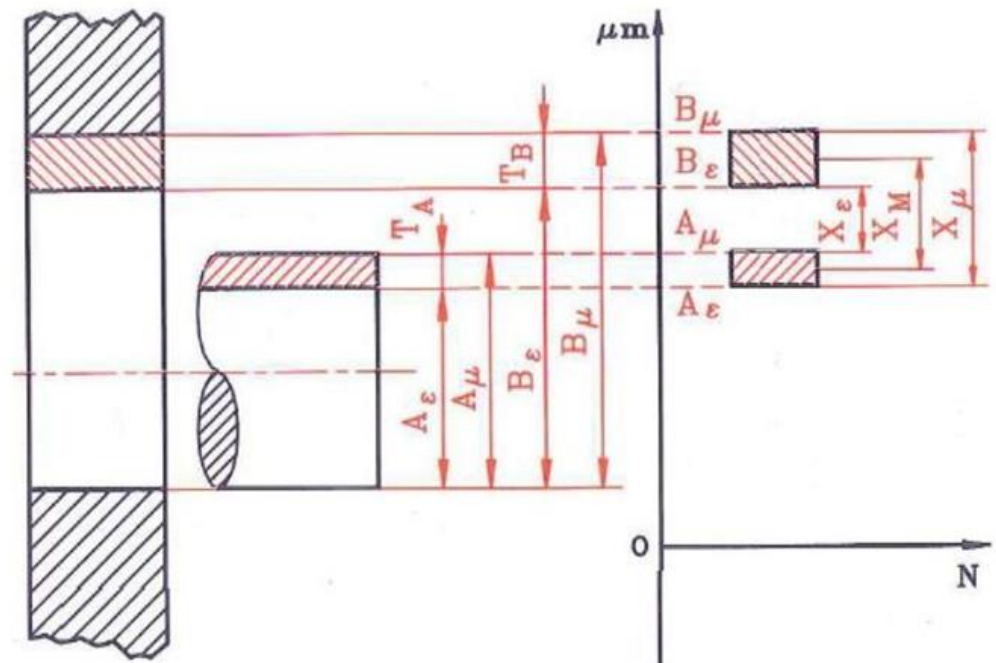
ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΕΙΔΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΩΝ

- **Ελεύθερες συναρμογές:** όταν επιτρέπεται η κίνηση μεταξύ των συνεργαζόμενων κομματιών, ακόμα και στην πιο ακραία περίπτωση συνεργασίας.
- Ακόμα και όταν η μέγιστη διάμετρος του άξονα είναι μικρότερη από τη μικρότερη διάμετρο του τρύματος.

Οριακές διαστάσεις

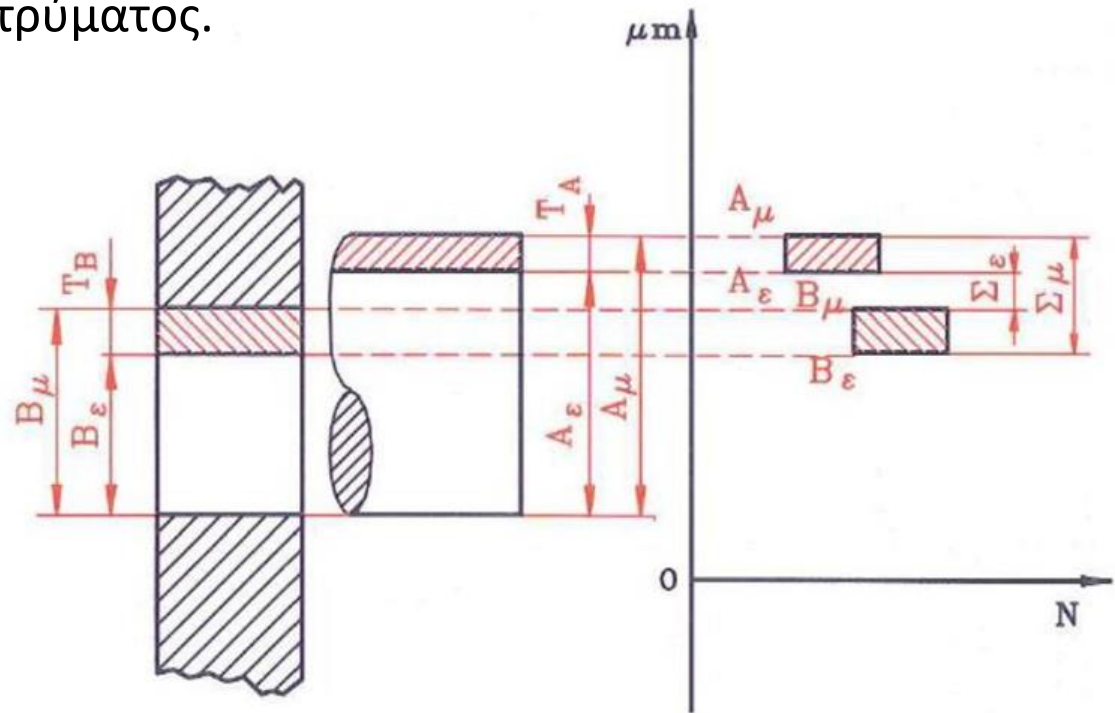
ονομάζουμε τη μέγιστη A_{μ} και την ελάχιστη A_{ε} του άξονα ή τη μέγιστη B_{μ} και την ελάχιστη B_{ε} του τρύματος



ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΕΙΔΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΩΝ

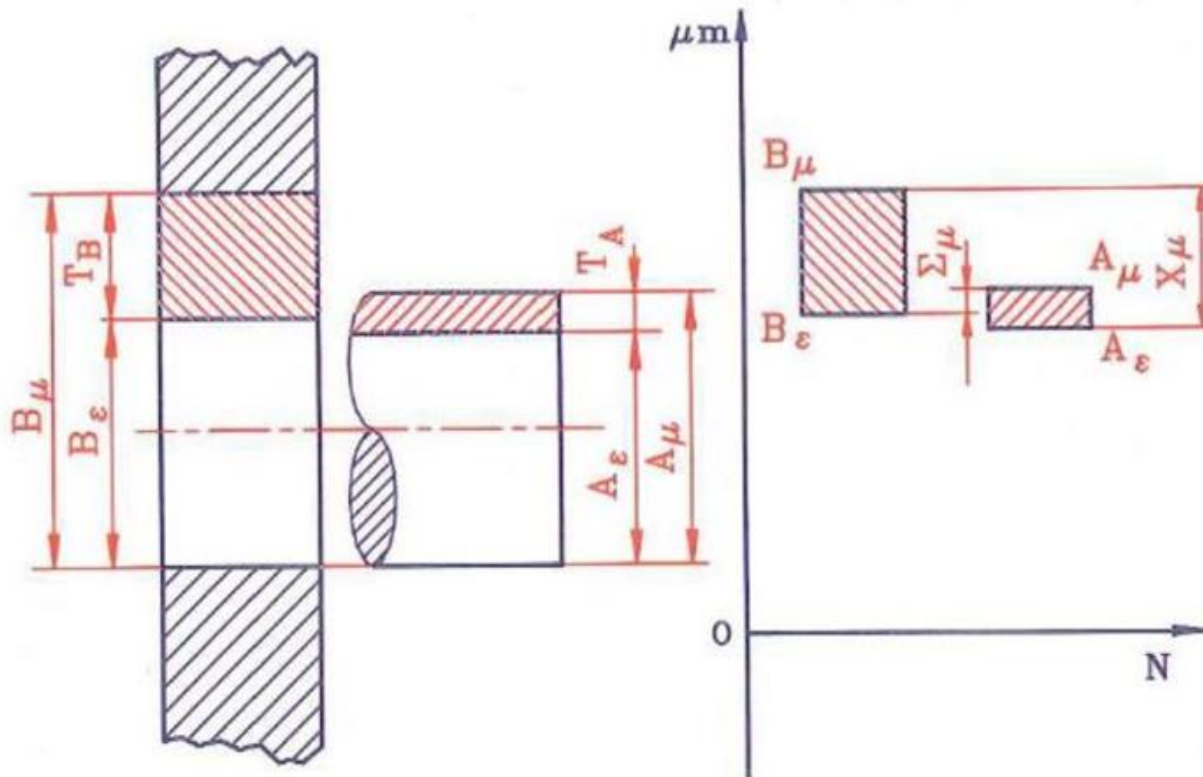
- **Σφικτές συναρμογές:** όταν δεν επιτρέπεται η κίνηση μεταξύ των συνεργαζόμενων κομματιών, ακόμα και στην πιο ακραία περίπτωση συνεργασίας.
- Ακόμα και η μικρότερη διάμετρος του άξονα είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη διάμετρο του τρύματος.



ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΕΙΔΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΩΝ

- **Αμφίβολες συναρμογές:** Όταν υπάρχουν ζεύγη αξόνων-τρομάτων με πραγματικές διαστάσεις που να βρίσκονται μέσα στην επικαλυπτόμενη περιοχή των πεδίων ανοχής άξονα και τρύματος μπορούν να δώσουν ελεύθερες ή σφικτές συναρμογές ανάλογα με τη σχετική τους θέση.

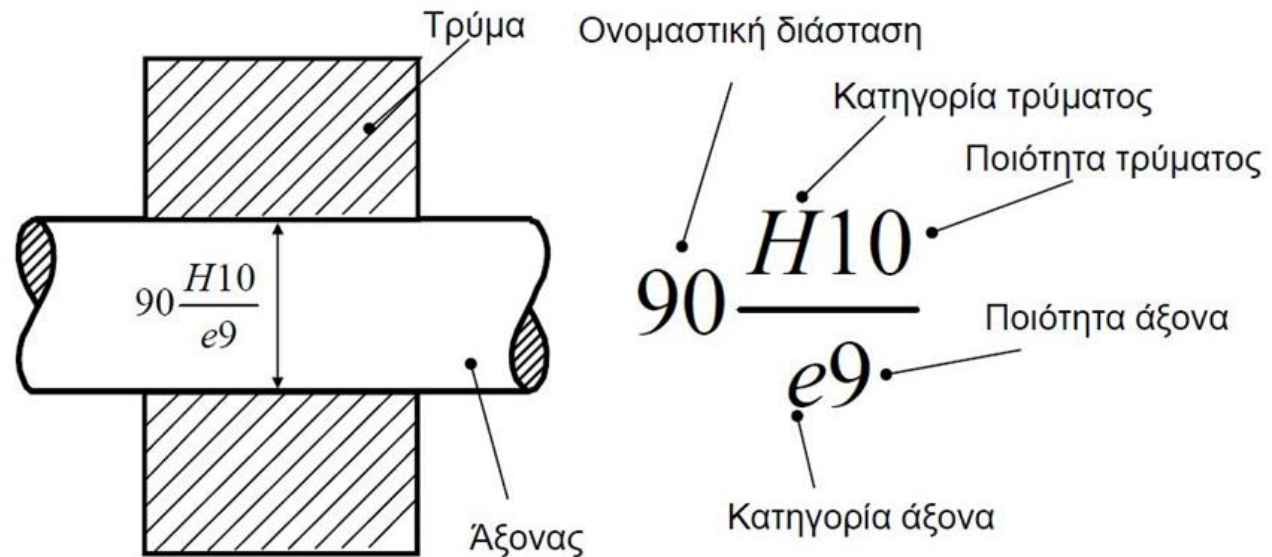


ΑΝΟΧΕΣ – ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΜΕΡΟΣ Γ

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΟ

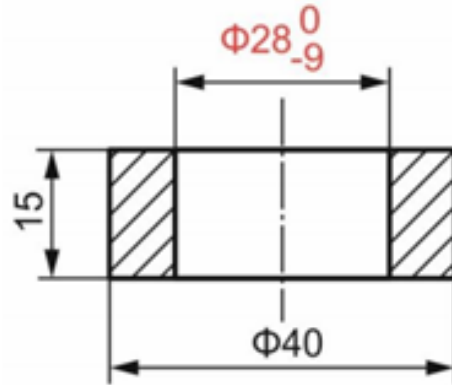
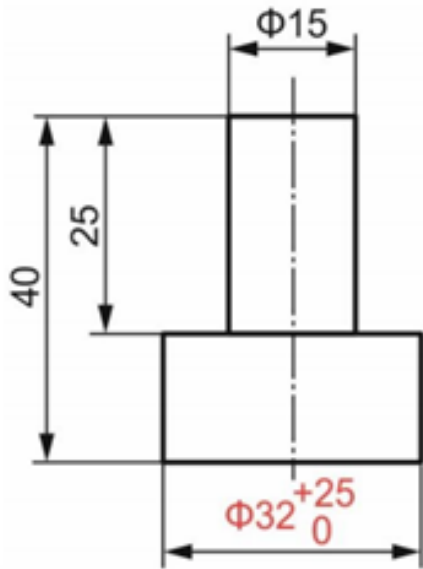
Όταν πρόκειται για το **συμβολισμό μιας συναρμογής** τότε τα στοιχεία του τρύματος (κατηγορία και ποιότητα) γράφονται ως αριθμητής και τα στοιχεία του άξονα ως παρονομαστής ενός κλάσματος μετά την ονομαστική διάσταση.



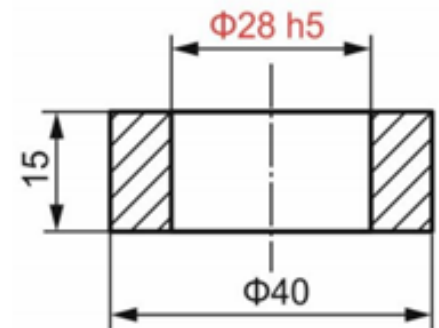
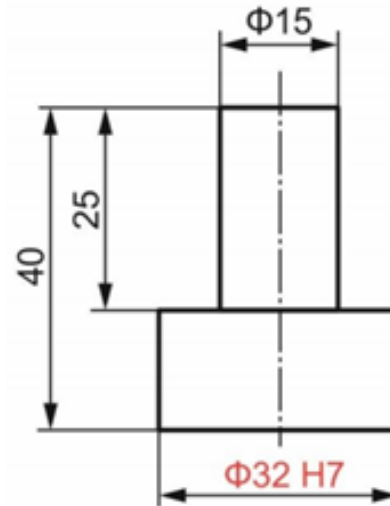
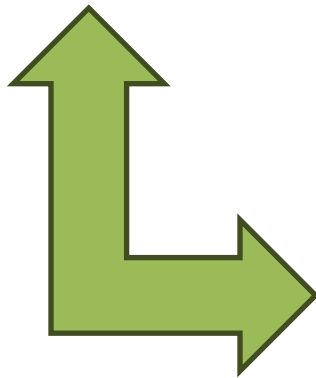
Κατηγορία: καθορίζει τη θέση του πεδίου ανοχής ως προς τη μηδενική γραμμή (N).

Ποιότητα : καθορίζει το μέγεθος του πεδίου ανοχής (T) της διάστασης.

ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ



Το πεδίο ανοχής (αριθμητικά) για τη διάσταση που ορίζεται στο σχέδιο προκύπτει από Πίνακες βάση της Κατηγορίας και της Ποιότητας ανοχής.



ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΟΧΗΣ (international tolerance)

- Η ποιότητα ανοχής καθορίζει το μέγεθος του πεδίου ανοχής (T) για την κατεργασία μιας ορισμένης διάστασης από 1mm έως 500mm.
- Το σύστημα συναρμογών και ανοχών ISO, για το οποίο μιλούμε, προβλέπει 20 ποιότητες ανοχής, τις IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT18.
- Με τις ποιότητες αυτές καλύπτονται όλες οι απαιτήσεις σε ακρίβεια των μηχανουργικών κατασκευών από τις πιο χονδροειδείς μέχρι τις κατασκευές ύψιστης ακρίβειας, όπως είναι τα πρότυπα πλακίδια.

Λεπτή ποιότητα \Rightarrow Μικρή ανοχή \Rightarrow Μεγάλη ακρίβεια \Rightarrow Δύσκολη κατεργασία με δαπανηρό εξοπλισμό \Rightarrow Πολλά μη αποδεκτά (σκάρτα) \Rightarrow Μεγάλο κόστος παραγωγής.

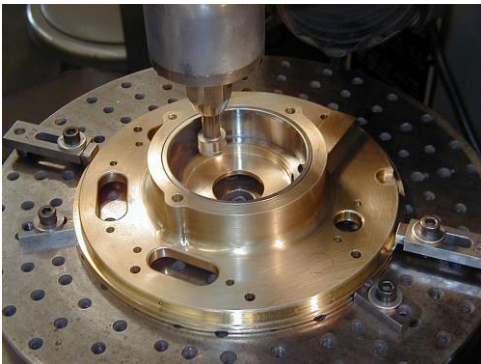
- \rightarrow Όσο μικρότερη είναι η ανοχή (λεπτή ποιότητα) τόσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια κατασκευής.
- \rightarrow Όσο μεγαλύτερη είναι η ανοχή (χονδρική ποιότητα) για μια συγκεκριμένη διάσταση, τόσο μικρότερη είναι η ακρίβεια κατασκευής.

ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΟΧΗΣ

Συσχέτιση ποιότητας ανοχής με τη μέθοδο παραγωγής.

Βαθμός ανοχής	01 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 10 11	12 13 14 15 16 17 18
Περιοχές εφαρμογής	Μέσα ελέγχου, ελεγκτήρες στην παραγωγή	Εργαλειομηχανές, κατασκευές οχημάτων	Γενικές μηχανοκατασκευές, καταναλωτικά αγαθά
Μέθοδος παραγωγής	Λεπτή κατεργασία: Lapping, Honing	Γλύφανση (αβιζουάρ), τόννευση, φρεζάρισμα, λείανση (ρεκτιφιέ), λεπτή έλωση	Έλωση, σφυρηλασία, συμπίεση



ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

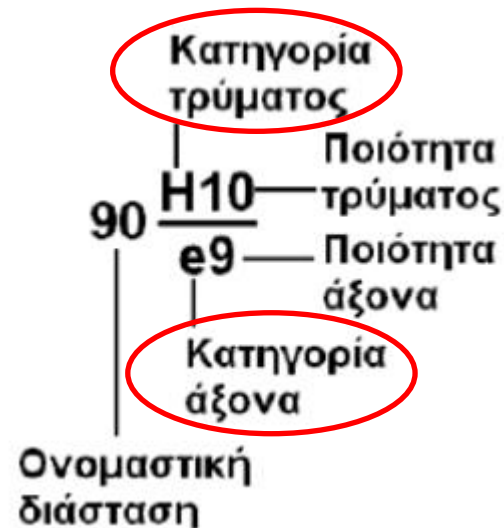
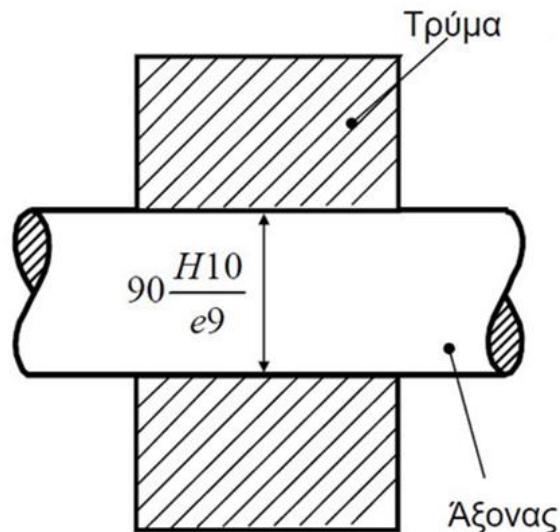
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΟΧΗΣ

		Ποιότητες Ανοχών κατά DIN-ISO 286-1,2												
		Διαστάσεις τιμών ανοχής σε μm												
	Διαστάσεις σε mm													
	έως 3	3 έως 6	6 έως 10	10 έως 18	18 έως 30	30 έως 50	50 έως 80	80 έως 120	120 έως 180	180 έως 250	250 έως 315	315 έως 400	400 έως 500	
IT01	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2	2	2,5	3	4	
IT0	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	4	5	6	
IT1	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8	
IT2	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	
IT3	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	
IT4	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	26	27	
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63	
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97	
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155	
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250	
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400	
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630	
IT13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970	
IT14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550	
IT15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500	
IT16	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000	
IT17	1000	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4600	5200	5700	6300	
IT18	1400	1800	2200	2700	3300	3900	4600	5400	6300	7200	8100	8900	9700	

ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΝΟΧΗΣ

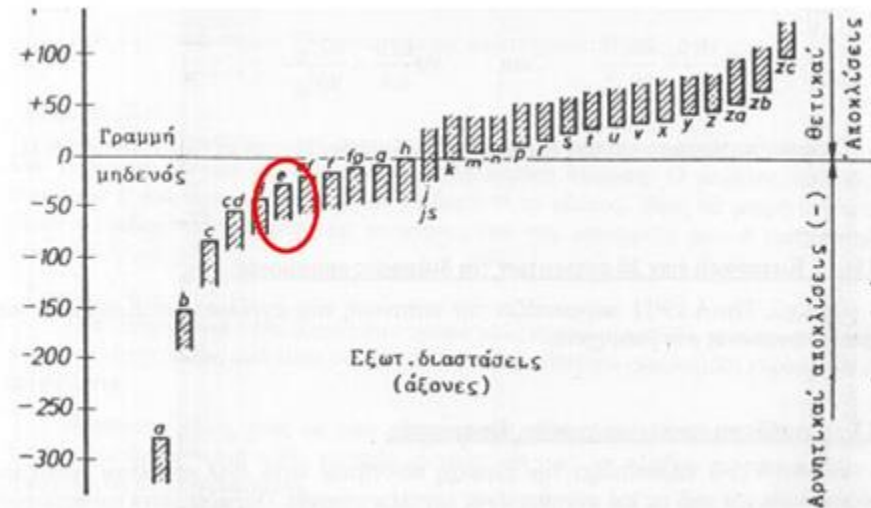
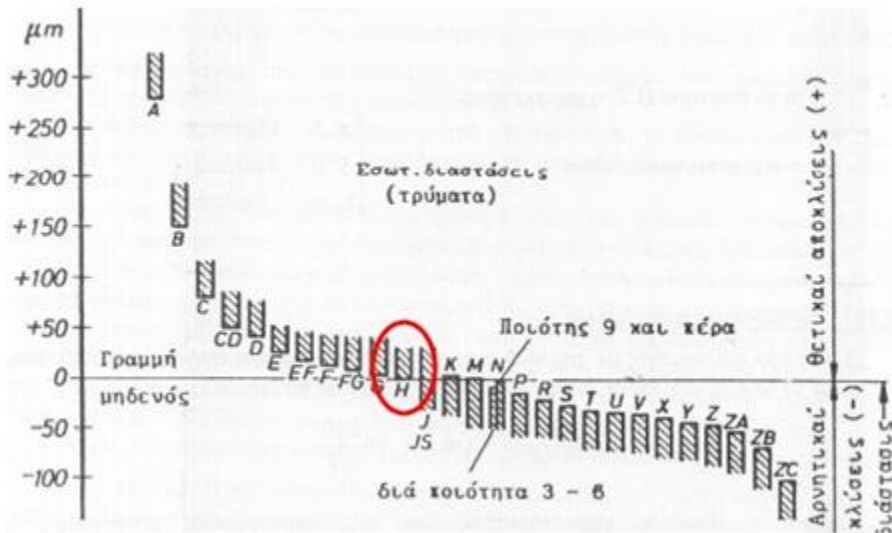
- Η κατηγορία προσδιορίζει τη θέση του πεδίου ανοχής (T) ως προς τη μηδενική γραμμή (N).
- Υπάρχουν 28 κατηγορίες κατά ISO και χαρακτηρίζονται με λατινικά γράμματα, κεφάλαια για τις οπές (τρύματα) και μικρά για τους άξονες.



ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΝΟΧΗΣ

- Από τις 28 κατηγορίες οι ένδεκα είναι ελεύθερες συναρμογές, οι επτά είναι συναρμογές αμφίβολης σύσφιξης και δέκα είναι σφικτές συναρμογές.
- Για το συμβολισμό αυτών των κατηγοριών χρησιμοποιούνται Λατινικά γράμματα, κεφαλαία όταν αφορούν τα τρύματα και μικρά γράμματα όταν αφορούν άξονες.



ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

Πίνακας ISO. Όρια ανοχής για σπές (τρύματα)

ISO- Σειρά	1 2	P7	N7	N9	M7	K7	J6	J7	H7	H8	H11	G7	F8	E9	D9	D10	C11	A11
από μέχρι	1	- 6	- 4	- 4	- 2	0	+ 2	+ 4	+10	+14	+ 60	+ 12	+ 20	+ 39	+ 45	+ 60	+120	+ 330
	3	- 16	- 14	- 29	-12	-10	- 4	- 6	0	0	0	+ 2	+ 6	+ 14	+ 20	+ 20	+ 60	+ 270
πάνω μέχρι	3	- 8	- 4	0	0	+ 3	+ 5	+ 6	+12	+18	+ 75	+ 16	+ 18	+ 50	+ 60	+ 78	+145	+ 345
	6	- 20	- 16	- 30	-12	- 9	- 3	- 6	0	0	0	+ 4	+ 10	+ 20	+ 30	+ 30	+ 70	+ 270
φ	6	- 9	- 4	0	0	+ 5	+ 5	+ 8	+15	+22	+ 90	+ 20	+ 35	+ 61	+ 76	+ 98	+170	+ 370
	10	- 24	- 19	- 36	-15	-10	- 4	- 7	0	0	0	+ 5	+ 13	+ 25	+ 40	+ 40	+ 80	+ 280
φ	10																	
	14	- 11	- 5	0	0	+ 6	+ 6	+10	+18	+27	+110	+ 24	+ 43	+ 75	+ 93	+120	+205	+ 400
φ	14	- 29	- 23	- 43	-18	-12	- 5	- 8	0	0	0	+ 6	+ 16	+ 32	+ 50	+ 50	+ 95	+ 290
	18																	
φ	18																	
	24	- 14	- 7	0	0	+ 6	+ 8	+12	+21	+33	+130	+ 28	+ 53	+ 92	+117	+149	+240	+ 430
φ	24	- 35	- 28	- 52	-21	-15	- 5	- 9	0	0	0	+ 7	+ 20	+ 40	+ 65	+ 65	+110	+ 300
	30																	
φ	30																+280	+ 470
	40	- 17	- 8	0	0	+ 7	+10	+14	+25	+39	+160	+ 34	+ 64	+112	+142	+180	+120	+ 310
φ	40	- 42	- 33	- 62	-25	-18	- 6	-11	0	0	0	+ 9	+ 25	+ 50	+ 80	+ 80	+290	+ 480
	50																+130	+ 320
φ	50																	
	65	- 21	- 9	0	0	+ 9	+13	+18	+30	+46	+190	+ 40	+ 76	+134	+174	+220	+330	+ 530
φ	65	- 51	- 39	- 74	-30	-21	- 6	-12	0	0	0	+ 10	+ 30	+ 60	+100	+100	+340	+ 550
	80																+150	+ 360
φ	80																	
	100	- 24	- 10	0	0	+10	+16	+22	+35	+54	+220	+ 47	+ 90	+159	+207	+260	+390	+ 600
φ	100	- 59	- 45	- 87	-35	-25	- 6	-13	0	0	0	+ 12	+ 36	+ 72	+120	+120	+170	+ 380
	120																+400	+ 630
φ	120																+180	+ 410

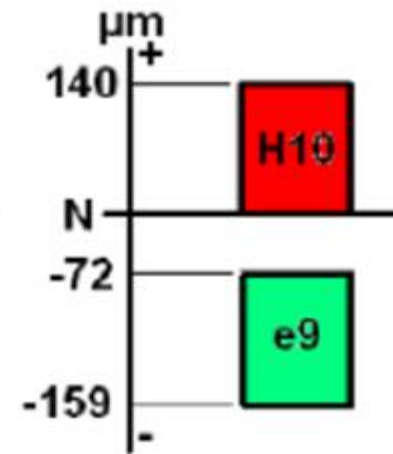
15 διαστάσεις σε mm

ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

Γραφική παράσταση συναρμογής τρύματος 90 H10 και άξονα 90 e9



$$90 \frac{H10}{e9} = \frac{90 \begin{matrix} +140 \\ 0 \end{matrix}}{90 \begin{matrix} -72 \\ -159 \end{matrix}}$$



Τα όρια των ανοχών του τρύματος και του άξονα σε αριθμητή και παρονομαστή υπολογίζονται από Πίνακες.

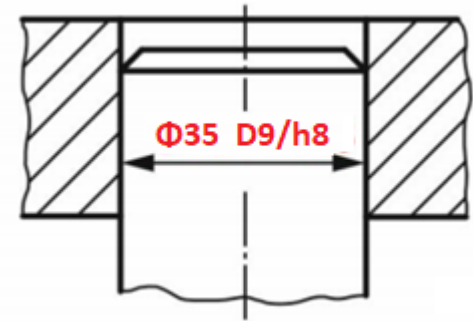
Πίνακας ISO. Όρια ανοχής για σπές (τρύματα)

Πίνακας ISO. Όρια ανοχής για άξονες

ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

Παράδειγμα υπολογισμού ανοχών συναρμογών

$$\Phi 35 \frac{D9}{h8} \quad \frac{35^{+142}_{+80}}{35^{\frac{0}{-39}}}$$



- Από Πίνακα ISO. Όρια ανοχής για άξονες.
Ανώτερο όριο ανοχής άξονα +0, κατώτερο όριο ανοχής άξονα -39
- Από Πίνακα ISO. Όρια ανοχής για τρύματα.
Ανώτερο όριο ανοχής τρύματος +142, κατώτερο όριο ανοχής τρύματος +80
- Ελάχιστη χάρη: $X_{\min} = L_{\min}(\text{τρύμα}) - L_{\max}(\text{άξονας}) = +80 - 0 = 80$
- Μέγιστη χάρη: $X_{\max} = L_{\max}(\text{τρύμα}) - L_{\min}(\text{άξονας}) = +142 - (-39) = 181$
- Συνεπώς πρόκειται για ελεύθερη συναρμογή.

ΑΣΚΗΣΗ

Δίνονται οι συναρμογές: $\Phi 45 H8/g6$, $\Phi 30 G7/k6$, $\Phi 50 H7/f7$. Να προσδιορίσετε τις οριακές διαστάσεις άξονα και τρύματος, τα όρια των ανοχών τους όπως και τη μέγιστη και ελάχιστη χάρη. Τί συναρμογή είναι;

ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

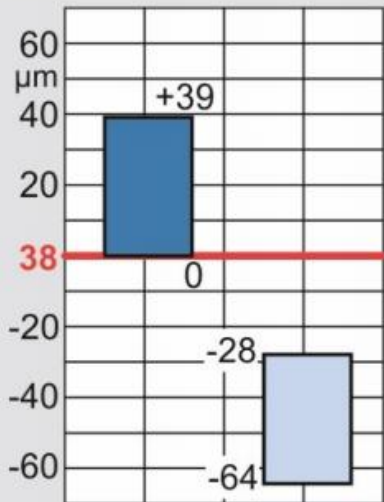
Παράδειγμα υπολογισμού ανοχών συναρμογών

Εάν $X_{max} > 0$ και $X_{min} > 0$ τότε έχω ελεύθερη συναρμογή

Εάν $X_{max} < 0$ και $X_{min} < 0$ τότε έχω σφικτή συναρμογή

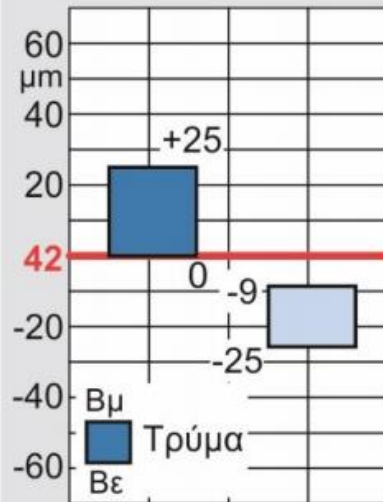
Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, έχω αμφίβολη συναρμογή

$$\Phi_{38} \frac{H8}{f9} = \frac{38^{+39}}{0} \\ \frac{38}{38} \frac{-28}{-64}$$



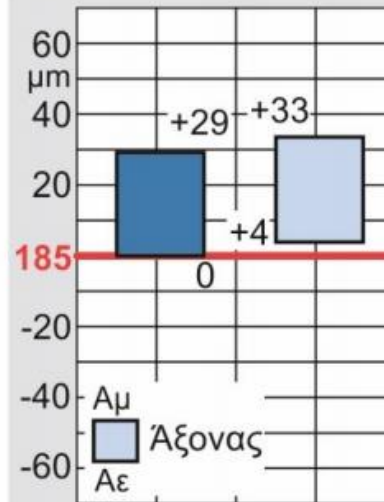
$X_e = (0 - (-28)) = 28$
εφόσον $X_e > 0$ η συναρμογή
είναι ελεύθερη

$$\Phi_{42} \frac{H7}{g6} = \frac{42^{+25}}{0} \\ \frac{42}{42} \frac{-9}{-25}$$



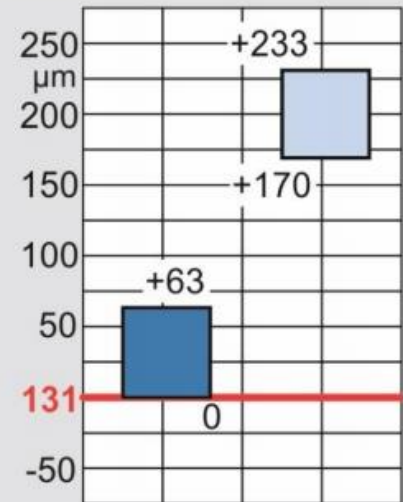
$X_e = (0 - (-9)) = 9$
εφόσον $X_e > 0$ η συναρμογή
είναι ελεύθερη

$$\Phi_{185} \frac{H6}{k6} = \frac{185^{+29}}{0} \\ \frac{185}{185} \frac{+33}{+4}$$



$X_m = (29 - 4) = 25$
 $X_e = (0 - 33) = -33$
άρα η συναρμογή είναι
αμφίβολης σύσφιξης

$$\Phi_{131} \frac{H8}{u8} = \frac{131^{+63}}{0} \\ \frac{131}{131} \frac{+233}{+170}$$



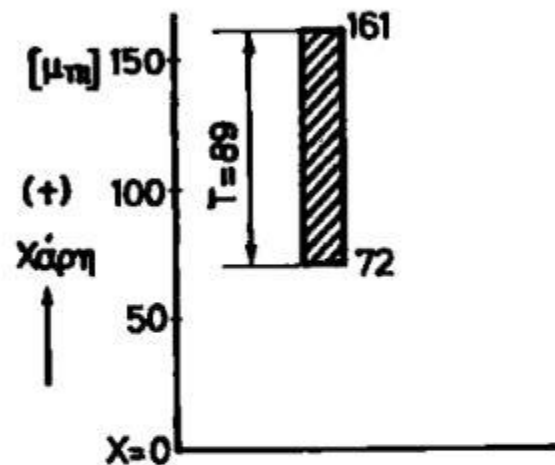
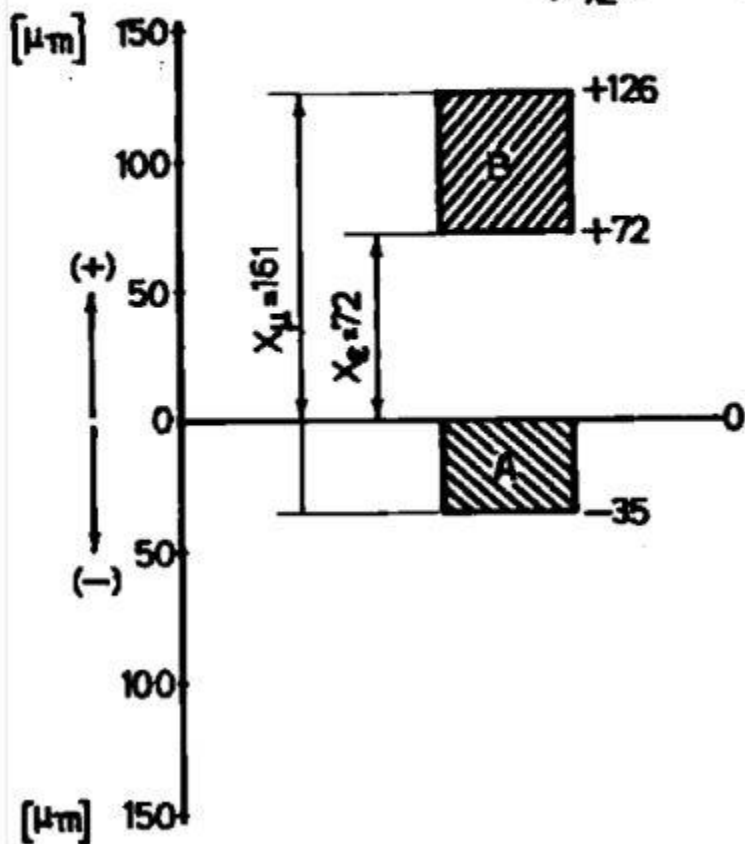
$X_m = 63 - 170 = -107$
εφόσον $X_m < 0$ η συναρμογή
είναι σφικτή

ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

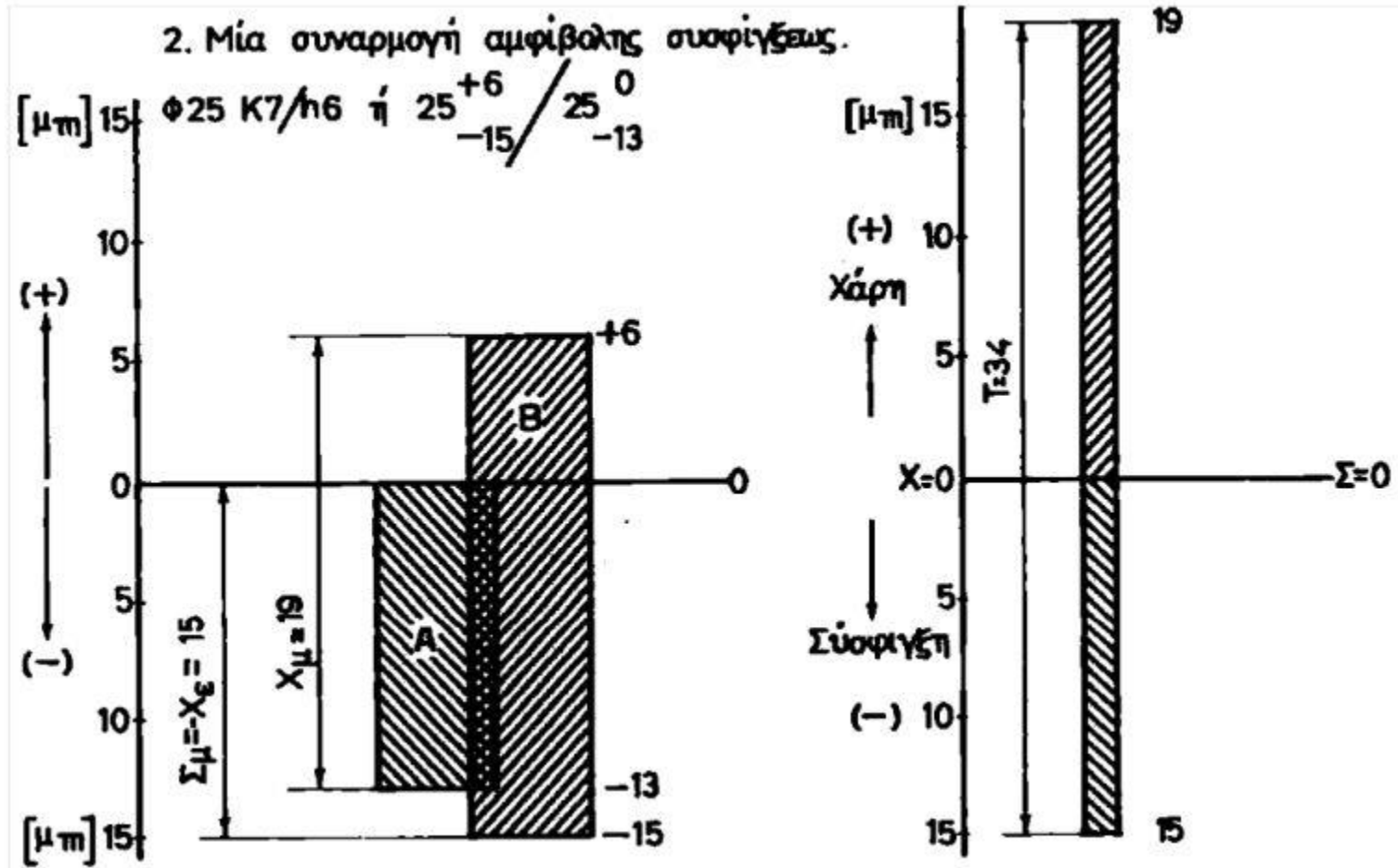
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

1. Μία ελεύθερη συναρμογή.

$$\Phi 100 \text{ E8/h7 } \eta \text{ } 100 \begin{matrix} +126 \\ +72 \end{matrix} / 100 \begin{matrix} 0 \\ -35 \end{matrix}$$

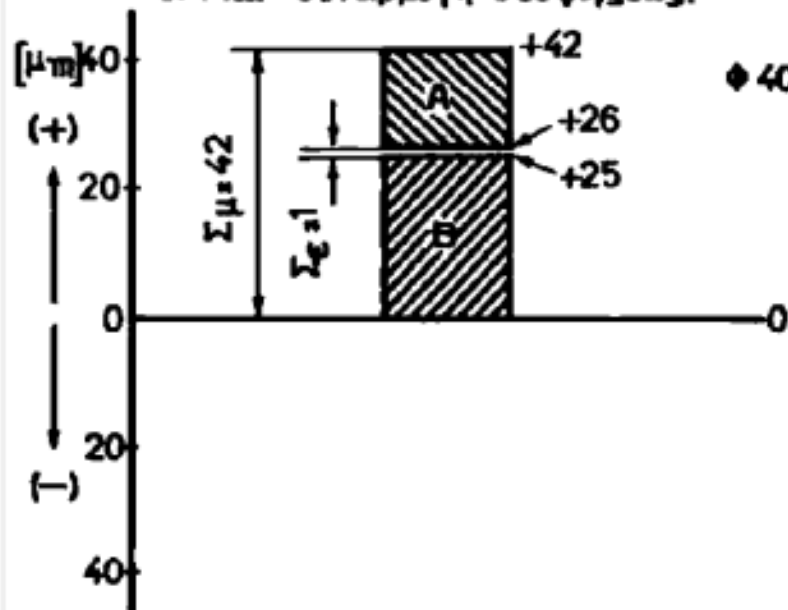


ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ



ΑΝΟΧΕΣ - ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

3. Μία συναρμογή συσφιξεως.



$\phi 40 \text{ H7/p6} \text{ } \eta \text{ } 40 \begin{matrix} +25 & +42 \\ 0 & / & 40 \\ & & +26 \end{matrix}$

