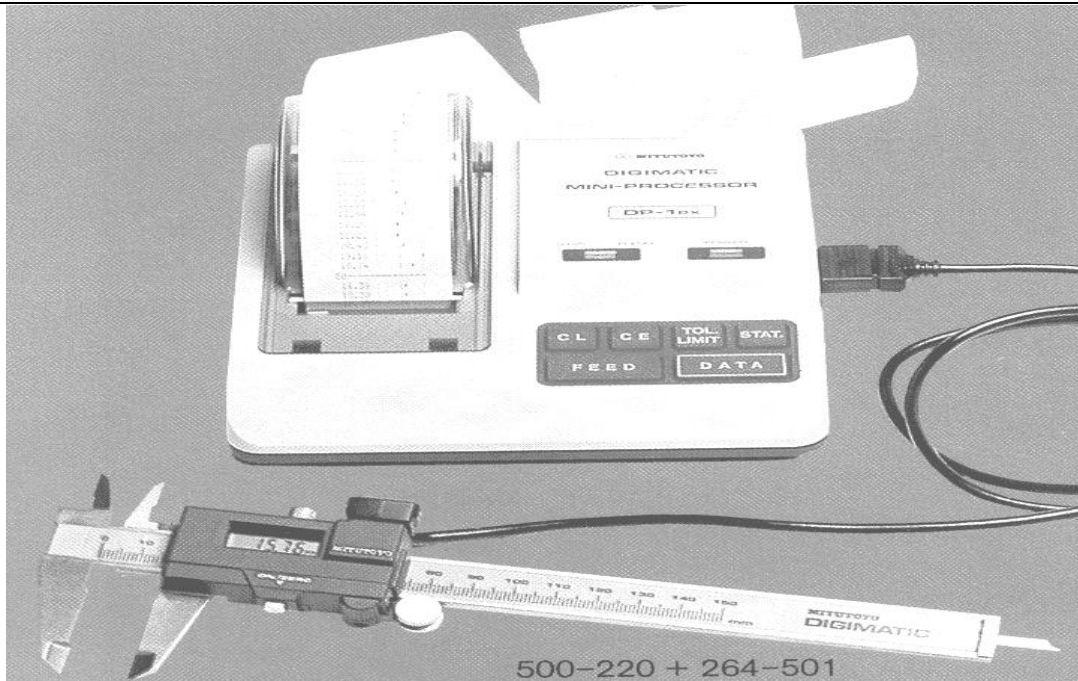
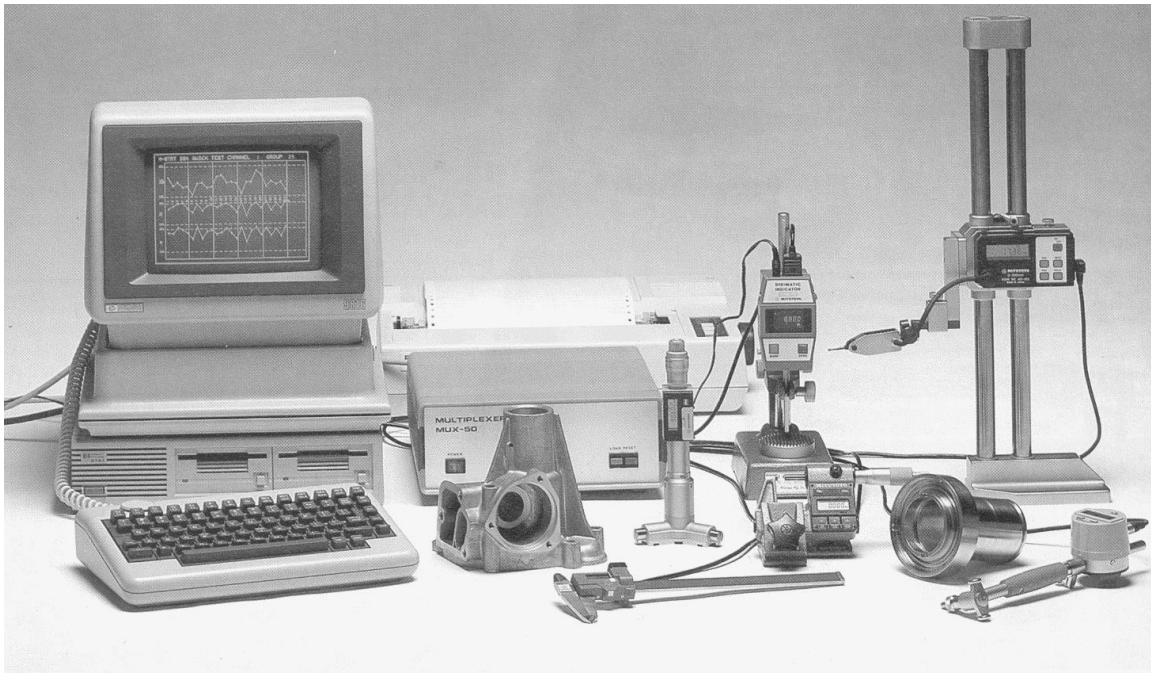
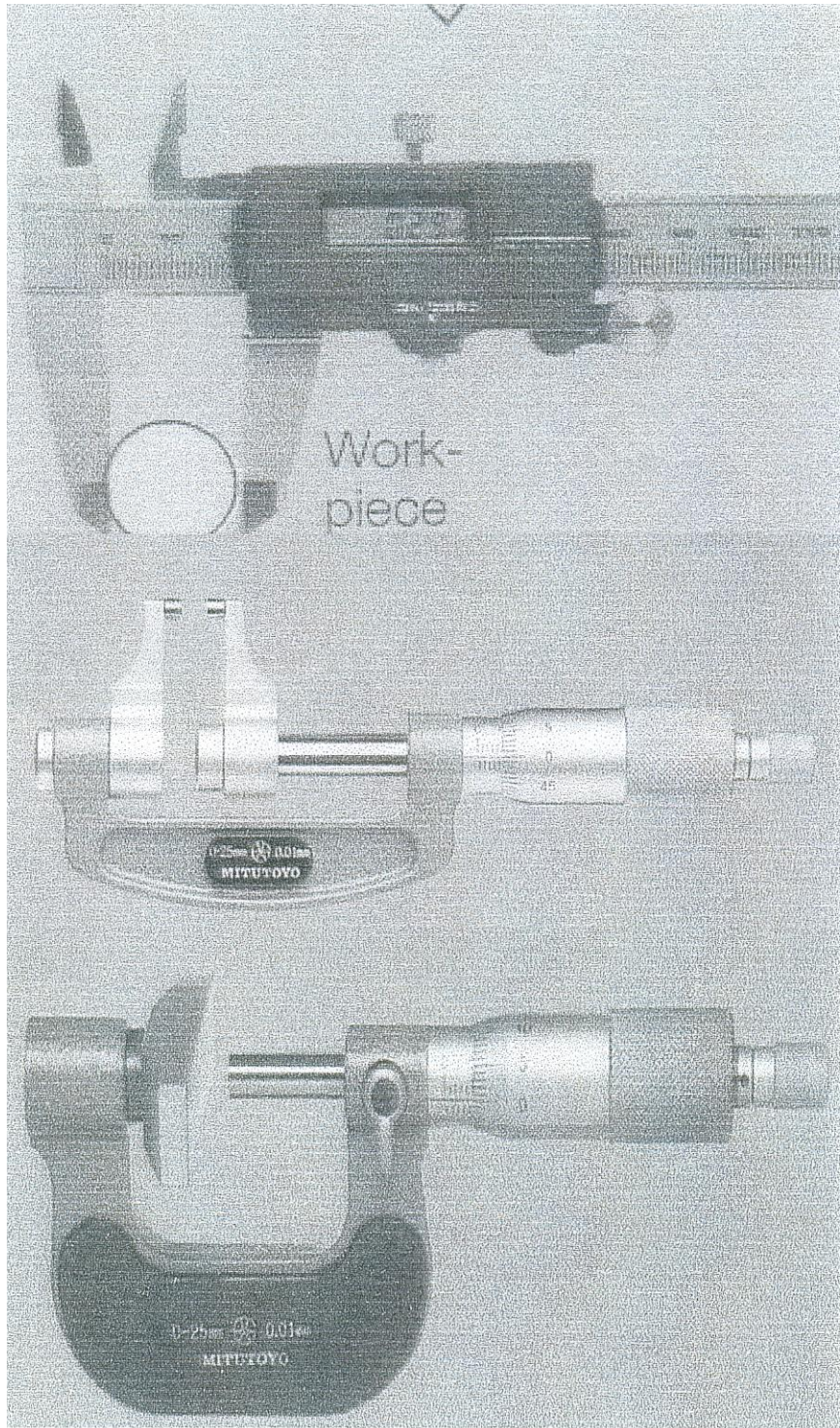


ΤΕΙ ΛΑΡΙΣΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**





## ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

### Εισαγωγή

Είναι αναμφισβήτητο ότι, η διεξαγωγή εργαστηριακών ασκήσεων είναι πολύ σημαντική, χρήσιμη αλλά και από εκπαιδευτικής πλευράς απαραίτητη σε πολλές φάσεις της σταδιοδρομίας ενός Μηχανολόγου. Αυτό έχει σαν επακόλουθο την ανάγκη εξάσκησης του μηχανικού με μεθόδους μέτρησης, που συνοδεύονται από τεχνικές ερμηνείες, και εξοικείωση με τα όργανα μέτρησης.

**Μέτρηση:** είναι η διαδικασία της σύγκρισης ενός μεγέθους με ένα άλλο που θεωρείται ως πρότυπο και λαμβάνεται ως μονάδα. Η μέτρηση μιας φυσικής ποσότητας πρέπει να δίνεται από, α) έναν αριθμό, β) της κατάλληλης μονάδες. Βέβαια, όταν πρόκειται για διανυσματικό μέγεθος η μέτρηση εκφράζει το μέτρο και τη φορά του μετρούμενου μεγέθους.

Το αποτέλεσμα της μέτρησης δεν είναι δυνατόν να συμπίπτει πάντοτε με την πραγματική τιμή του μεγέθους. Η διαφορά μεταξύ του αποτελέσματος και της πραγματικής τιμής του μετρούμενου μεγέθους λέγεται **σφάλμα της μέτρησης**. Η θεωρία σφαλμάτων παρέχει τη μεθοδολογία υπολογισμού του σφάλματος μιας μέτρησης, τόσο για άμεσα μετρούμενα μεγέθη, όσο και για μεγέθη που μετρούνται έμμεσα, από τα αποτελέσματα μετρήσεων άλλων μεγεθών.

### Πρότυπα μετρήσεων:

Τα πρότυπα των μετρήσεων έχουν καθοριστεί σε διάφορες διεθνείς συναντήσεις και συνέδρια, βέβαια συχνά, υφίσταται η ανάγκη επανακαθορισμού της για διάφορους λόγους, της η προσφορότερη είναι η αναπαραγωγή του πρότυπου, καθώς και η διαπίστωση ότι, το ήδη υφιστάμενο πρότυπο πάσχει, είτε ως φυσικό αντικείμενο είτε ως φυσική έννοια.

Εμείς θα αναφερθούμε στα πρότυπα μετρήσεων των βασικών μεγεθών που ενδιαφέρουν, κυρίως έναν Μηχανολόγο .

### Πρότυπο μήκους:

Ως πρότυπο του μήκους είχε αρχικά ορισθεί το 1/40.000.000 του μήκους του Ισημερινού της Γης. Το 1960 το 11<sup>ο</sup> Γενικό συνέδριο Μέτρων και σταθμών θέσπισε το

πρότυπο μήκους ως: 1 μέτρο = 1.650.763.73 μήκη κύματος στο κενό της πορτοκαλικόκινης ακτινοβολίας του ισοτόπου Kr-86

### Πρότυπο μάζας:

Ως πρότυπο μάζας έχει καθορισθεί το **Διεθνές πρότυπο χιλιόγραμμα**. Το πρότυπο αυτό έχει κατασκευασθεί από ιριδιούχο λευκόχρυσο και φυλάσσεται στο διεθνές γραφείο μέτρων και σταθμών στις Σέβρες, Γαλλία.

### Πρότυπο χρόνου:

Μέχρι το έτος 1956 ως πρότυπο χρόνου ορίζετο το 1 δευτερόλεπτο (1s)=1/86.400 της μέσης ηλιακής ημέρας.

Το πιο πάνω πρότυπο πάσχει λόγω του ότι υπάρχει μια προοδευτική ελάττωση της περιστροφικής ταχύτητας της Γης ( περίπου 0.001s/αιώνα). Το 1956 καθορίστηκε ως πρότυπο χρόνου: 1 δευτερόλεπτο = 1/31.556.925,9747 του χρονικού διαστήματος για μια πλήρη περιστροφή της Γης γύρω από τον ήλιο κατά το έτος 1900. στις 13<sup>ο</sup> Οκτωβρίου 1967 το 13<sup>ο</sup> Γενικό συνέδριο μέτρων και σταθμών καθόρισε το πρότυπο χρόνου:

**1 δευτερόλεπτο = 9192631770 περίοδοι** της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στη μετάπτωση μεταξύ των δύο υπερλεπτών σταθμών της θεμελιώδους κατάστασης του Cs-133.

### Πρότυπο θερμοκρασίας:

Το ισχύον σήμερα πρότυπο θεσπίστηκε το 1968 από το 13<sup>ο</sup> Γενικό Συνέδριο Μέτρων και Σταθμών και φέρει την ονομασία "Διεθνής πρακτική θερμοκρασιακή κλίμακα του έτους 1968".

**1 K = 1/273,16 της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του ύδατος.**

### Μονάδες μετρήσεων μηκών :

Για τις μετρήσεις διαστάσεων ( μήκους, πλάτους, ή ύψος),τόσο στην τέχνη του μηχανουργού και του εφαρμοστού, όσο και στην τεχνική γενικότερα έχουν καθιερωθεί δύο συστήματα μονάδων μέτρησης το **μετρικό** και το **αγγλοσαξονικό**.

1° Το **μετρικό** σύστημα το οποίο λέγεται και δεκαδικό ή γαλλικό το οποίο βασίζεται στο μέτρο και στις υποδιαιρέσεις του.

Στον πίνακα πιο κάτω δίνονται οι υποδιαιρέσεις του μέτρου.

Το μέτρο και οι υποδιαιρέσεις του.

Μέτρα (m)	Δεκατό- μετρα ή παλάμαι (dm)	Έκατο- στόμε- τρα ή πόντοι (cm)	Χιλιο- στόμε- τρα ή χιλιοστά (mm)	Δεκάκις χιλιοστά του μέ- τρου ή δέκατα του χι- λιοστο- μέτρου	Έκατοντά- κις χιλι- στά του μέτρου ή έκστοστά του χιλι- στομέτρου	Έκατομμυριο- στά του μέ- τρου ή χιλι- στά του χι- λιοστομέτρου ή μικρά (μ)
1	10	100	1 000	10 000	100 000	1 000 000
—	1	10	100	1 000	10 000	100 000
—	—	1	10	100	1 000	10 000
—	—	—	1	10	100	1 000
—	—	—	—	1	10	100
—	—	—	—	—	1	10
—	—	—	—	—	—	1

Η βάρδα και οι υποδιαιρέσεις της.

Ύαρδα (yard)	Πούς (foot)	Ίντσα (in)	Κλασματικές διαιρέσεις της Ίντσας					
			1/2"	1/4"	1/8"	1/16"	1/32"	1/64"
1	3	36	72	144	288	576	1152	2304
—	1	12	24	48	96	192	384	768
—	—	1	2	4	8	16	32	64
—	—	—	1	2	4	8	16	32
—	—	—	—	1	2	4	8	16
—	—	—	—	—	1	2	4	8
—	—	—	—	—	—	1	2	4
—	—	—	—	—	—	—	1	2
—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—

2° Το **αγγλοσαξονικό** σύστημα που βασίζεται στην βάρδα και στις υποδιαιρέσεις της.

- Κάθε νάρδα ισούται με **0,914400** του μέτρου και διαιρείται σε τρία πόδια .
- Κάθε πόδι ισούται με **0,3048** του μέτρου και διαιρείται σε δώδεκα ίντσες.
- Κάθε ίντσα ισούται με **25,4mm**.
- Ως συμβολισμός της ίντσας χρησιμοποιείται το (in) ή (") π.χ. μπορούν να γραφούν 10 in ή 10".

Εκτός από τις ακέραιες υποδιαιρέσεις τις ίντσες έχουμε τις κλασματικές υποδιαιρέσεις, και τις δεκαδικές υποδιαιρέσεις .

Οι κλασματικές υποδιαιρέσεις της ίντσας είναι το 1/64", 1/32", 1/16", 1/8", 1/4", 1/2" . Οι κλασματικοί αριθμοί προσδιορίζουν διάσταση μικρότερη της ίντσα.

Δεκαδικές υποδιαιρέσεις τις ίντσας χρησιμοποιούνται όταν η διάσταση η οποία μετράμε είναι μικρότερη του 1/64" ή όταν η διάσταση δε μπορεί να εκφρασθεί ως ακέραιο πολλαπλάσιο των τυποποιημένων κλασμάτων της ίντσας.

Μετατροπή κλασμάτων ίντσας σε δεκαδικούς ίντσας και χιλιοστόμετρα.

1		2		3		1		2		3	
Ίντσες		Χιλιοστόμετρα		Ίντσες		Χιλιοστόμετρα		Ίντσες		Χιλιοστόμετρα	
Κλάσμα	Δεκαδικός	Κλάσμα	Δεκαδικός	Κλάσμα	Δεκαδικός	Κλάσμα	Δεκαδικός	Κλάσμα	Δεκαδικός	Κλάσμα	Δεκαδικός
1/64	0,016	0,397	33/64	0,516	13,097						
1/32	0,031	0,794	17/32	0,531	13,493						
3/64	0,047	1,191	35/64	0,547	13,890						
1/16	0,062	1,187	9/16	0,562	14,287						
5/64	0,078	1,1984	37/64	0,578	14,684						
3/32	0,094	2,381	19/32	0,594	15,081						
7/64	0,109	2,778	39/64	0,609	15,478						
1/8	0,125	3,175	5/8	0,625	15,875						
9/64	0,141	3,572	41/64	0,641	16,272						
5/32	0,156	3,969	21/32	0,656	16,668						
11/64	0,172	4,365	43/64	0,672	17,065						
3/16	0,188	4,762	11/16	0,688	17,462						
13/64	0,203	5,159	45/64	0,703	17,859						
7/32	0,219	5,556	23/32	0,719	18,256						
15/64	0,234	5,953	47/64	0,734	18,653						
1/4	0,250	6,350	3/4	0,750	19,050						
17/64	0,266	6,747	49/64	0,766	19,447						
9/32	0,281	7,144	25/32	0,781	19,843						
19/64	0,297	7,540	51/64	0,797	20,240						
5/16	0,312	7,937	13/16	0,812	20,637						
21/64	0,328	8,334	53/64	0,828	21,034						
11/32	0,344	8,731	27/32	0,844	21,431						
23/64	0,359	9,128	55/64	0,859	21,828						
3/8	0,375	9,525	7/8	0,875	22,225						
25/64	0,391	9,921	57/64	0,891	22,622						
13/32	0,406	10,319	29/32	0,906	23,019						
27/64	0,422	10,715	59/64	0,922	23,415						
7/16	0,438	11,112	15/16	0,938	23,812						
1/2	0,500	12,700	64/64	1,000	25,400						

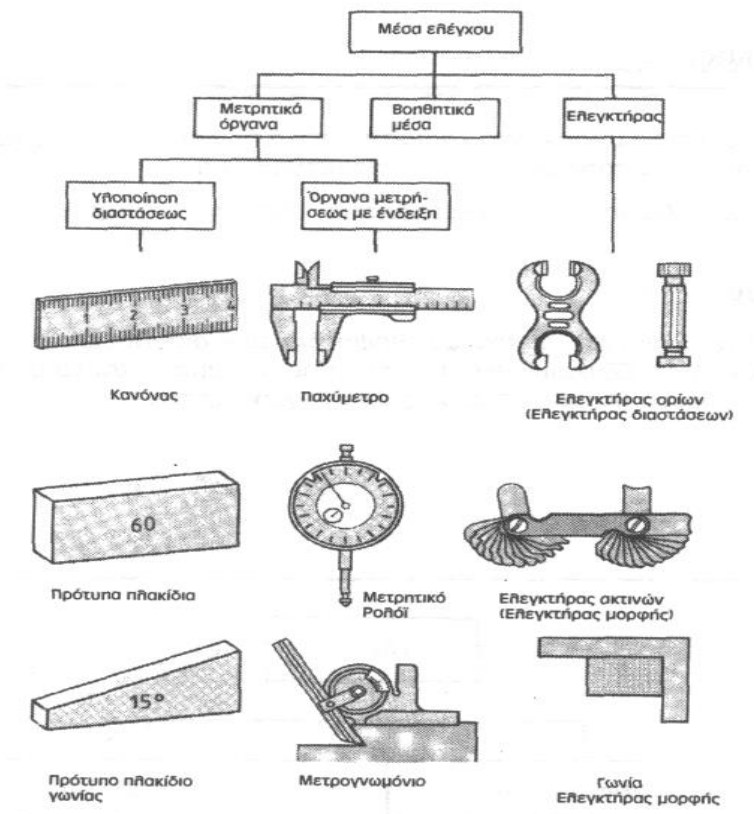
## ΜΕΣΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΗΚΩΝ

## Μέσα ελέγχου:

Τα μέσα ελέγχου υποδιαιρούνται σε 3 ομάδες : Μετρικά όργανα, ελεγκτήρες. Και βοηθητικά μέσα .

Όλα τα μετρικά όργανα και οι ελεγκτήρες βασίζονται στην υλοποίηση της διαστάσεως. Υλοποιούν το μετρούμενο μέγεθος, π.χ. με την απόσταση των χαραγών, με την απόσταση επιφανειών (πρότυπα πλακίδια , ελεγκτήρες) ή με την κεκλιμένη θέση των επιφανειών (πρότυπα πλακίδια γωνίας).

- Τα **όργανα μετρήσεων** με ένδειξη έχουν κινητά σημεία (δείκτες, χαραγές βερνιέρου) κινητές κλίμακες ή απαριθμητές. Η μετρούμενη τιμή διαβάζεται κατευθείαν.
- Οι **ελεγκτήρες** υλοποιούν τη διάσταση ή τη διάσταση και τη μορφή του εξεταζόμενου αντικείμενου.
- **Βοηθητικά μέσα** είναι τα πρίσματα και οι συσκευές στηρίξεως των μετρικών οργάνων.



## Μέσα ελέγχου ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΗΚΩΝ

Η μέτρηση μιας διάστασης μπορεί να γίνει με δύο τρόπους :

### 1) Με απευθείας μέτρηση :

Στην περίπτωση αυτή , χρησιμοποιείται ένα όργανο μέτρησης , όπως το μέτρο (μετροταινία) , μεταλλικός κανόνας , παχύμετρο , μικρόμετρο , όπου η τιμή της διάστασης δίνεται απευθείας από την ένδειξη του οργάνου.

## **2) Με σύγκριση (έμμεση μέτρηση)**

Στην περίπτωση αυτή , γίνεται σύγκριση μιας διάστασης με κάποια άλλη , για να διαπιστωθεί αν είναι ίση , μικρότερη ή μεγαλύτερη .

Τα όργανα αυτά ονομάζονται συγκριτές μηκών και έχουν διάφορες μορφές . Τα πιο απλά και πολύ γνωστά σε όλους είναι ο διαβήτης και τα κομπάσα .

Δε δίνουν απευθείας την τιμή της μετρούμενης διάστασης , αλλά απαιτείται κάποιο από τα προαναφερόμενα όργανα μέτρησης , με το οποίο μετράται η διάσταση του συγκριτή . Είναι απαραίτητα γιατί σε ορισμένες περιπτώσεις ένα όργανο απευθείας ένδειξης δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί , επειδή η διάσταση που πρόκειται να μετρηθεί είναι μικρή ή βρίσκεται σε κάποια θέση δύσκολη .

Η επιλογή του οργάνου που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από το μέγεθος και τη θέση της διάστασης .

### **Ακρίβεια μέτρησης :**

Το μεγαλύτερο σφάλμα που μπορεί να κάνει ένα όργανο στη μέτρηση μιας διάστασης , ονομάζεται ακρίβεια μέτρησης του οργάνου .

Αν για παράδειγμα έχουμε δύο μικρόμετρα :

**α)** ακρίβειας 0,01mm

**β)** ακρίβειας 0,001mm

- Το πρώτο μικρόμετρο δεν έχει τη δυνατότητα να ελέγξει διάσταση μικρότερη των 0,01mm , γιατί δε διαθέτει ανάλογη κλίμακα . Το μικρόμετρο αυτό κατά συνέπεια λέμε ότι είναι ακρίβειας 0,01mm .
- Το δεύτερο μικρόμετρο ελέγχει διάσταση μεγαλύτερη ή ίση του 0,001 mm και η ακρίβειά του όπως φαίνεται είναι δεκαπλάσια του πρώτου . (ακρίβεια μέτρησης 0,001mm)

Για τη μέτρηση μιας διάστασης χρησιμοποιούμε το κατάλληλο όργανο με την ανάλογη ακρίβεια.

### **Μονάδες μήκους :**

Στο διεθνές σύστημα (S.I.) ως μονάδα μέτρησης του μήκους χρησιμοποιείται το 1m .



Στο αγγλικό σύστημα χρησιμοποιείται η γιάρδα (yard) . Άλλες μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται στις μηχανολογικές εργασίες και στις επιστημονικές έρευνες είναι οι πολλαπλάσιες και υποπολλαπλάσιες του μέτρου και αναφέρονται στη συνέχεια :

Το χιλιόμετρο	1km =	10 <sup>3</sup> m	} συνηθέστερες
Το δεκατόμετρο	1dm =	10 <sup>-1</sup> m	
Το εκατοστόμετρο	1cm =	10 <sup>-2</sup> m	
Το χιλιοστόμετρο	1mm =	10 <sup>-3</sup> m	
Το μικρό	1μm =	10 <sup>-6</sup> m	
Το νανόμετρο	1nm =	10 <sup>-9</sup> m	
Το άγκστρομ	1Å =	10 <sup>-10</sup> m	
Το χι	1x =	10 <sup>-13</sup> m	

## ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΗΚΩΝ

Στις μηχανολογικές εργασίες τα όργανα που χρησιμοποιούνται για μετρήσεις είναι κυρίως το παχύμετρο και το μικρόμετρο καθώς και το μέτρο με τον μεταλλικό κανόνα .

### Παχύμετρο:

Το **παχύμετρο** είναι το πιο σπουδαίο μετρητικό όργανο στον τομέα των κατεργασιών μετάλλου αυτό οφείλεται στις πολλές δυνατότητες χρήσεως. στην απλή του κατασκευή και την ευκολία των χειρισμών του. είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για ταχεία μέτρηση, γιατί μπορεί να μετρήσει εσωτερικές και εξωτερικές διαστάσεις, και το βάθος ενός κοιλώματος.

### Περιγραφή παχυμέτρου:

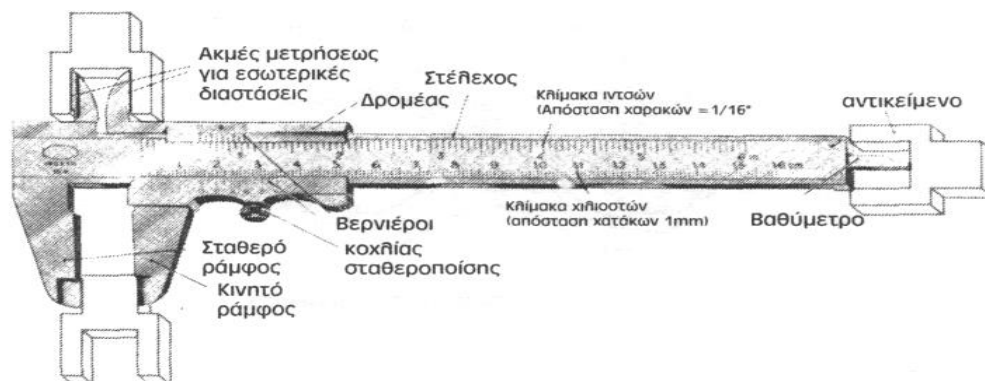
Το **παχύμετρο** αποτελείται από δύο κύρια μέρη .

**Το σταθερό** είναι ένας ευθύγραμμος βαθμολογημένος κανόνας σε (mm) ή (inches) . Το ένα του άκρο καταλήγει σε δύο αντιδιαμετρικά ράμφη .

**Το κινητό** μέρος ή **Βερνιέρος** , το οποίο επίσης καταλήγει σε δύο αντιδιαμετρικά ράμφη και φέρει βαθμονομημένη κλίμακα ανάλογη για κάθε σύστημα και ακρίβεια μέτρησης .

Στο κινητό μέρος επίσης , προσαρμόζεται ένα στέλεχος το οποίο χρησιμεύει για τη μέτρηση του βάθους , καθώς και μια ασφάλεια απλή για να ακινητοποιεί το κινητό μέρος στις επιθυμητές θέσεις .

Το παχύμετρο έχει τη δυνατότητα να μετρά διαστάσεις εξωτερικές ,εσωτερικές, και βάθη , με σχετικά ικανοποιητική ακρίβεια .



Απλό παχύμετρο.

**Η ακρίβεια μέτρησης των απλών παχυμέτρων είναι :**

0,1mm , 0,05mm , 0,02mm και 0,01mm , ενώ στα παχύμετρα με αγγλικές μονάδες , 1/128'' και 1/1000'' . Τα παχύμετρα εκτός του διαφορετικού βαθμού ακρίβειας και των διαφορετικών μονάδων βαθμονόμησης , διαφέρουν και στο μέγεθος , ως και στο σχήμα (πρόκειται για παχύμετρα ιδιόμορφα που εξυπηρετούν σε ειδικές περιπτώσεις ) .

**Λειτουργία παχυμέτρου :**

Η αρχή λειτουργίας του απλού παχυμέτρου βασίζεται στη συνεργασία δύο βαθμονομημένων κλιμάκων . Της σταθερής (κανόνας χιλιοστών) και της κινητής που φέρει το όνομα του εφευρέτη (**Βερνιέρος**) .

Η σχηματική παράσταση που ακολουθεί βοηθά στην κατανόηση της λειτουργίας .

- Η (Α) κλίμακα (κανόνας) , φέρει υποδιαιρέσεις χιλιοστών .
- Η (Β) κλίμακα (κινητή-Βερνιέρος) , φέρει υποδιαιρέσεις οι οποίες είναι ίσες με :  $9\text{mm} : 10 = 0,9\text{mm}$  .

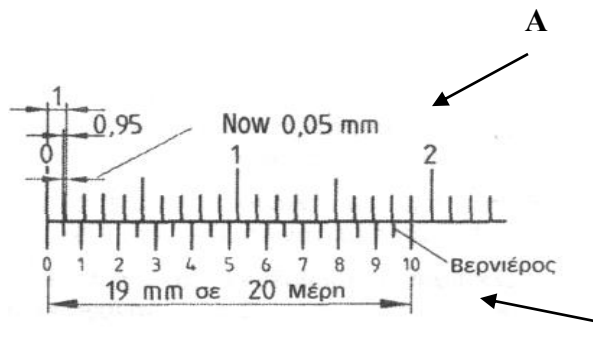
Δηλαδή τα 9mm της σταθερής κλίμακας , τα διαιρεί σε 10 ίσα μέρη , το δε πλάτος των νέων υποδιαιρέσεων να αντιστοιχούν με 0,9mm . Κάθε υποδιαίρεση επομένως του Βερνιέρου είναι μικρότερη από το χιλιοστό κατά :

$$1\text{mm} - 0,9\text{mm} = 0,1\text{mm} (1/10\text{mm})$$

Στα παχύμετρα μεγαλύτερης ακριβείας διαιρούνται τα :

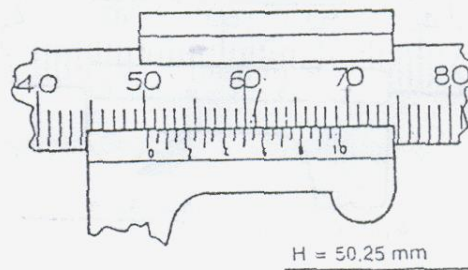
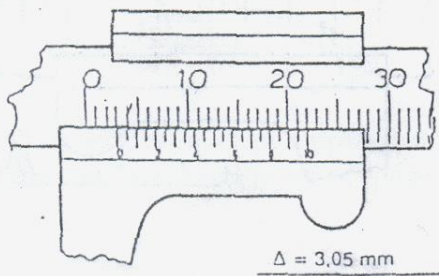
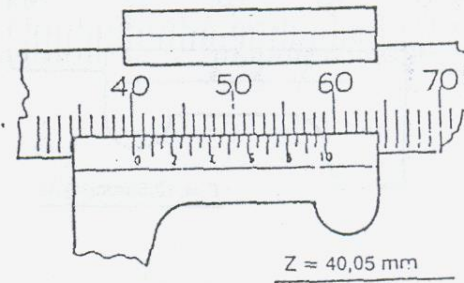
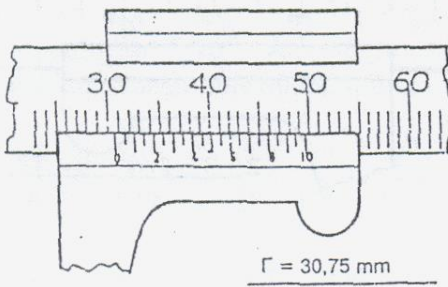
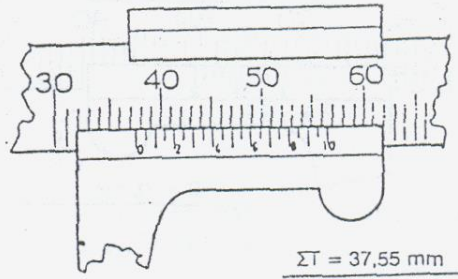
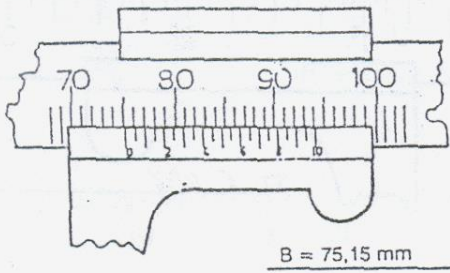
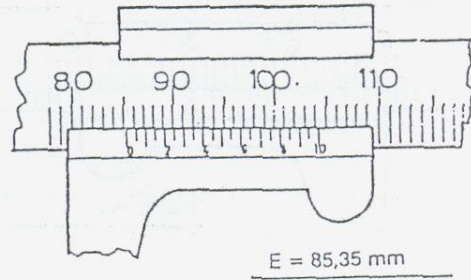
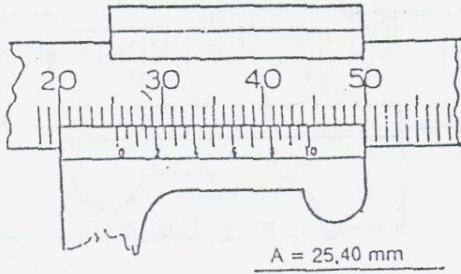
$$19\text{mm} \text{ σε } 20 \text{ ίσα μέρη και : } 1\text{mm} - 0,95\text{mm} = 0,05\text{mm} (1/20\text{mm})$$

$$49\text{mm} \text{ σε } 50 \text{ ίσα μέρη και : } 1\text{mm} - 0,98\text{mm} = 0,02\text{mm} (1/50\text{mm}) .$$

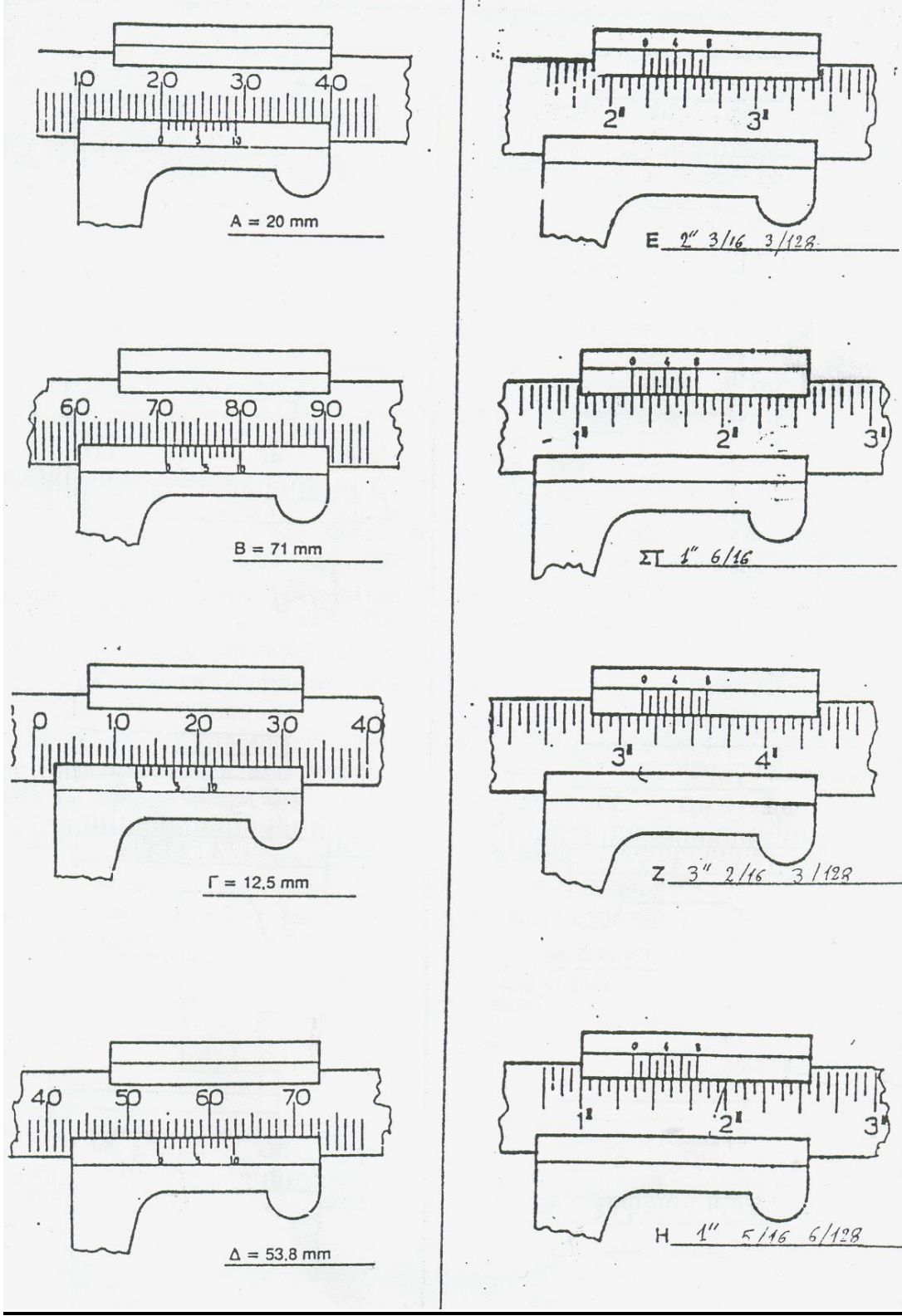


Ανάγνωση της ένδειξης με βερνιέρο μετρικού συστήματος 1/20mm

**ΑΣΚΗΣΗ :**  
**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

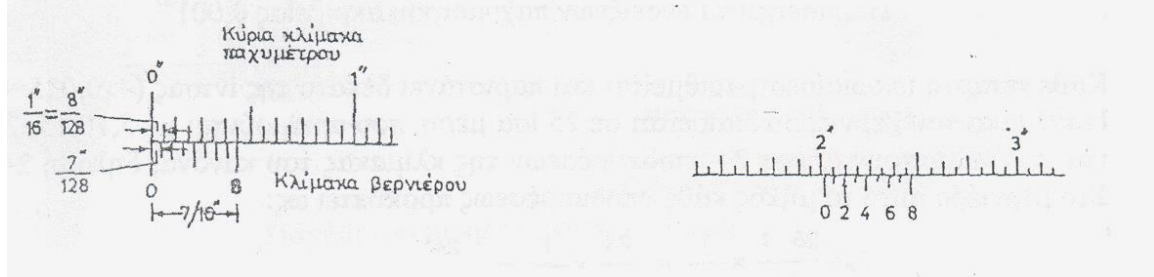


**ΑΣΚΗΣΗ:**  
**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ ΜΕΤΡΙΚΟ- ΑΓΓΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**



**Η αξιολόγηση του Βερνιέρου γίνεται ως εξής :**

Πιέζουμε με τον αντίχειρα την ασφάλεια και μετακινούμε την κινητή κλίμακα . Όταν η πρώτη υποδιαίρεση της σταθερής κλίμακας , η διάσταση είναι 0,05mm (1/20mm). Αν συνεχίσουμε και φέρουμε τη δεύτερη ή τρίτη κ.λ.π. υποδιαίρεση να συμπέσει με τη δεύτερη ή τρίτη της σταθερής κλίμακας , τότε η διάσταση θα είναι αντίστοιχα 0,10mm (2/20) και 0,15mm (3/20) του χιλιοστού . Αν το μηδέν της κινητής κλίμακας περάσει το πρώτο , δεύτερο κ.λ.π. χιλιοστό , τότε κοιτάζουμε ποια γραμμή της κινητής κλίμακας συμπίπτει (ποιο εικοστό) και αθροίζουμε τις δύο τιμές π.χ. 3mm και 6/20mm = 3.3mm .



βερνιέρος αγγλοσαξονικού συστήματος με ακρίβεια 1/128''.

ένδειξη σε παχύμετρο με ακρίβεια 1/128'' η ένδειξη είναι 2'' 2/128''.

Τα κοινά παχύμετρα με αγγλικές μονάδες έχουν ακρίβεια 1/128'' και 1/1000''. Στα παχύμετρα του 1/128'', η σταθερή κλίμακα (κανόνας) φέρει υποδιαίρεσεις του 1/16'' .

Ο Βερνιέρος φέρει 8 υποδιαίρεσεις που αντιστοιχούν σε μήκος 7/16'' . Δηλαδή τα 7/16'' διαιρούνται σε 8 ίσα τμήματα οπότε η διαφορά μεταξύ των υποδιαίρεσεων των δύο κλιμάκων είναι :

$$\frac{7''}{16} : 8 = \frac{7''}{128} \text{ και } \frac{8''}{128} - \frac{7''}{128} = \frac{1''}{128} \quad (\text{ακρίβεια παχυμέτρου})$$

Όπως φαίνεται , η διαφορά μεταξύ υποδιαίρεσεων σταθερής και κινητής κλίμακας είναι 1/128'' και κάθε μετακίνηση αυξάνει τη διάσταση κατά 1/128'' .

Αν το μηδέν της κινητής κλίμακας περάσει τις υποδιαίρεσεις του 1/16'' , 2/16'' κ.λ.π. τότε αθροίζουμε τις τιμές ως εξής :

$$\frac{5''}{16} + \frac{6''}{128} = \frac{5'' \cdot 8}{16 \cdot 8} + \frac{6''}{128} = \frac{46''}{128} \quad \boxed{\frac{1''}{16} = \frac{8''}{128}}$$

Αν η διάσταση είναι μεγαλύτερη , έχει περάσει δηλαδή η μηδενική γραμμή και υποδιαίρεσεις ιντσών , τότε γράφεται ως εξής :

$$1 \frac{46''}{128}$$

Για **μεγαλύτερη ακρίβεια** μετρήσεων έχουμε παχύμετρα με ακρίβεια 0,001". Στην περίπτωση αυτή ο κανόνας του παχυμέτρου υποδιαιρείται σε 1/40" ή σε 0,025", πράγμα που σημαίνει ότι σε μήκος μιας ίντσας θα περιλαμβάνονται 40 τέτοιες υποδιαιρέσεις.



Παραδείγματα ενδείξεων παχυμέτρου ακριβείας 0,001".

Κάθε τέταρτη υποδιαίρεση αριθμείται και παριστάνει δέκατο της ίντσας ( $4 \times 0,025 = 0,1''$ ). Η κλίμακα του βερνιέρου διαιρείται σε 25 ίσα μέρη, που αριθμούνται με 5, 10, 15, 20, 25, και που καλύπτουν μήκος 24 υποδιαιρέσεων της κλίμακας του κανόνα, δηλαδή  $24/40''$ . Στο βερνιέρο αυτό το μήκος κάθε υποδιαιρέσεως προκύπτει ως:

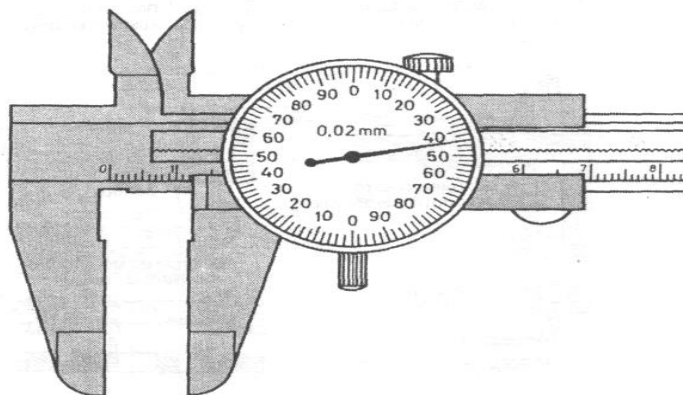
$$\delta_B = \frac{25-1}{25} \times \frac{1}{40} = \frac{24}{25} \times \frac{1}{40} = \frac{24''}{1000}$$

και η ακρίβεια του παχυμέτρου θα είναι:

$$a = \frac{1}{25} \times \frac{1}{40} = \frac{1''}{1000}$$

### Παχύμετρα με μετρητικό ωρολόγιο:

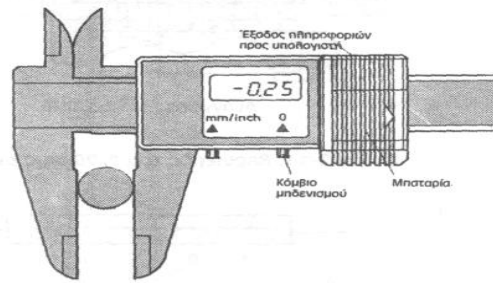
Τα **παχύμετρα με μετρητικό ωρολόγιο** κάνουν δυνατή μία ταχεία και ασφαλή ανάγνωση της μετρούμενης τιμής. Τα ακέραια χιλιοστά διαβάζονται στην κλίμακα του κανόνα και το δεκαδικό μέρος στην κυκλική κλίμακα του ρολογιού με υποδιαιρέσεις: 0,1mm, 0,05mm, 0,02mm.



Παχύμετρο με μετρητικό ωρολόγιο.

## Παχύμετρα με ηλεκτρονική ένδειξη των ψηφίων:

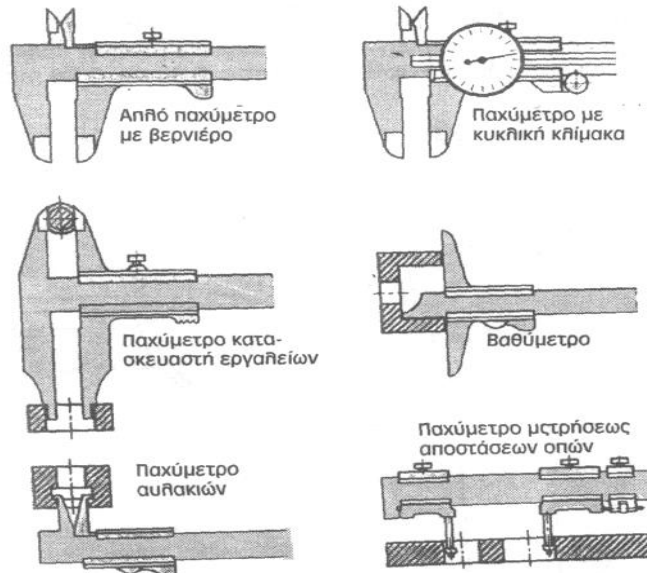
Τα ηλεκτρονικά παχύμετρα έχουν την δυνατότητα να δείχνουν τα χιλιοστά, τα δέκατα και τα εκατοστά του mm με φωτεινούς αριθμούς έτσι, απαλείφονται τα σφάλματα αναγνώσεως. Η ένδειξη μπορεί κατ' επιλογή να είναι σε mm ή ίντσες. με την πίεση ενός κομβίου μπορούμε σε κάθε θέση να έχουμε την ένδειξη μηδέν. έτσι, σε μετρήσεις ανοχών, αφού ρυθμιστεί το παχύμετρο με πρότυπα πλακίδια και μηδενιστεί, μπορούμε να έχουμε τις αποκλίσεις και με το πρόστιμό τους.



Παχύμετρο με ηλεκτρονική ένδειξη

Επίσης, με το μηδενισμό, μπορούμε να μετρήσουμε διαφορές και να γίνουν μετρήσεις από κάποια άλλη αφετηρία, η οποία δεν είναι η μηδενική θέση του οργάνου με τα σκέλη κλειστά. έτσι, αποφεύγονται οι υπολογισμοί στον έλεγχο αλυσιδωτών διαστάσεων. ακόμη με την πίεση ενός κουμπιού μπορούν να απομνημονευθούν οι τιμές των μετρήσεων. Η ένδειξη παραμένει ακόμη και αν κινηθούν τα σκέλη. Σε δυσπρόσιτες περιοχές μπορεί έτσι, το παχύμετρο να ανοιχθεί και κατόπιν να διασπαστεί, διότι η τιμή έχει απομνημονευθεί.

**Τα ειδικά παχύμετρα** έχουν προσαρμοστεί σύμφωνα με την ειδική μέτρηση για την οποία προορίζονται.



Είδη ειδικών παχυμερών.

## Οδηγίες χρήσεως :

**1:** Βεβαιωθείτε ότι η θερμοκρασία των εξαρτημάτων και του παχυμέτρου είναι κανονική . Οι μετρήσεις κανονικά γίνονται στους  $20^{\circ}\text{C}$  , για να αποφεύγονται πλασματικές τιμές των διαστάσεων .

**2:** Βεβαιωθείτε ότι με το κλείσιμο των σκελών , οι μηδενικές γραμμές των κλιμάκων συμπίπτουν ακριβώς .

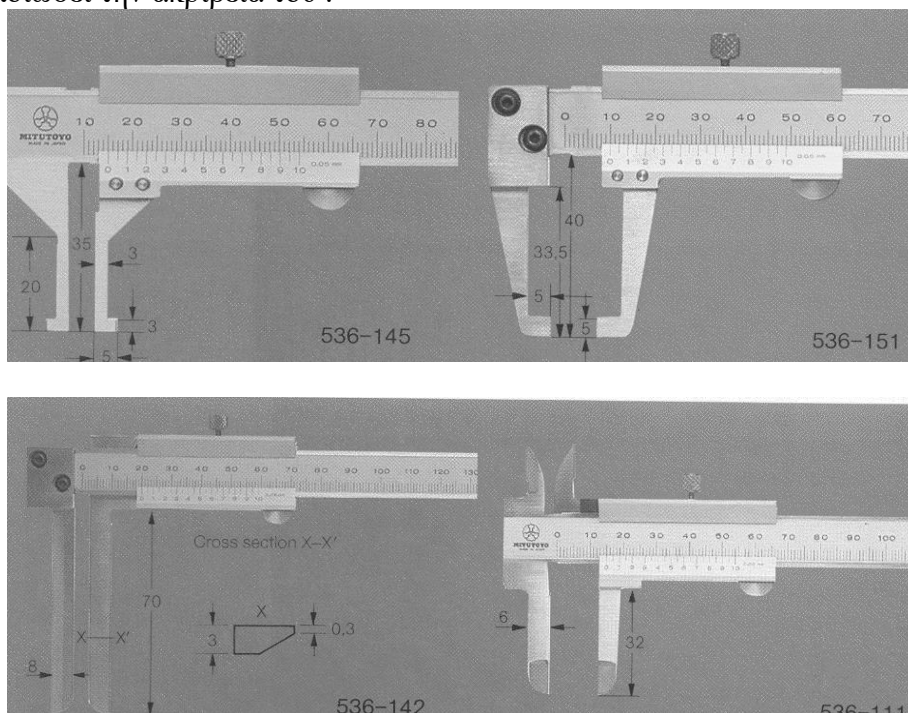
**3:** Καθαρίστε σχολαστικά τις επιφάνειες( από γρέζια ) που θα έρθουν σε επαφή με τα ράμφη του παχυμέτρου .

**4:** Με τον αντίχειρα πιέστε την ασφάλεια και φέρετε τα ράμφη σε επαφή με τις επιφάνειες . Μην πιέζετε τα ράμφη πολύ (αρκεί η απλή επαφή) .

**5:** Κοιτάξτε την ένδειξη από σωστή γωνία (κάθετα , όχι πλάγια).

**6:** Απελευθερώστε τα άκρα (ράμφη) και απομακρύνετε το παχύμετρο . Μην "σέρνετε" τα ράμφη διότι η καταστροφή του παχυμέτρου θα είναι πρόωγη .

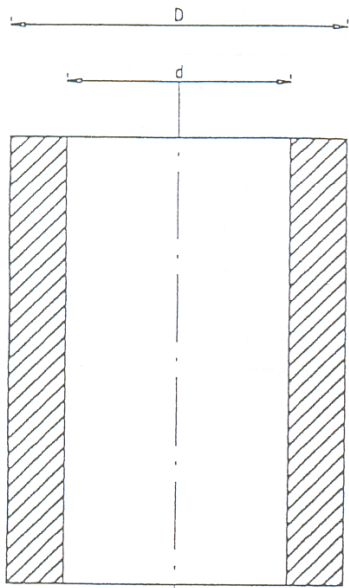
**7:** Διατηρήστε το παχύμετρο καθαρό και μην το πετάτε ποτέ κάτω . Μην το τοποθετείτε μαζί με μεταλλικά εξαρτήματα . Ένα μικρό χτύπημα είναι αρκετό για να αλλοιώσει την ακρίβειά του .



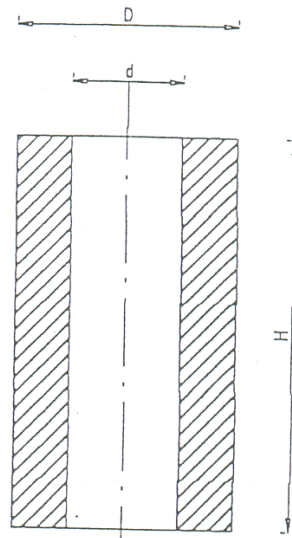
Παχύμετρα εξειδικευμένων μετρήσεων



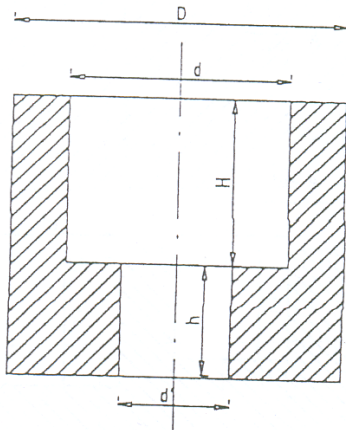
### ΑΣΚΗΣΗ : ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ



ΣΧ 1  
ΚΤΛΙΝΔΡΟΣ

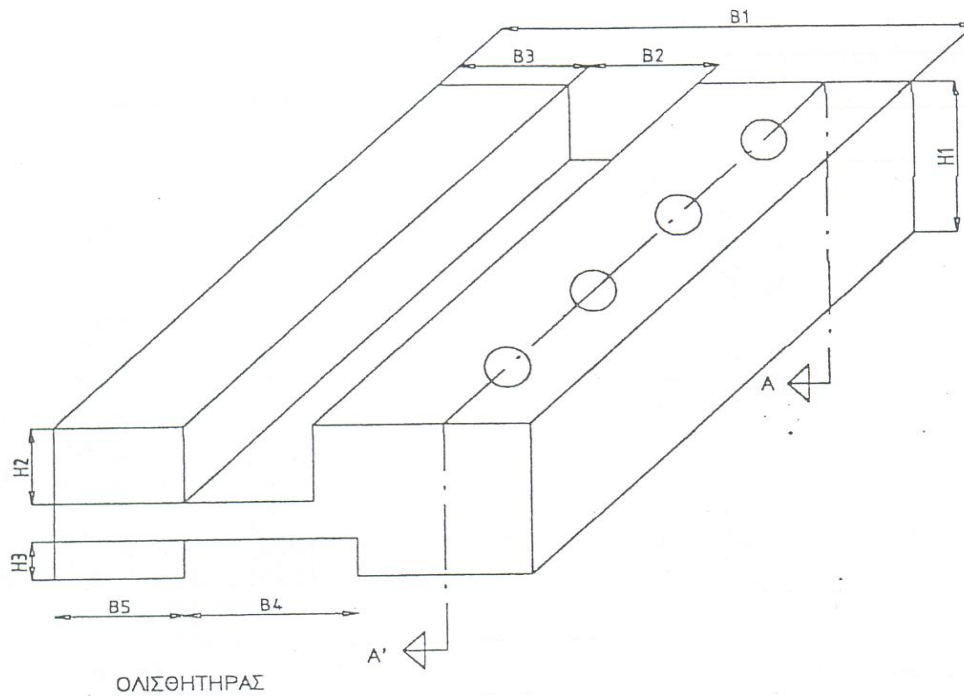


ΣΧ 2  
ΠΕΙΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ

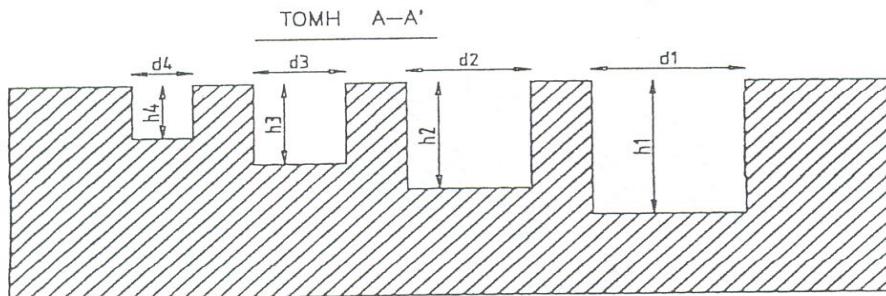


ΣΧ 1 ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	d	D	H		
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ: mm in					
ΣΧ 2 ΠΕΙΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ	d	D	H		
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ: mm in					
ΣΧ 3 ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ	d	D	H	h	d'
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ: mm in					

### ΑΣΚΗΣΗ : ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

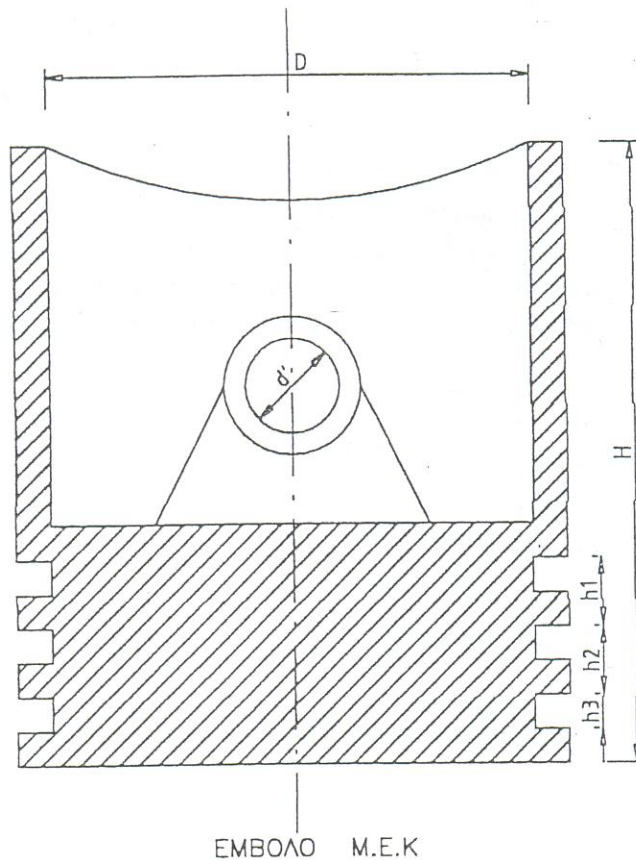


ΟΛΙΣΘΗΤΗΡΑΣ



ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	B1	B2	B3	B4	B5	H1	H2	H3
ΣΕ : mm								
ΣΕ : in								
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	d1	d2	d3	d4	h1	h2	h3	h4
ΣΕ : mm								
ΣΕ : in								

**ΑΣΚΗΣΗ : ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ**



ΕΜΒΟΛΟ Μ.Ε.Κ.	D	d'	H	h1	h2	h3
---------------	---	----	---	----	----	----

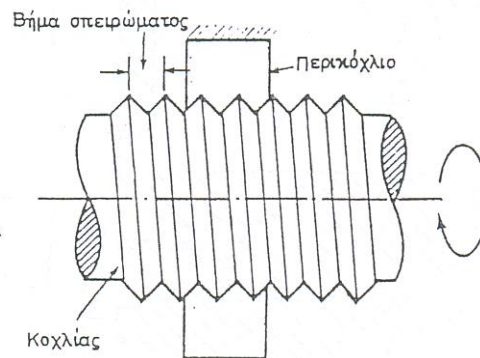
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ : mm						
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ : in						

## ΜΙΚΡΟΜΕΤΡΑ

Τα **μικρόμετρα** χρησιμοποιούνται για μετρήσεις, οι οποίες απαιτούν ακρίβεια μεγαλύτερη από εκείνη, που μπορεί να μας δώσει το παχύμετρο. Η ακρίβεια αυτή για μικρόμετρα του μετρικού συστήματος μπορεί να φτάσει το ένα εκατοστό του χιλιοστού ( $0,01\text{mm} = 10\mu$ ), ενώ για μικρόμετρο του αγγλοσαξονικού συστήματος το ένα χιλιοστό της ίντσας ( $0,001''$ ) ή ακόμα και το ένα δεκάκις χιλιοστού της ίντσας ( $0,0001''$ ).

### Αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας των μικρομέτρων βασίζεται στη συνεργασία μεταξύ ενός κοχλίας που αποτελεί το κινητό τμήμα και ενός περικοχλίου που αποτελεί το σταθερό τμήμα. Με την περιστροφή του κοχλίας κατά μία στροφή, αυξάνεται ή μειώνεται η μεταξύ των επαφών απόσταση (κενό) τόσο όσο είναι το βήμα του σπειρώματος.



Η αρχή λειτουργίας του μικρομέτρου

## Είδη μικρομέτρων

- Υπάρχουν μικρόμετρα με μονάδες αγγλικές και με μονάδες μετρικές .
  - Υπάρχουν μικρόμετρα συμβατικά και μικρόμετρα ψηφιακά . Ανάλογα με τη μορφή της διάστασης που μπορούν να μετρήσουν διακρίνονται σε :
  - Μικρόμετρα εξωτερικά
  - Μικρόμετρα εσωτερικά
  - Μικρόμετρα βάθους (βαθύμετρα)
- Ανάλογα με την **ακρίβεια** μέτρησης διακρίνονται σε :
- Μικρόμετρα μικρής ακρίβειας
  - Μικρόμετρα μεγάλης ακρίβειας

Τα μικρόμετρα του αγγλικού συστήματος έχουν ακρίβεια :

**α)** 0,001''

**β)** 0,0001''

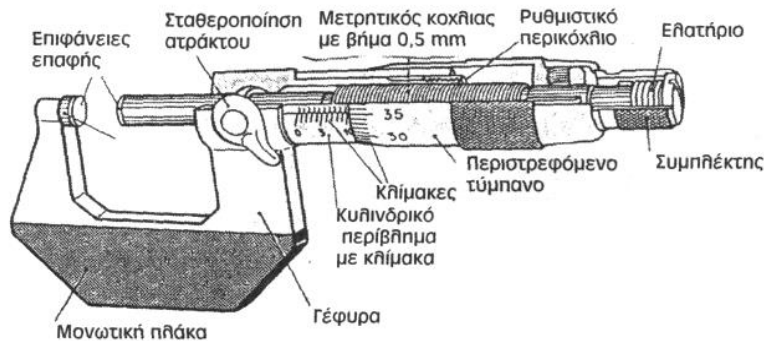
Τα μικρόμετρα του μετρικού συστήματος έχουν ακρίβεια:

**α)** 0,01mm

**β)** 0.001mm

## Εξωτερικό μικρόμετρο:

Το εξωτερικό μικρόμετρο έχει πεταλοειδή μορφή . Η μέτρηση της διάστασης γίνεται αν το εξάρτημα τοποθετηθεί μεταξύ των δύο επαφών , της σταθερής επαφής και της κινητής επαφής (κινητό στέλεχος κοχλίας) .



Τομή μηχανισμού μικρομέτρου (εξωτερικού)

Υπάρχει ένας βαθμολογημένος σταθερός , κυλινδρικός κανόνας που εσωτερικά ένα τμήμα του φέρει σπείρωμα για να κοχλιώνεται και αποκοχλιώνεται ο κοχλίας .

Δηλαδή έχει το ρόλο του κανόνα και του περικοχλίου .

Η βαθμολόγηση είναι σε mm (όταν πρόκειται για μικρόμετρα μετρικού συστήματος) .

Υπάρχει κατά μήκος του κανόνα μία ευθεία γραμμή η οποία θεωρείται και σαν σημείο αναφοράς .

Πάνω από την οριακή αυτή ευθεία υπάρχουν οι υποδιαίρεσεις των mm και από κάτω υποδιαίρεσεις mm οι οποίες ξεκινούν όχι από το μηδενικό σημείο αλλά από το 0,5mm και συνεχίζουν ενδιάμεσα .

Ένας άλλος κύλινδρος συναρμολογείται με τον κοχλία και περιστρέφεται μαζί του .

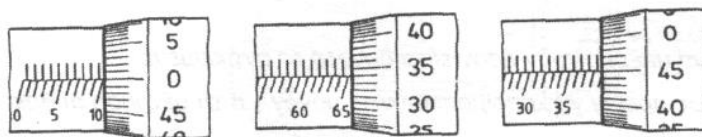
Στο κωνικό άκρο του κυλίνδρου υπάρχει περιμετρικά βαθμονόμηση με 50 υποδιαίρεσεις. Αν περιστραφεί ο εξωτερικός κύλινδρος κατά μία στροφή αποκαλύπτεται ή καλύπτεται το 0,5mm του σταθερού κανόνα . Επομένως κάθε αλλαγή θέσης της κινητής κλίμακας , σημαίνει γραμμική μετατόπιση του κινητού στελέχους κατά 0,01mm διότι : Μία περιστροφή , μετατόπιση 0,5mm ,  $1/50$  των 0,5mm είναι :  $0,5\text{mm} : 50 = 0,01\text{mm}$  .

Όλα τα είδη των μικρομέτρων , του αυτού συστήματος και της αυτής ακρίβειας , λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο . Τα μικρόμετρα μεγαλύτερης ακριβείας , έχουν και κλίμακα Βερνιέρου όπως και τα παχύμετρα .

Τα  $9/100$  mm , τα διαιρεί σε 10 ίσα μέρη , οπότε η ακρίβεια είναι :

$$0,09 \text{ mm} : 10 = 0,009\text{mm}$$

$$\text{και } 0,01\text{mm} - 0,009\text{mm} = 0,001\text{mm}$$



Ένδειξη στο:

Περίβληγμα	10	65	38
	0,0	0,0	0,5
Τύμπανο	0,00	0,34	0,45
	10,00	64,34	38,95

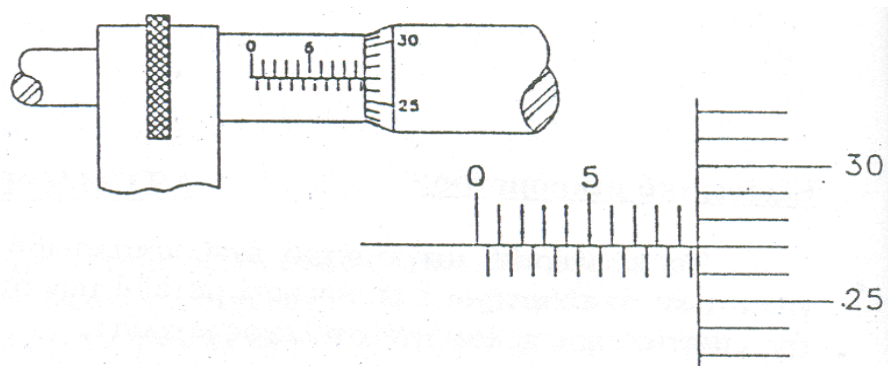
Ανάγνωση μικρομέτρου με βαθμό ακριβείας 0,01 mm.

### Μικρόμετρο εξωτερικών διαστάσεων αγγλοσαξονικού συστήματος:

Εδώ έχουμε δυνατότητα μετρήσεων με ακρίβεια ενός χιλιοστού της ίντσας ( $0,001''$ ), που είναι και η συνηθισμένη περίπτωση της πράξεως. Είναι δυνατόν όμως να επιτύχουμε και ακρίβεια ενός δεκάκις χιλιοστού της ίντσας ( $0,0001''$ ), αν, όπως θα δούμε παρακάτω, προσθέσουμε στο μικρόμετρο κατάλληλο βερνιέρο.

### Το μικρόμετρο με ακρίβεια ενός χιλιοστού της ίντσας:

Ο κοχλίας του έχει σπείρωμα με βήμα  $1/40''$  ή  $0,025''$ . Η βαθμονομία του κοίλου κυλίνδρου έχει υποδιαίρεσεις μήκους  $0,025''$  (κάθε τέσσερις υποδιαίρεσεις κάνουν ένα δέκατο της ίντσας παριστάνονται από τους αριθμούς 1, 2, 3, κλπ.) και η περιφέρεια του κάλυκα διαιρείται σε 25 ίσες υποδιαίρεσεις. Έτσι σε κάθε περιστροφή του κάλυκα κατά μία υποδιαίρεση αντιστοιχεί μετατόπιση του κινητού επαφέα ίση προς  $1/25$  του βήματος του σπειρώματος. Επειδή όμως το βήμα πάρθηκε ίσο με  $1/40''$ , η μετάθεση αυτή θα είναι  $1/25 \times 1/40 = 1/1000''$ , άρα και η ακρίβεια μετρήσεων του μικρομέτρου.



Μικρόμετρο αγγλοσαξονικού συστήματος ακριβείας 0,001''.

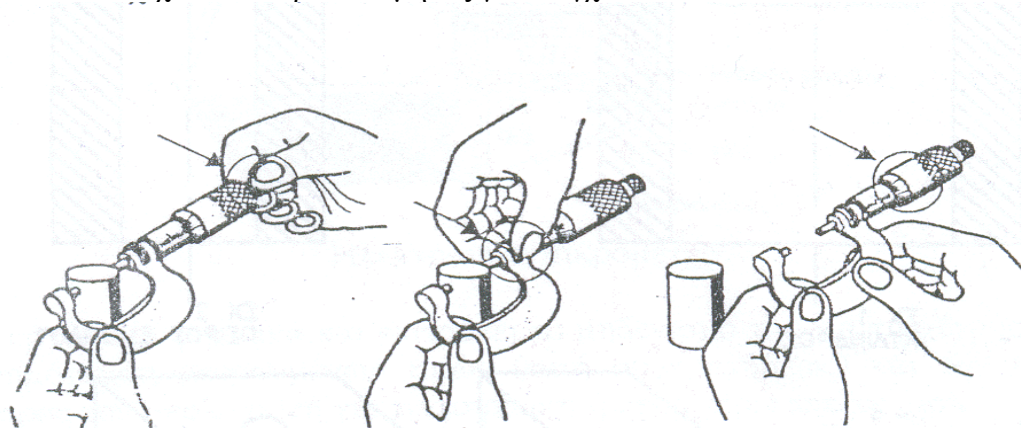
Όπως βλέπουμε στην πάνω εικόνα των δύο βαθμονομιών του μικρομέτρου μας δίνει την ένδειξη:  $0,2 + 0,025 + 0,016 = 0,241$ . και τούτο, γιατί ο κάλυκας έχει αποκαλύψει τον αριθμό 2, δηλαδή οκτώ υποδιαίρεσεις οι οποίες αντιστοιχούν σε  $0,2'' (8 \times 0,025 = 0,2'')$ , μια υποδιαίρεση ακόμα που αντιπροσωπεύει  $0,025''$  και η γραμμή 16 του κάλυκα (την δείχνει το βέλος) συμπίπτει με τη βοηθητική γραμμή.

### Μεγέθη μικρομέτρων (εξωτερικών)

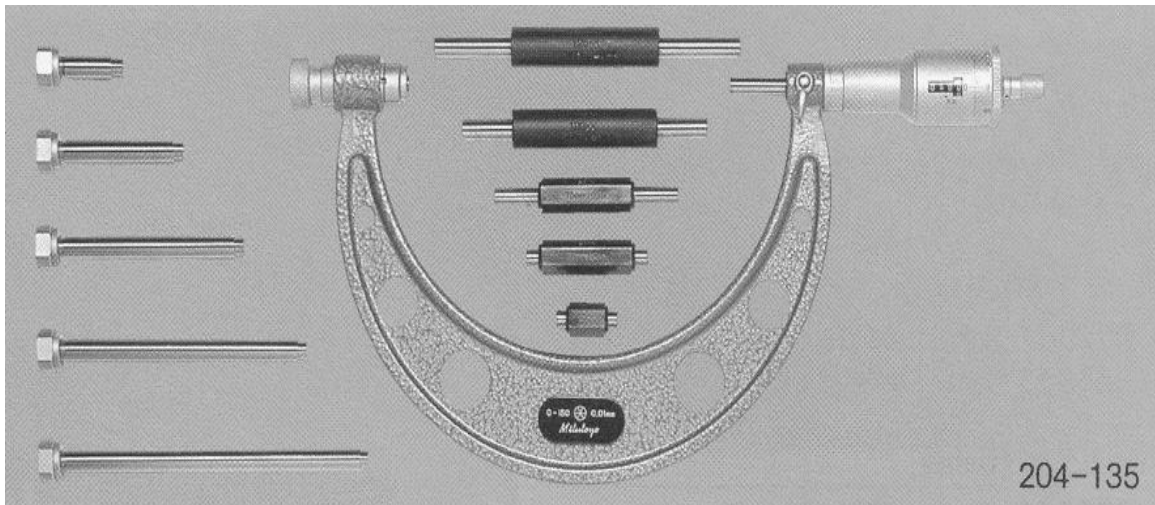
Για την αποφυγή σφαλμάτων στη μέτρηση, τα οποία θα προέρχονται από τα σφάλματα κατασκευής του σπειρώματος με πολύ μεγάλο μήκος, τα μικρόμετρα κατασκευάζονται και κλιμακώνονται κατά μεγέθη όπως :

0-25mm, 25-50mm, 50-75mm, 75-100mm, κ.ο.κ.

Το μήκος κοχλιώσεως για κάθε μικρόμετρο είναι 25mm, και όλα τα μικρόμετρα με άνοιγμα > 25mm έχουν ένα πρότυπο μήκος για έλεγχο.



Φάσεις μέτρησης με εξωτερικό μικρόμετρο



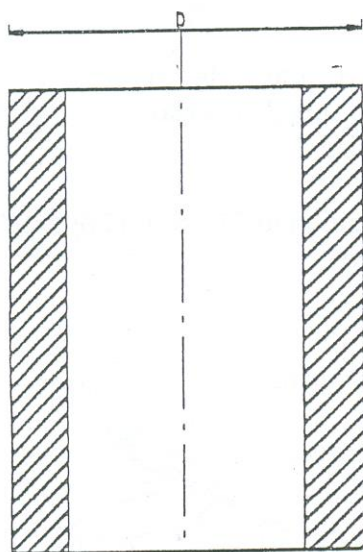
Εξωτερικό μικρόμετρο με το πρότυπο μήκος για καλιμπράρισμα.

**Παρατήρηση :**

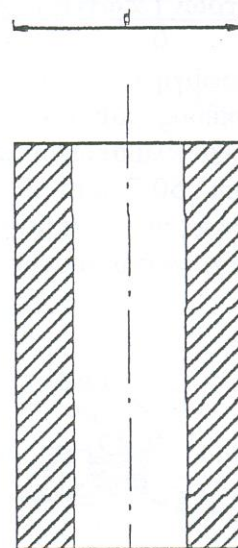
Θέτουμε το πρότυπο μήκος μεταξύ των επαφών και κλείνουμε το μικρόμετρο με τον αναστολέα . Αν η ένδειξη είναι ακριβώς όσο το πρότυπο μήκος , το μικρόμετρο μετράει σωστά , αν όχι θέλει ρύθμιση .



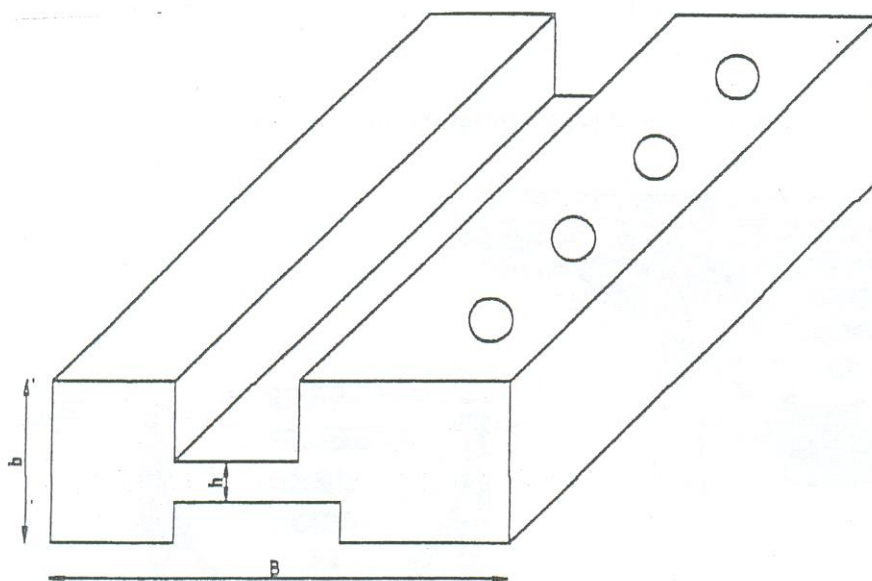
**ΑΣΚΗΣΗ : ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΜΙΚΡΟΜΕΤΡΟ**



ΣΧ 1  
ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ



ΣΧ 2  
ΠΕΙΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ

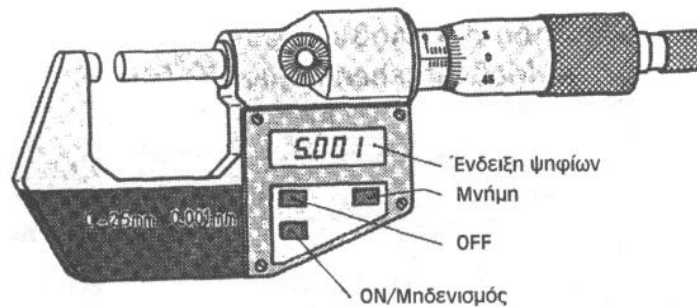


ΣΧ 3  
ΟΛΙΣΘΗΤΗΡΑΣ

ΣΧ 1 ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	$D$		
ΣΧ 2 ΠΕΙΡΟΣ	$d$		
ΣΧ 3 ΟΛΙΣΘΗΤΗΡΑΣ	$B$	$b$	$h$

## Ηλεκτρονικά μικρόμετρα:

Τα **ηλεκτρονικά μικρόμετρα** έχουν εκτός από τη συνήθη κλίμακα με υποδιαίρέσεις 0,01mm, και μια ένδειξη με ψηφία, με βήμα του τελευταίου δεκαδικού ψηφίου 0,001 mm



Ηλεκτρονικό μικρόμετρο

Το όργανο εργάζεται ψηφιακά και επιτρέπει το μηδενισμό του για τη μέτρηση διαφορών, την απομνημόνευση μετρομένων τιμών (τιμή συγκρατήσεως) και την εξαγωγή των στοιχείων προς τον υπολογιστή για τεκμηρίωση ή περαιτέρω επεξεργασία.

## Εσωτερικά μικρόμετρα :

Υπάρχουν δύο τύποι εσωτερικών μικρομέτρων :

- α) Με επιμηκυνόμενα στελέχη .
- β) Με ράμφη όπως του παχυμέτρου περίπου , για μικρά ανοίγματα.

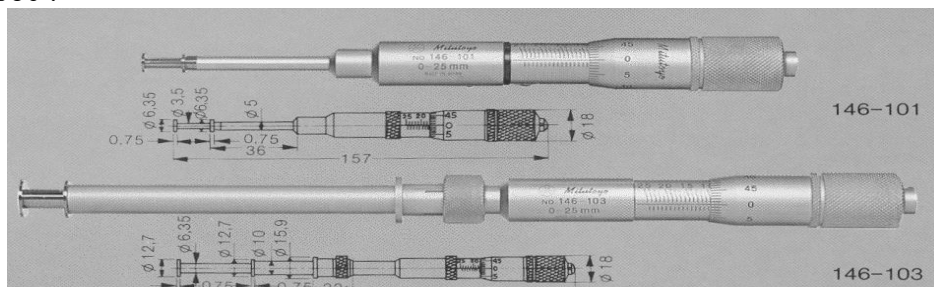
Ο δεύτερος τύπος έχει έναν σταθερό μηχανισμό , που λειτουργεί περίπου όπως αυτός του εξωτερικού μικρομέτρου .

Έχει συνήθως μήκος κοχλιώσεως 15mm και σταθερό ελάχιστο μήκος ανάλογα 50 ή 60mm . Τα μικρότερα ανοίγματα μετρούνται με τη βοήθεια συγκριτικών οργάνων .

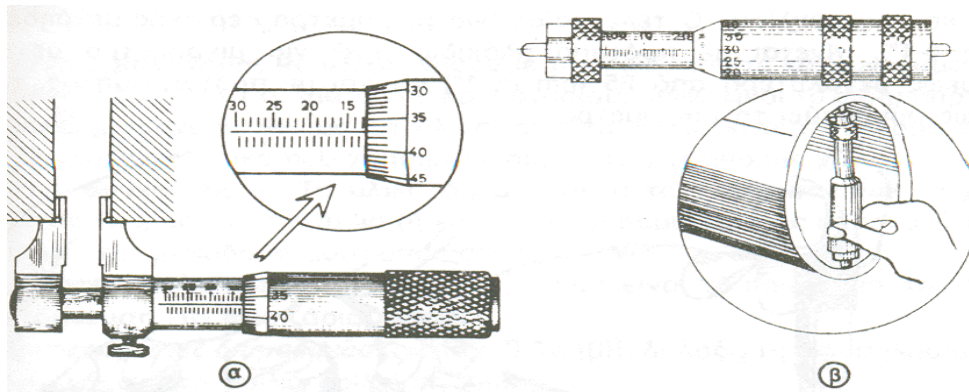
Η κλιμάκωση αυτών των μικρομέτρων είναι συνήθως της τάξης των 15mm . Για τον σκοπό αυτό κάθε συλλογή μικρομέτρου φέρει τα αντίστοιχα στελέχη .

Στη μέτρηση , προσθέτουμε το σταθερό μήκος του μηχανισμού , το μήκος των προστιθέμενων στελεχών και την ένδειξη της κλίμακας .

Η μέτρηση των διαστάσεων γίνεται αφού έρθουν σε επαφή οι ακραίοι επαφής του μικρομέτρου .



Μικρόμετρο με επιμηκυνόμενα στελέχη



Σχηματική παράσταση μέτρησης με εσωτερικό μικρόμετρο

### Παράγοντες που επηρεάζουν τις αποκλίσεις των μετρήσεων:

- Μετρητικό όργανο: σφάλματα στο βήμα και χάρη της ατράκτου
- Οι επιφάνειες επαφής δεν είναι παράλληλες και επίπεδες.
- Παραμόρφωση του αντικειμένου, ξένα σώματα, γρέζια.
- Κάμψη της γέφυρας λόγω δυνάμεων κατά την μέτρηση.
- Απόκλιση από την θερμοκρασία αναφοράς.
- Σφάλματα αναγνώσεως στα περιστρεφόμενα τύμπανα με 50 υποδιαιρέσεις.
- Η μη σωστή τοποθέτηση του κινητού και σταθερού επαφεία στο εξάρτημα που μετράμε.

### Μικρόμετρα βάθους (βαθύμετρα) :

Με τα μικρόμετρα αυτά μετριοούνται **βάθη** και υψομετρικές διαφορές μεταξύ δύο επιφανειών .

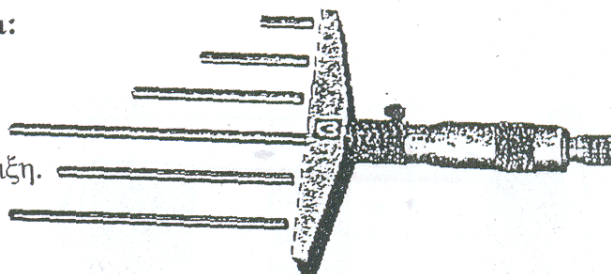
Αποτελείται από τον κύριο μηχανισμό που καταλήγει σε πεπλατυσμένο άκρο του οργάνου . Οι επαφείς πρέπει να έρχονται σε απλή επαφή χωρίς να σφίγγονται, από τον μηχανισμό (αναστολέα ) και ενδεχομένως από ασφάλεια ακινητοποίησης του κινητού στελέχους .

Τα μήκος κοχλίωσης είναι συνήθως 25mm . Κάθε μικρόμετρο φέρει τα ανάλογα στελέχη ή (ράβδους )με τα προκαθορισμένα μήκη .

Στα βαθύμετρα η βαθμονόμηση σε mm ή in του σταθερού κυλίνδρου είναι αντίθετη . Δηλαδή η αρίθμηση αρχίζει από το τέλος και πρέπει να μετρώνται τα mm που καλύπτονται από τον κινητό κύλινδρο .

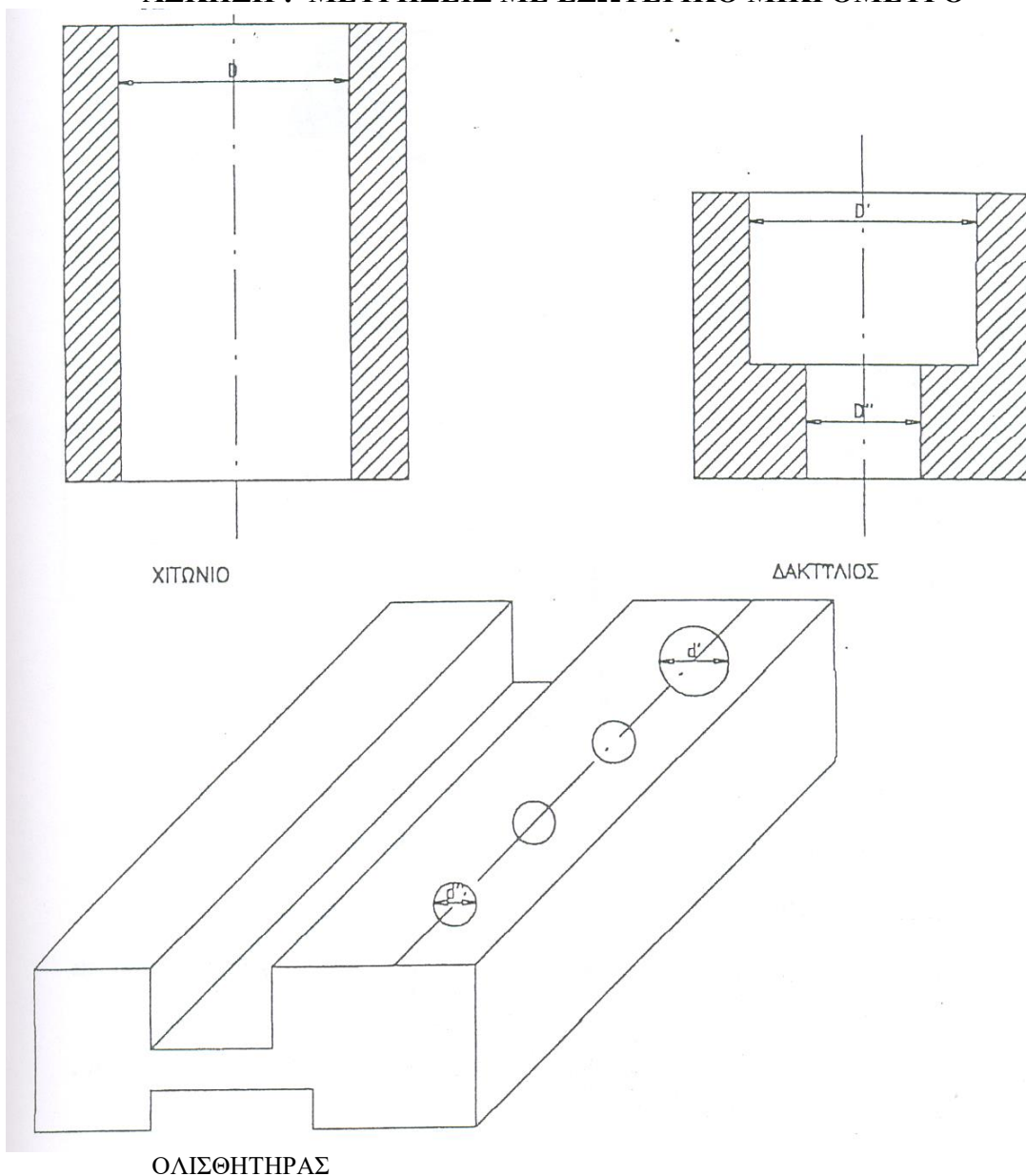
Οι κυριότεροι τύποι βαθυμέτρων είναι:

- Βαθύμετρα βερνιέρου.
- Μικρομετρικά βαθύμετρα.
- Βαθύμετρα με μετρητικό ρολόι.
- Βαθύμετρο με ηλεκτρονική ένδειξη.

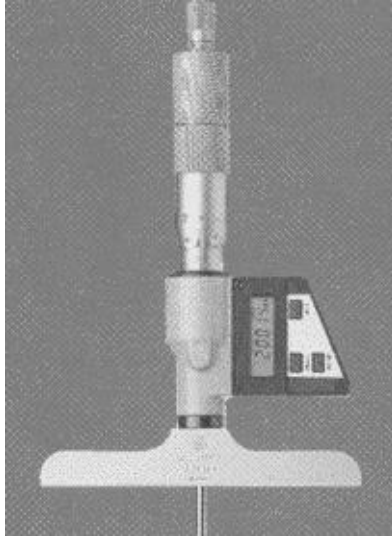


Βαθύμετρο με ανταλλακτικές ράβδους

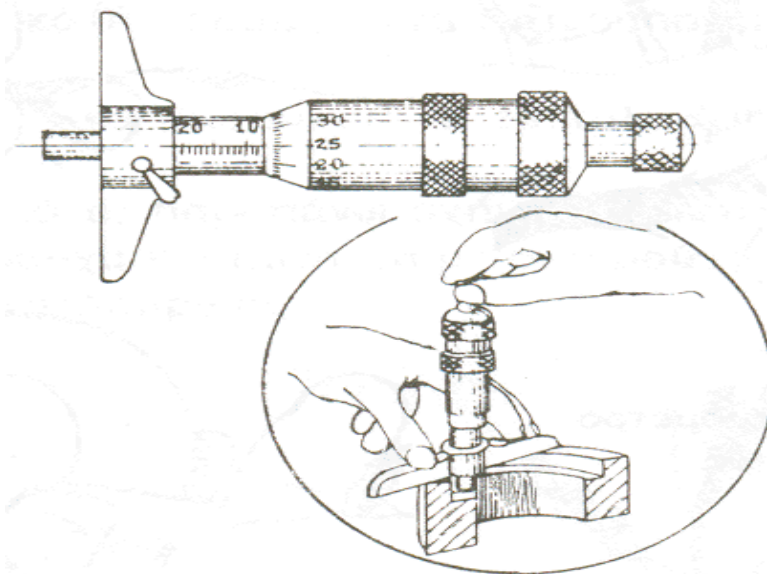
### ΑΣΚΗΣΗ : ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΜΙΚΡΟΜΕΤΡΟ



ΧΙΤΩΝΙΟ	D	
ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ	D'	D''
ΟΛΙΣΘΗΤΡΑΣ	d'	d''



Βαθόμετρο μηχανικό και ηλεκτρονικό.

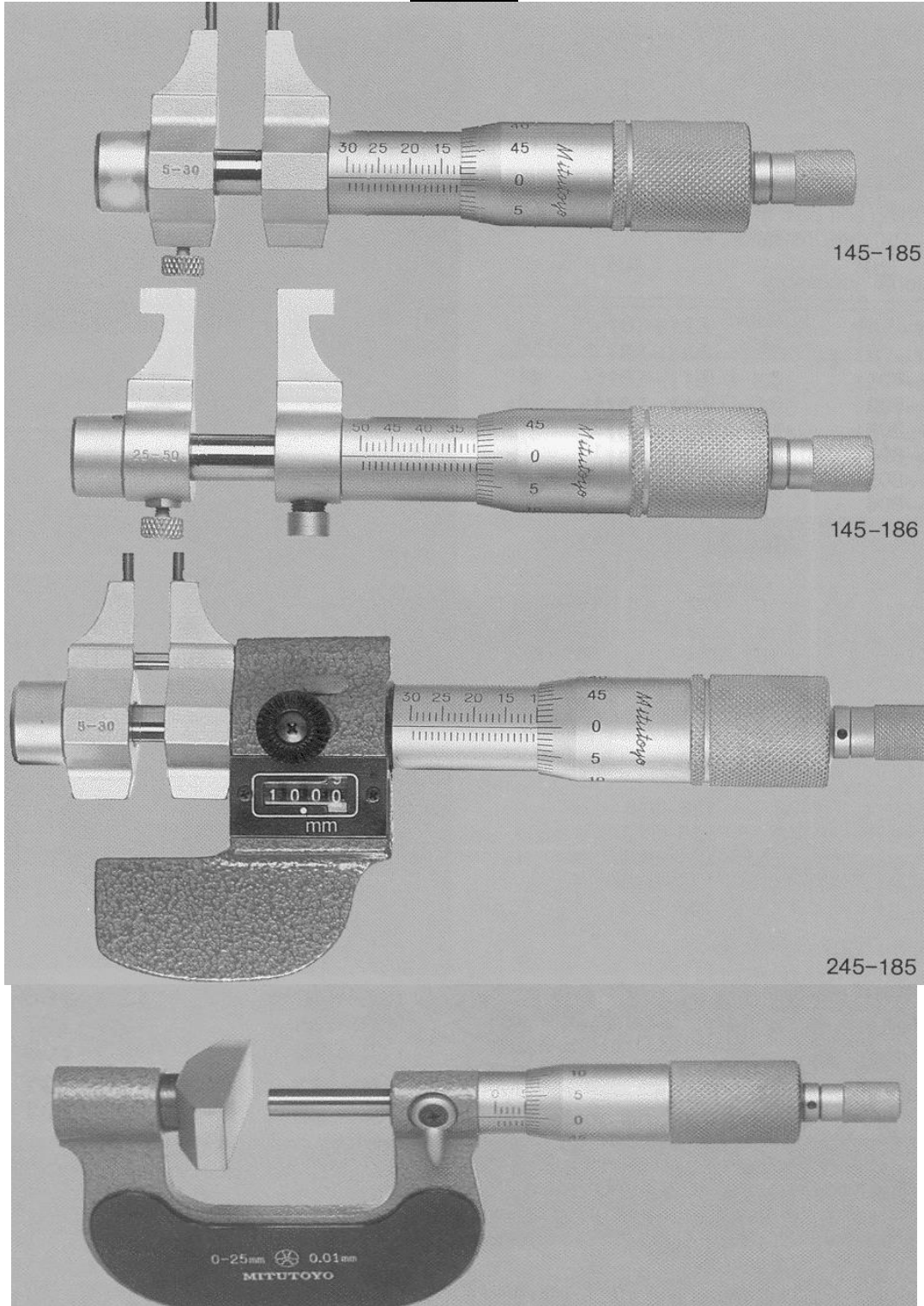


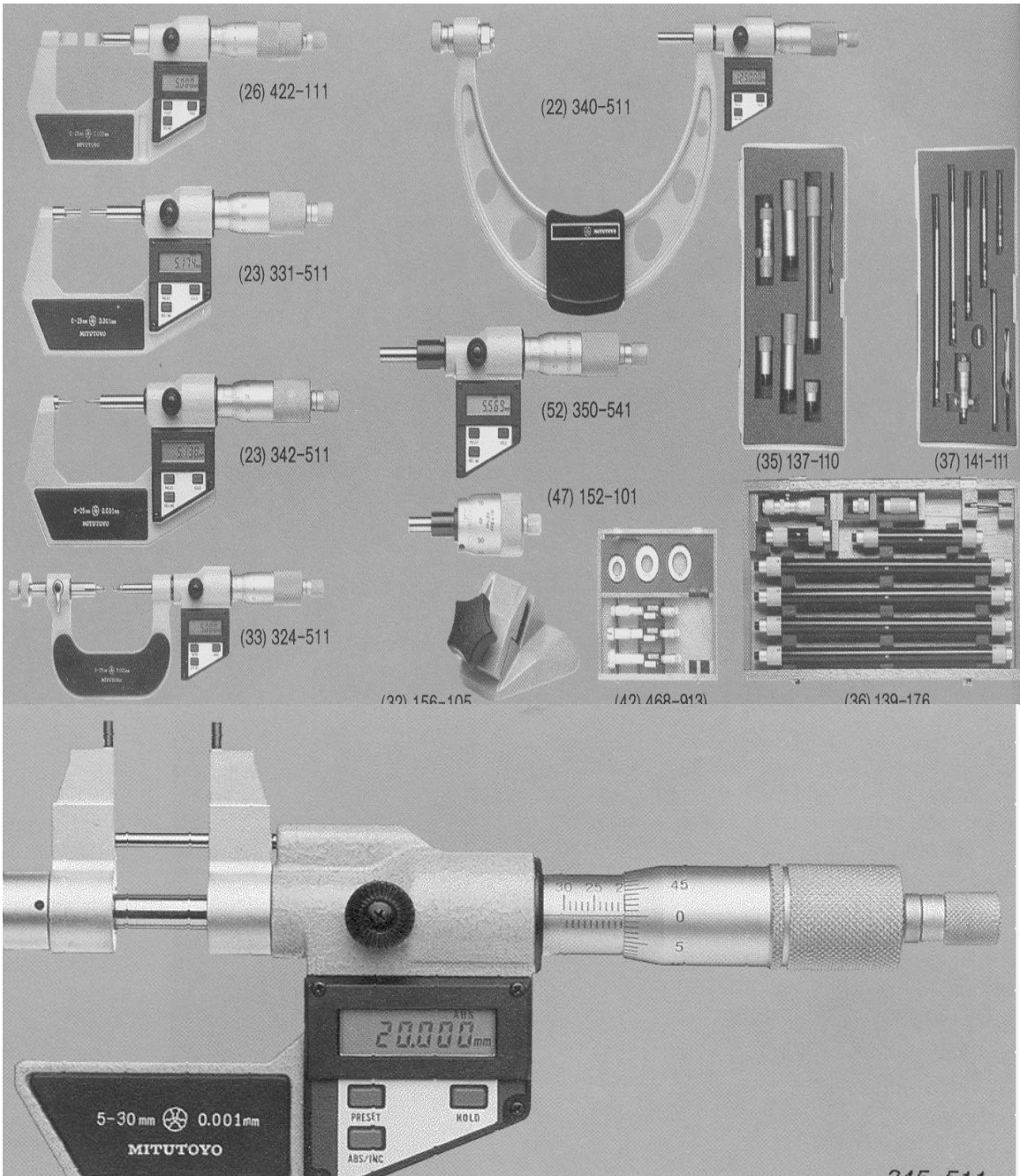
Σχηματική παράσταση μέτρησης με βαθόμετρο

### Οδηγίες χρήσης των μικρομέτρων :

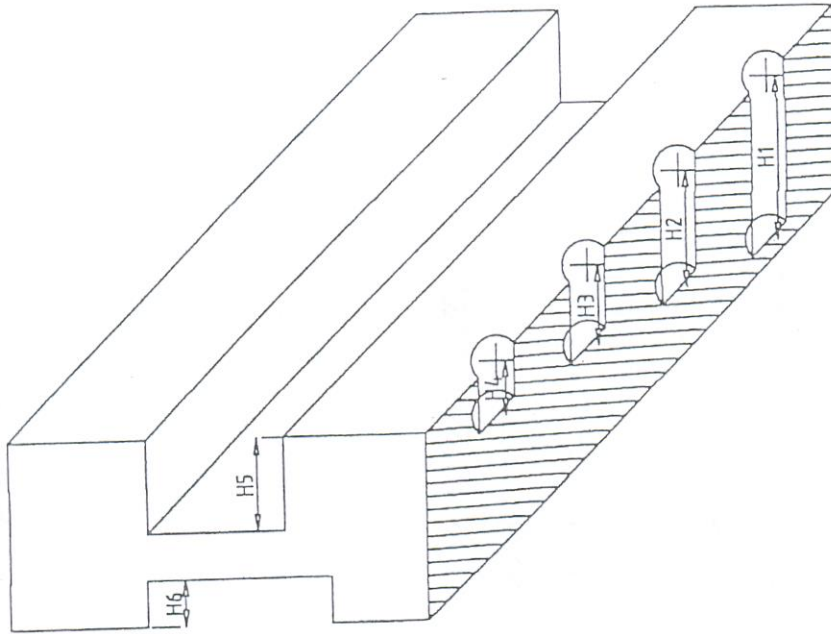
- Απαιτείται καθαρισμός των επαφών και προσεκτικός χειρισμός χωρίς κτυπήματα στα μικρόμετρα .
- Πριν γίνει η μέτρηση πρέπει πρώτα να ελεγχθεί εάν το μικρόμετρο μηδενίζεται , δηλαδή δεν έχει απορυθμιστεί (χρήση πρότυπου μήκους) .
- Πρέπει να γίνει απασφάλιση πρώτα του στελέχους και μετά περιστροφή του κινητού κυλίνδρου . Να γίνεται χρήση του μηχανισμού (αναστολέα) , για να αποφεύγεται ανεξέλεγκτα σφίξιμο των επαφών με αποτέλεσμα την λανθασμένη ένδειξη και την πρόωρη καταστροφή των μικρομέτρων .
- Ο χειριστής να παίρνει τη σωστή θέση για να έχει σωστή οπτική γωνία .
- Η θερμοκρασία των εξαρτημάτων να είναι φυσιολογική κατά τη μέτρηση (20° C).

**Διάφορα είδη μικρομέτρων με ακρίβεια  
0.001mm**

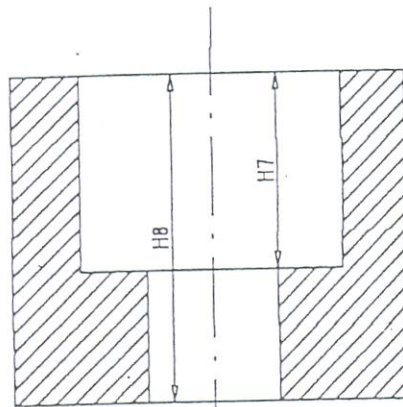




**ΑΣΚΗΣΗ: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΒΑΘΥΜΕΤΡΟ**



ΟΛΙΣΘΗΤΗΡΑΣ

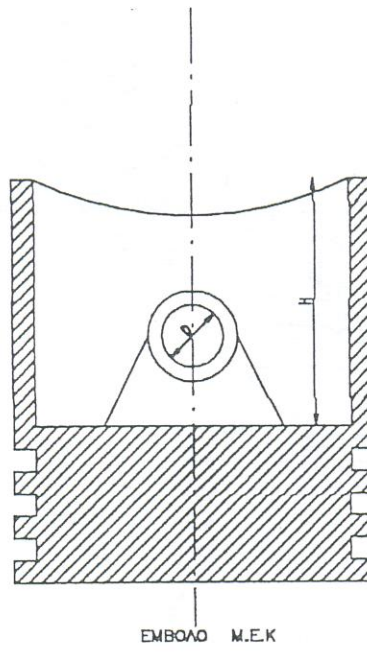


ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ

ΟΛΙΣΘΗΤΗΡΑΣ	H1	H2	H3	H4	H5	H6
ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ	H7	H8				



## ΑΣΚΗΣΗ : ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΒΑΘΥΜΕΤΡΟ



### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΒΑΘΥΜΕΤΡΟ

ΕΜΒΟΛΟ Μ.Ε.Κ.	H

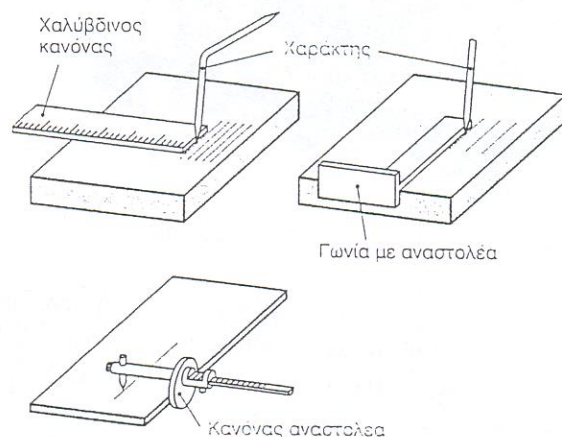
### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΜΙΚΡΟΜΕΤΡΟ

ΕΜΒΟΛΟ Μ.Ε.Κ.	D

## ΧΑΡΑΞΗ

**Χάραξη** ονομάζουμε το σημάδεμα σημείων και γραμμών (ευθειών ή καμπύλων) πάνω σε μια επιφάνεια που πρόκειται να κατεργαστεί . Με τη διαδικασία της χάραξης μεταφέρουμε τα απαραίτητα γεωμετρικά σημεία (σχήματα ) από το μηχανολογικό σχέδιο στο κομμάτι που θα κατεργαστούμε .

Στην αρχή μεταφέρονται οι διαστάσεις του σχεδίου στο ακατέργαστο κομμάτι ή στο ημικατεργασμένο . Κατά την διαδικασία της χάραξης των τεμαχίων, ξεκινά κανείς από κατεργασμένες τουλάχιστον εξωτερικές επιφάνειες του ημικατεργασμένου τεμαχίου, ώστε να δημιουργηθούν στην αρχή δυο κάθετες μεταξύ τους επίπεδες επιφάνειες . Ξεκινώντας από αυτές τις δυο επιφάνειες, μεταφέρονται όλες οι διαστάσεις του σχεδίου επάνω στο τεμάχιο προς κατασκευή. Αυτές οι επιφάνειες ορίζονται ως επίπεδα αναφοράς διαστάσεων. (Σχ. Χα. 1 )



(Σχ. Χα. 1) . Χάραξη τεμαχίων.

Στα συμμετρικά τεμάχια χρησιμοποιούνται πολλές φορές οι αξονικές γραμμές σαν σημείο αναφοράς των διαστάσεων. Κατά τη χάραξη μεταφέρονται όλες οι διαστάσεις που έχουν σημασία για την κατασκευή ,τα περιγράμματα, εκτομές, και οπές επάνω στο τεμάχιο και σημαίνονται με γραμμές και σημεία (τομή δύο γραμμών).

Το παραμικρό λάθος κατά την διαδικασία της χάραξης μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα. Επομένως, είναι αναγκαίο:

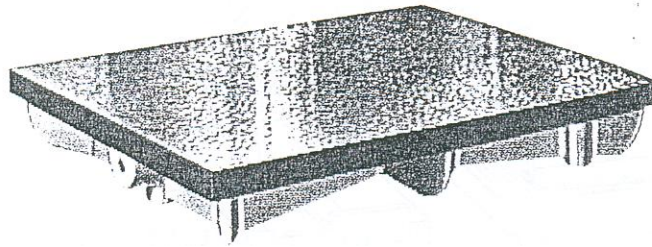
- Να χρησιμοποιούμε τα κατάλληλα, κάθε φορά, εργαλεία.
- Να είναι καλά συντηρημένα, και τροχισμένες οι άκρες των χαρακτών.
- Να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί κατά τη χάραξη, διότι με την επιμελημένη χάραξη εξασφαλίζουμε ποιότητα και ακρίβεια στην κατασκευή.
- **Με τον όρο χάραξη εννοούμε την μεταφορά με σήμανση των σπουδαίων διαστάσεων με γραμμές και σημεία επάνω στο τεμάχιο.**

## ΟΡΓΑΝΑ –ΜΕΣΑ –ΧΑΡΑΞΗΣ

### Πλάκα εφαρμογής:

Η **πλάκα** εφαρμογής χρησιμοποιείται ως επιφάνεια για ένα μεγάλο αριθμό μετρήσεων και ελέγχων. Έχουν τετραγωνικό ή ορθογωνικό σχήμα και κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο ή γρανίτη. Η πάνω του επιφάνεια είναι επίπεδη και εξαιρετικά λεία.

Στης πλάκες εφαρμογής τοποθετούνται οι επιφάνειες που πρόκειται να χαραχθούν, ή να ελεγχθούν. Επειδή χρησιμοποιούνται ως επιφάνειες αναφοράς, η ακριβής επιπεδότητα και οριζοντιότητά τους θεωρείται απαραίτητη. Κατά την χρήση τους προσέχουμε να μη δημιουργούνται χαραγές ή ίχνη από χτυπήματα, για να διατηρούνται πάντα σε καλή κατάσταση και της προφυλάσσουμε με κάλυμμα όταν δεν χρησιμοποιείτε. (Σχ. Χα. 2 )



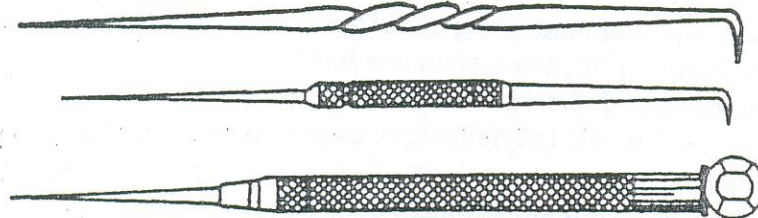
(Σχ. Χα. 2 ) Πλάκα εφαρμογής

### Χαράκτες:

Οι **χαράκτες** είναι λεπτή ράβδοι από ανθρακούχο ή ανοξείδωτο χάλυβα οι συνηθισμένες τους διαστάσεις είναι 150mm έως 200mm μήκος και 3 έως 5mm διάμετρο. Στο ένα ή και στα δύο άκρα τους φέρουν αιχμή , με γωνία  $10^0$  έως  $25^0$ . Όταν έχουμε δύο αιχμές, το ένα άκρο είναι ευθύ, και το άλλο κάμπτεται.

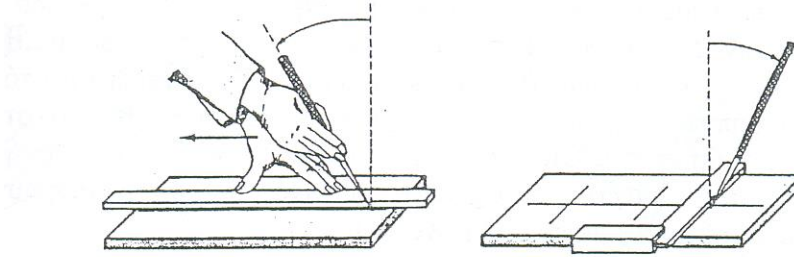
Οι αιχμές τους υφίστανται βαφή, και επαναφορά για να αντέχουν στη φθορά από τη συνεχή χρήση σε σκληρομέταλλα.

Οι χαράκτες στο μέσο του σώματος φέρουν ρικνώσεις, για τον ασφαλή χειρισμό κατά την διάρκεια της χάραξης . (Σχ. Χα. 3 )



(Σχ. Χα. 3) Χαράκτες.

Όταν χρησιμοποιούμε το χαράκτη για να σύρουμε ευθείες γραμμές με τη βοήθεια του μεταλλικού κανόνα ή της ορθής γωνίας, πρέπει να προσέχουμε ώστε ο χαράκτης να κλείνει ως προς την κατακόρυφο και να σύρεται προς το μέρος της κλίσης. όπως στο (Σχ. Χα 4)



(Σχ. Χα. 4) Χρήση του χαράκτη

### Υψομετρικοί χαράκτες:

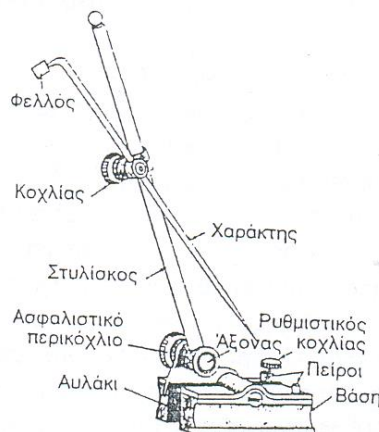
Οι υψομετρικοί χαράκτες είναι σύνθετα εργαλεία που χρησιμοποιούνται:

- Για τη μεταφορά διαστάσεων παράλληλων προς την πλάκα εφαρμογής (με την οποία συνδυάζονται).
- Για το κεντράρισμα των κομματιών τα οποία είναι προσαρμοσμένα σε εργαλειομηχανές.
- Για προσεγγιστικό έλεγχο της παραλληλότητας επιφανειών .

### Απλός υψομετρικός χαράκτης:

Ο απλός υψομετρικός χαράκτης αποτελείται από τη βάση, το στυλίσκο, το ασφαλιστικό περικόχλιο με το ρυθμιστικό κοχλίας, και το χαράκτη, ο οποίος σταθεροποιείται στο στυλίσκο με τη βοήθεια του κοχλίας.

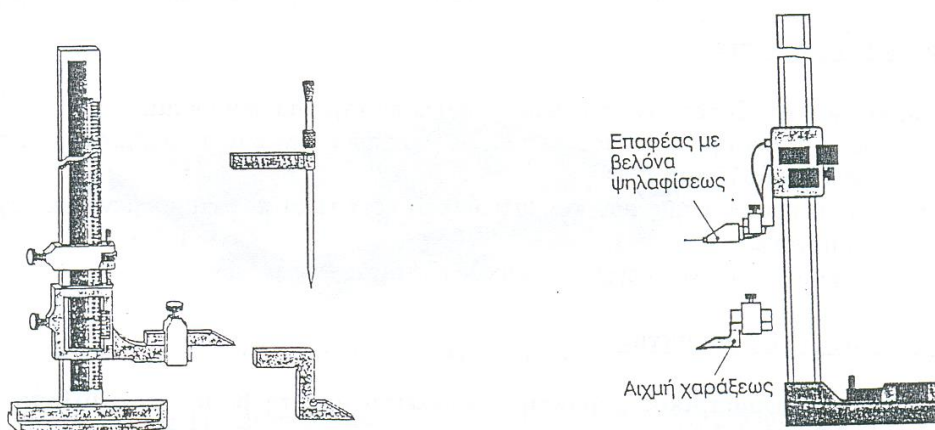
Η ακρίβεια χάραξης που μας προσφέρει ο απλός υψομετρικός χαράκτης εξαρτάται από το όργανο μέτρησης που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση ή σύγκριση. (μεταλλικός κανόνας ή παχύμετρο). (Σχ. Χα. 5)



(Σχ. Χα. 5) Απλός υψομετρικός χαράκτης

### Ειδικοί Υψομετρικοί χαράκτες:

Πρόκειται για χαράκτες οι οποίοι έχουν ενσωματωμένο το όργανο μέτρησης με **κανόνα του βερνιέρου** και προσφέρουν **ταχύτητα** και **ακρίβεια** στη **χάραξη**. Η τεχνική εξέλιξη του τύπου αυτού προσφέρει και υψομετρικούς χαράκτες με **ψηφιακή** ένδειξη που εργάζονται οπτικοηλεκτρονικά και σύμφωνα με την τμηματική μέθοδο των μετρήσεων. Ένας γυάλινος κανόνας ενσωματωμένος στην κατακόρυφη στήλη χρησιμεύει για την υλοποίηση των διαστάσεων του μήκους. Προσφέρει δυνατότητα αρχής μέτρησης σε οποιοδήποτε σημείο θελήσει ο χειριστής του να λάβει σαν σημείο μηδέν, με την πίεση ενός πλήκτρου. Ομοίως μπορεί να ορίσει θετικές και αρνητικές τιμές διαστάσεων. Αυτά τα όργανα εκτός από όργανα χάραξης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τη μέτρηση υψών. (Σχ. Χα. 6)



(Σχ. Χα. 6) Υψομετρικοί χαράκτες με κανόνα και βερνιέρο. Και ψηφιακή ένδειξη.

### Πόντα (ποντάρισμα)

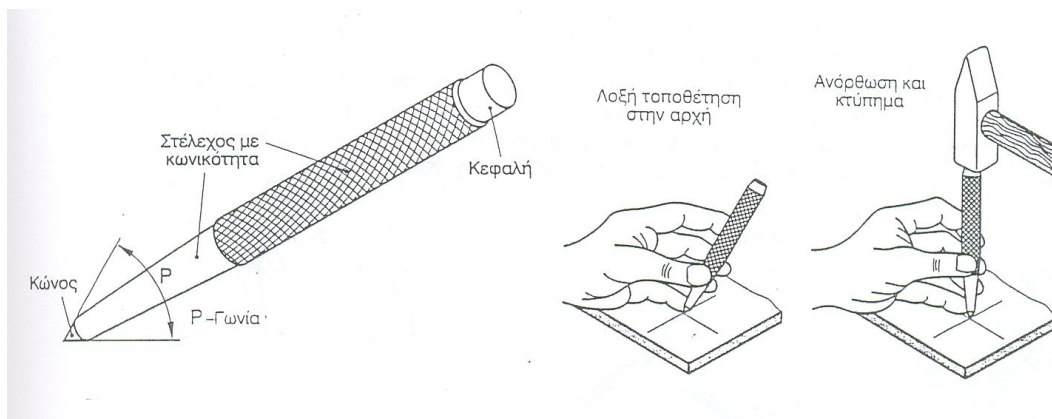
Οι **πόντες** είναι αιχμηρά εργαλεία από ανθρακούχο χάλυβα. Με ειδική κατεργασία (βαφή και επαναφορά) αποκτούν:

- Σκληρή αιχμή, για να διεισδύει στα μέταλλα.
- Μαλακό κορμό, ώστε να αντέχει στις κρούσεις.
- Και σκληρή κεφαλή, για να μην παραμορφώνεται (θρυμματισμός ή ξεχειλίσμα) από τα χτυπήματα του σφυριού.

Με τις πόντες κάνουμε μικρά σημάδια (πονταρισίες) πάνω στις γραμμές που έχουμε χαράξει με τα υπόλοιπα εργαλεία χάραξης. Αποφεύγουμε έτσι τον κίνδυνο, οι χαραγμένες γραμμές να καταστούν κατά την κατεργασία δυσδιάκριτες. Η εργασία αυτή της μονιμοποίησης της χάραξης, λέγεται ποντάρισμα.

Ποντάρισμα δημιουργούμε στο κέντρο, ώστε να οδηγείτε σωστά το τρυπάνι στην πρώτη φάση της διάτρησης. οι πόντες έχουν συνήθως ρικνωτό κορμό. Και η γωνία αιχμής έχει συνήθως 30° - 40° για χάραξη, και 60° για κεντράρισμα τρυπών.

(Σχ. Χα. 7)



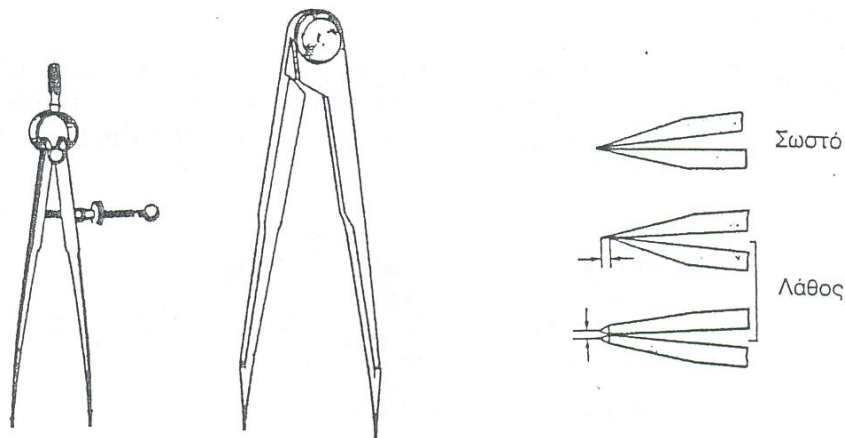
Πόντα.

( Σχ. Χα. 7)

Ποντάρισμα

### Διαβήτες χάραξης:

Οι διαβήτες χάραξης έχουν δύο χαλύβδινα σκέλη που καταλήγουν σε δύο ανθρακωμένες αιχμές (μύτες). Χρησιμοποιούνται για τη χάραξη κύκλων ή τόξων, και για τη διαίρεση ευθειών και περιφερειών κύκλων σε ίσα μέρη. Οι μύτες του διαβήτη πρέπει να διατηρούνται πάντα οξείες και λεπτές, για να έχουν ακρίβεια στη χάραξη. (Σχ. Χα 8)



Διαβήτες.

(Σχ. Χα. 8)

Σωστό τρόχισμα αιχμών.

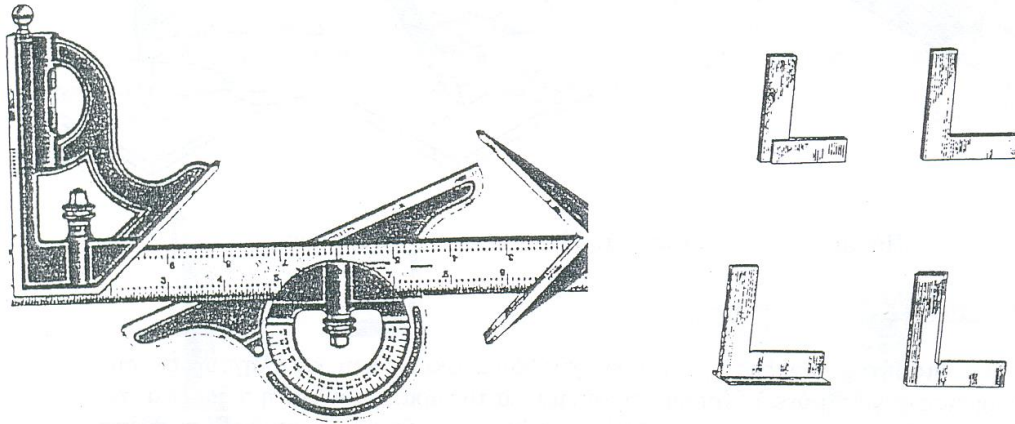
Τα σκέλη του πρέπει να έχουν το ίδιο μήκος και να τροχίζονται μόνο από το έξω μέρος έτσι, ώστε, όταν είναι κλειστός, να εφάπτονται τα αιχμηρά τους άκρα. Για να ρυθμίσουμε το άνοιγμα των σκελών του διαβήτη ή το χτυπάμε ελαφρά ή στην περίπτωση του ελατηριωτού διαβήτη, χρησιμοποιούμε τον κοχλία τον οποίο φέρει ο διαβήτη για της ρυθμίσεις.

### Γωνιές :

Γωνιές ονομάζονται τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση (έλεγχο ακριβείας ή σημάδεμα) των ορθών γωνιών.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες γωνιών: Αυτές που παρέχουν την ευχέρεια μέτρησης γωνιών  $90^\circ$  και  $45^\circ$  (σύνθετη γωνιά). Οι γωνιές διακρίνονται επίσης ανάλογα

με την κατηγορία, και ως προς τον βαθμό ακριβείας, τον οποίο μας παρέχουν. Υπάρχουν σε διάφορα τυποποιημένα μεγέθη, από 100 έως 1000mm.(Σχ. Χα. 9 )

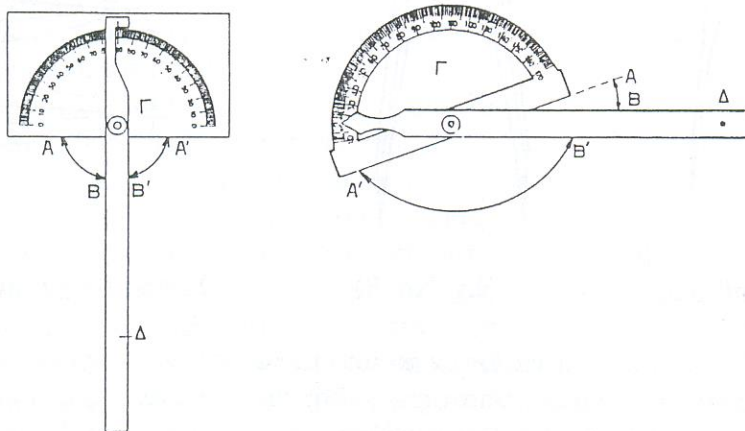


(Σχ. Χα. 9 ) Γωνιές σύνθετες .

Σταθερές γωνιές 90° και κεντρογωνιές.

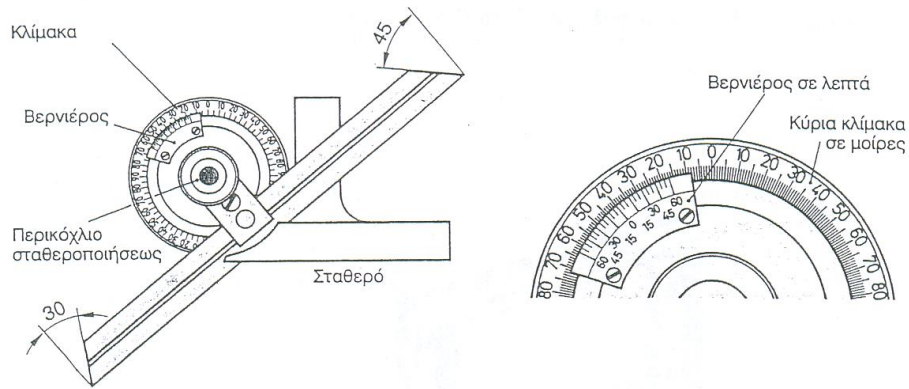
**Μοιρογωνμόνια :**

**Τα μοιρογωνμόνια** είναι επίσης όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση τον έλεγχο των γωνιών και αποκλίσεων , για τη χάραξη ευθειών ή με κλίση. Ο βαθμός ακρίβειας που μας παρέχουν τα απλά μοιρογωνμόνια (χωρίς βερνιέρο) είναι (1) μοίρα. ( Σχ. Χα. 10)



(Σχ. Χα. 10 ) Μοιρογωνμόνια χωρίς βερνιέρο

Για μεγαλύτερη ακρίβεια υπάρχουν μοιρογνομόνια με κλίμακα του βερνιέρου ως 1/10 της μοίρας . (Σχ. Χα. 11).

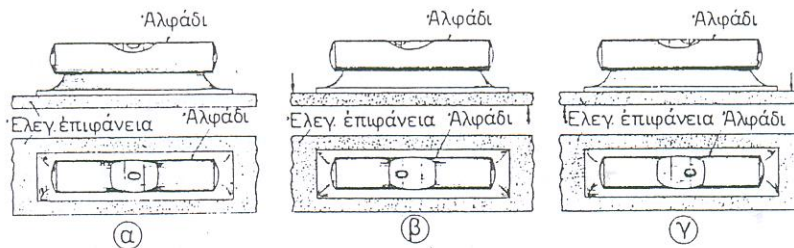


(Σχ. Χα. 11 ) Μοιρογνομόνια με βερνιέρο

### Αλφάδια :

**Τα αλφάδια** (ή αεροστάθμες) χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της οριζοντιότητας ,και την καθετότητας επιφανειών. Ακόμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση μικρών γωνιών κλίσης με καλή σχετικά ακρίβεια.

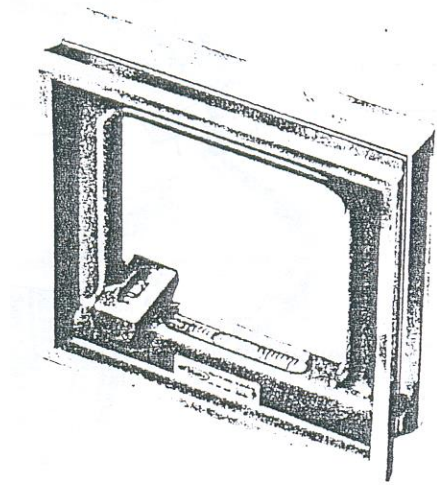
Τα αλφάδια που χρησιμοποιούνται στα μηχανουργεία είναι πάντοτε μεταλλικά και έχουν πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια από τα οικοδομικά. Φέρουν κλίμακα με υποδιαίρέσεις, κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχεί σε ορισμένη γωνιακή απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο (π.χ. 10'') ή σε ορισμένη κλίση ( σε mm/τρέχον μέτρο). (Σχ. Χα. 12 )



( Σχ. Χα. 12 ) Κοινό Άλφάδι (αεροστάθμη).



Η καθετότητα μια επιφάνειας ελέγχεται από το συνδυασμό αλφαδιού και γωνιάς . Εκτός από το κοινό αλφάδι (αεροστάθμη) υπάρχει και το αλφάδι με πλαίσιο, με το οποίο ελέγχουμε και την οριζοντιότητα και την καθετότητα των επιφανειών . Στο όργανο αυτό η κοινή αεροστάθμη τοποθετείται στο κάτω μέρος ενός ορθογώνιου πλαισίου κατασκευασμένου με μεγάλη ακρίβεια.(Σχ. Χα. 13)

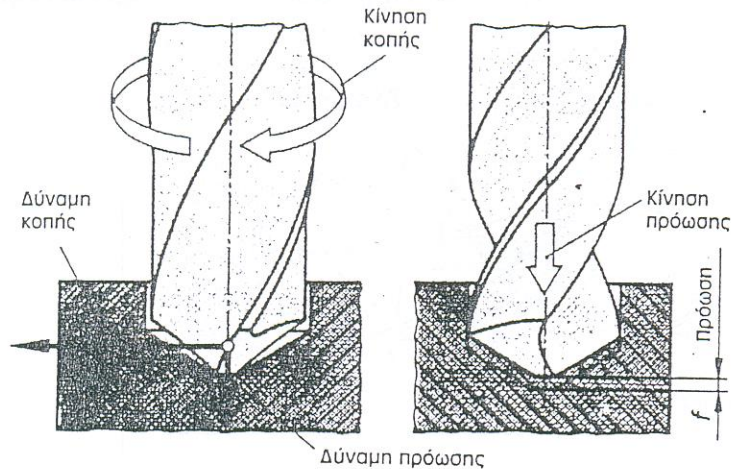


( Σχ. Χα. 13 )Αλφάδι με πλαίσιο.

## ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Η **διάτρηση** ή (τρύπημα) είναι συνηθισμένη κατεργασία στην τέχνη του μηχανουργού. Στη διάτρηση διακρίνει κανείς διάτρηση του συμπαγούς υλικού, τρυπήματα κυλινδρικών οπών σε διάφορα κομμάτια ή και αποπεράτωση (σε ακριβή διάσταση) οπών. Με το τρύπημα κατασκευάζονται ή διευρύνονται κυλινδρικές οπές με αφαίρεση υλικού.

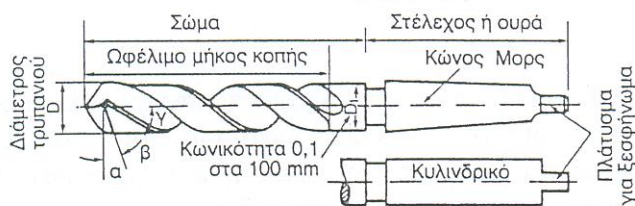
Στη διάτρηση το εργαλείο εκτελεί μια περιστροφική κίνηση κοπής και ταυτόχρονα μια πρόωση κατά την διεύθυνση του άξονα περιστροφής. Η **ταχύτητα κοπής V** εξαρτάται κυρίως από το υλικό του εργαλείου και το υλικό του αντικειμένου. Και εκφράζεται σε **m/min**. Η **πρόωση f** σε **mm** ανά στροφή, εξαρτάται κυρίως από την διάμετρο του εργαλείου και από τη μέθοδο διάτρησης που θα επιλέξουμε να κάνουμε. ( Σχ. Δια. 1 )



( Σχ. Δια. 1 ) Δυνάμεις και κινήσεις κατά τη διάτρηση

**Σε τρυπάνι** με δύο κόψεις το πάχος του αποβλήτου αντιστοιχεί στη μισή πρόωση. Λόγω της δύναμης εισέρχονται οι κόψεις του εργαλείου στο υλικό. Η δύναμη κοπής δημιουργείται λόγω της περιστροφικής κίνησης κοπής όπως φαίνονται στο σχήμα. Κατά τη διάτρηση αναπτύσσεται θερμότητα, η οποία **απάγεται** με το ψυκτικό υγρό, τα απόβλητα και το εργαλείο. Εκτός αυτού, το ψυκτικό **ελαττώνει** την τριβή και τη φθορά.

Το πλέον χρησιμοποιούμενο εργαλείο για διάτρηση είναι το **ελικοειδές τρυπάνι**. Έχει το σχήμα κυλινδρικής ράβδου, που διαμορφώνεται με κατάλληλες μηχανουργικές κατεργασίες σε **σώμα, κόψεις, και στέλεχος**. ( Σχ. Δια. 2 )

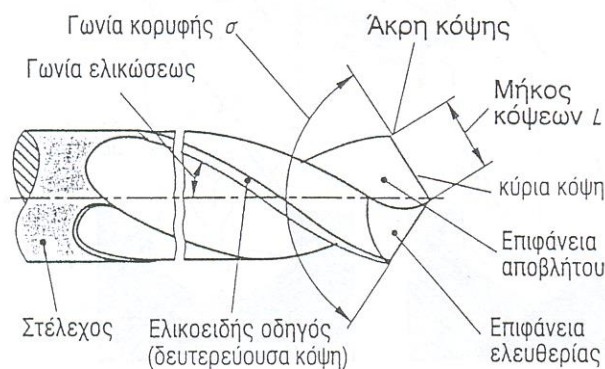


(Σχ. Δια. 2 ) Ελικοειδές τρυπάνι.

**Σώμα** ονομάζουμε το τμήμα του τρυπανιού, που φέρει τα **ελικοειδή αυλάκια Α**, τις **οδηγητικές λωρίδες Β** και που καταλήγει στις **κόψεις Γ και Δ** του σχήματος .

Το στέλεχος είναι το υπόλοιπο τμήμα του τρυπανιού, που προσαρμόζεται σε κατάλληλη υποδοχή (ή φωλιά) στην άτρακτο του δραπάνου.

Η κοπή του μετάλλου επιτυγχάνεται με τις δύο κύριες κόψεις του τρυπανιού, κάθε μία από τις οποίες είναι κανονικό κοπτικό εργαλείο. Οι κόψεις σχηματίζουν τη γωνία κορυφής του τρυπανιού  $\sigma$ , η οποία έχει μεγάλη σημασία για την διάτρηση.(Σχ. Δια. 3).



(Σχ.Δια.3 )

Τα αυλάκια του τρυπανιού κατασκευάζονται ελικοειδή για τους εξής λόγους:

- **α)** Για να σχηματίζονται οι κύριες κόψεις του τρυπανιού με την απαιτούμενη κάθε φορά γωνία αποβλήτου.
- **β)** για να κατσαρώνουν τα απόβλητα, να οδηγούνται εύκολα προς τα έξω και να απορρίπτονται.
- **γ)** Για να περνά το υγρό κοπής, που κατά βάση χρησιμοποιείται για να αποψύχει και να ελαττώνει την τριβή και επομένως τη θερμοκρασία κατά την διάρκεια της διάτρησης .
- **δ)** Και για την καλή οδήγηση του τρυπανιού κατά τον άξονα της τρύπας που ανοίγουμε, επιτυγχάνεται με της οδηγητικές λωρίδες.

Τα τρυπάνια κατασκευάζονται από ανθρακούχο χάλυβα εργαλείων περιεκτικότητα σε άνθρακα 1,00 έως 1,1% (τρυπάνια νερού: κατώτερης ποιότητας) ή από ταχυχάλυβα (τρυπάνια αέρος : ανώτερης ποιότητας). Και τα δύο αυτά είδη τρυπανιών είναι βαμμένα.

Το στέλεχος του τρυπανιού κολουροκωνικό κατά βάση, και κυλινδρικό. Σπάνια χρησιμοποιούμε τρυπάνια με στέλεχος που έχει άλλη μορφή.

Το μέγεθος του τρυπανιού καθορίζεται από την ονομαστική του διάσταση. Η διάμετρος αυτή μετριέται σε χιλιοστά (mm) ή σε ίντσες (")

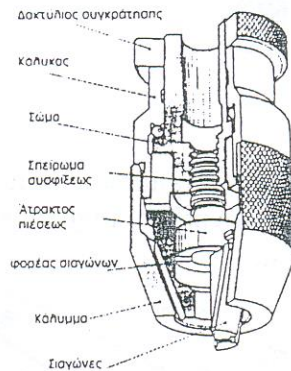
Τα σφάλματα στο τρόχισμα έχουν επίδραση στην ακρίβεια των διαστάσεων της οπής και στην διάρκεια ζωής του εργαλείου. για να αποφύγουμε αυτά τα σφάλματα πρέπει το τρόχισμα να γίνεται με επιμέλεια, και να ελέγχεται με κατάλληλους ελεγκτήρες.

### Σύστημα στερέωσης του τρυπανιού:

Για την στερέωσή του κοπτικού εργαλείου πάνω στην άτρακτο, συνήθως αποτελείται από τυποποιημένη κωνική υποδοχή, που φέρει η άτακτος στο κάτω μέρος της, για να υποδέχεται το κοπτικό εργαλείο με κωνικότητα ή το τσοκ πρόσδεσης.

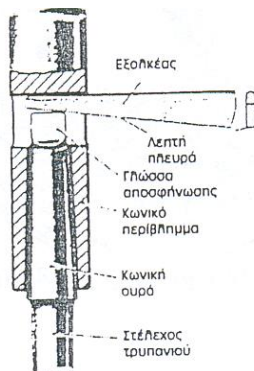
Τα κοπτικά εργαλεία με κυλινδρική ουρά διαμέτρου έως 12mm στερεώνονται σε τσοκ τριών σιαγόνων συσφίξεως. Το κοπτικό εργαλείο πρέπει να ακουμπά στον πυθμένα του τσόκ, για να μην μετακινηθεί βαθύτερα κατά την διάτρηση.

Οι ανάγκες στη μαζική παραγωγή μας αναγκάζουν να αλλάζουμε συχνά κοπτικά διαφορετικής διαμέτρου, τότε χρησιμοποιούμε τσοκ ταχείας συσφίξεως. Αυτά τα τσοκ κλείνουν και ανοίγουν χωρίς κλειδί, όμως η δύναμη συσφίξεως είναι υψηλή. (Σχ. Δια. 4)



( Σχ. Δια. 4 ) Τσόκ ταχείας συσφίξεως.

Τα μεγαλύτερα κοπτικά εργαλεία έχουν κατά κανόνα κωνική ουρά, οι μικροί κώνοι προσαρμόζονται στο εσωτερικό κώνο με τη βοήθεια ενδιάμεσων δακτυλίων. Η μεταφορά της δύναμης γίνεται με την τριβή στην κωνική επιφάνεια εδράσεως. Για την απομάκρυνση του κοπτικού από την άτρακτο, πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξολκέας. (Σχ. Δια. 5)



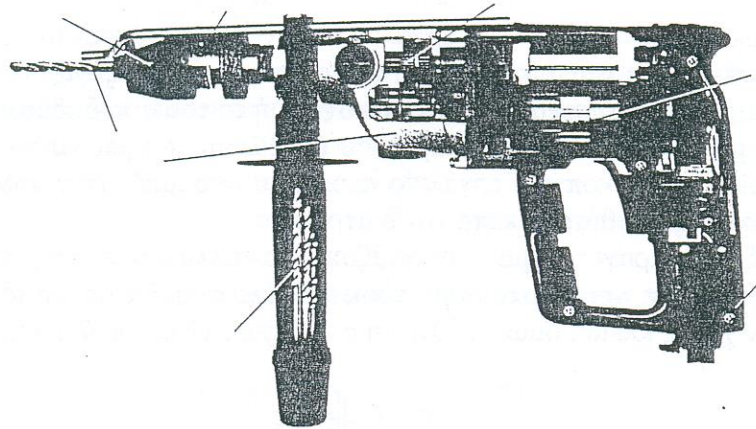
(Σχ. Δια. 5) Κωνική ουρά.

## Δράπανα:

Τα τρυπάνια όπως έχουμε αναφέρει, είναι εργαλεία που περιστρέφονται και συγχρόνως προωθούνται. Η κινήσεις αυτές επιτυγχάνονται με τις εργαλειομηχανές που ονομάζουμε **δράπανα**,

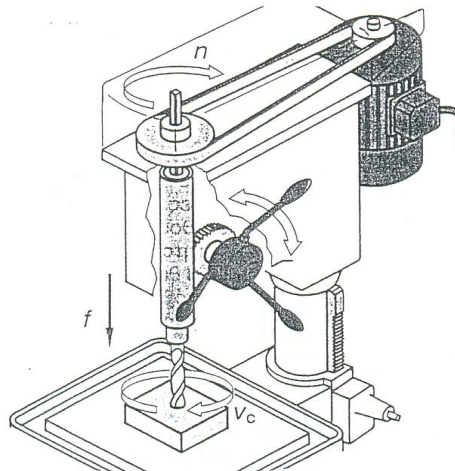
**Τα δράπανα** κατατάσσονται σύμφωνα με τη κατασκευαστική τους μορφή και τη χρήση τους.

- Σε δράπανα χειρός κινούνται ηλεκτρικά ή πνευματικά: Η στροφές τους συνήθως ρυθμίζονται αδιαβάθμιτα. Επειδή η δύναμη πρόωσης δίδεται με το χέρι και το δράπανο στηρίζεται στο χέρι. (Σχ. Δια. 6)



(Σχ. Δια. 6) Δράπανα χειρός.

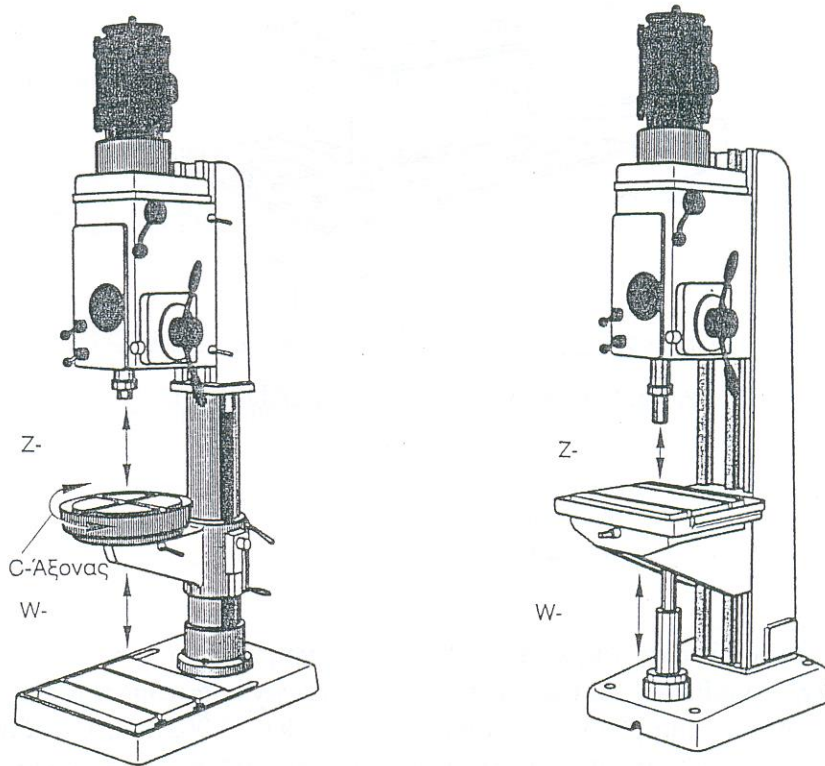
- Τα επιτραπέζια δράπανα: χρησιμοποιούνται για οπές έως 10 mm και κατασκευάζονται ή ως κανονικά ή ταχυδράπανα, και η κίνηση προώσεως γίνεται με το χέρι. (Σχ. Δια. 7)



(Σχ. Δια.7) Επιτραπέζια δράπανα

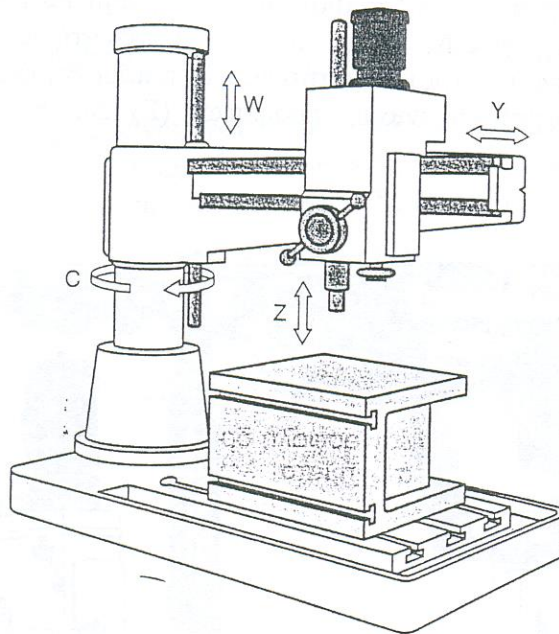
(Σχ. Δια.7) Επιτραπέζια δράπανα

- Τα δράπανα στήλης:** Είναι κατάλληλα για κατεργασίες μικρών και μεσαίου μεγέθους αντικειμένων. Αποτελούνται από τη βάση, τη στήλη, την άτρακτο, και το στρεπτό τραπέζι, του οποίου η θέση ρυθμίζεται καθ' ύψους. Η μετάδοση κίνησης γίνεται από τον ηλεκτροκινητήρα στην άτρακτο αδιαβάθμιτα, ή μέσω κιβωτίου ταχυτήτων. Και η πρόωση εκτελείται από την άτρακτο μέσω κιβωτίου μηχανισμού προώσεων. (Σχ. Δια. 8)



(Σχ. Δια. 8 ) Δράπανο στήλης.

- Τα ακτινωτά δράπανα ή (RADIAL).** Τα ακτινωτά δράπανα χαρακτηρίζονται από το ότι ο βραχίονας του δραπεάνου μπορεί να περιστραφεί γύρω από τον άξονα της κολώνας και επιπλέον να μετατοπίζεται κατακόρυφα. Και το κιβώτιο ταχυτήτων με την άτρακτο μπορεί να μετατοπισθεί οριζόντια πάνω στον βραχίονα. Το χρησιμοποιούμε κυρίως για την κατεργασία μεγάλων αντικειμένων, που δύσκολα μετακινούνται κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. (Σχ. Δια. 9 ).



(Σχ.δια. 9 ) Ακτινωτό δρόπανο (RADIAL ).

- **Και τα δρόπανα ακριβείας.** Τα οποία χρησιμοποιούνται για τρυπήματα υψηλής ακριβείας. Αυτές είναι συνήθως μηχανές αυτόματου έλεγχου CNC. Μπορούν να τηρηθούν αποστάσεις με ακρίβεια 0,002mm. Οι οδηγί και τα έδρανα κατασκευάζονται με μεγάλη φροντίδα και η φέρουσα κατασκευή είναι μεγάλης ακαμψίας. Εκτός αυτού, οι περιπτώσεις εφαρμογής μιας τέτοιας μηχανής είναι τόσο διευρυμένες, ώστε το τραπέζι της μηχανής να μπορεί να κινηθεί και προς τους 3 άξονες . Οι μηχανές αυτές τοποθετούνται σε κλιματιζόμενους χώρους.

### Συνθήκες κοπής:

Κατά την κατεργασία ενός αντικειμένου σε μια εργαλειομηχανή διάτρησης, δεν επιτρέπεται η τυχαία τοποθέτηση των στροφών. Ο κατάλληλος αριθμός των στροφών εξαρτάται από τη **διάμετρο του τρυπανιού ,το υλικό του εργαλείου και του τεμαχίου** το οποίο θα κατεργαστούμε. Για τον υπολογισμό των στροφών, χρειάζεται κανείς την επιτρεπόμενη για την περίπτωση **ταχύτητα κοπής**, η οποία εξασφαλίζει, ότι το τρυπάνι δε θα φθαρεί νωρίς και ότι η κατεργασία είναι οικονομική .

Η **ταχύτητα κοπής (V)** δίδεται από τη σχέση 
$$V = \frac{\Pi.D.N}{1000} \text{ (M / MIN)}$$

**Όπου:**     **D:** Διάμετρος κοπτικού εργαλείου.

**Όπου:**     **N:** Αριθμός στροφών κοπτικού εργαλείου.

Η εκλογή της ταχύτητας κοπής εξαρτάται από το είδος του υλικού που κατεργαζόμαστε. Από πειράματα και εφαρμογές που έγιναν κατά καιρούς , δημιουργήθηκαν ειδικοί πίνακες ταχυτήτων κοπής.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ (1)

#### Κανονικές ταχύτητες κοπής για τρυπάνια από ταχυγάλυβα.

Υλικό	Ταχύτητα κοπής V μέτρα στο λεπτό	Υλικό	Ταχύτητα κοπής V μέτρα στο λεπτό
Αλουμίνιο	90 - 120	Χάλυβας με αντοχή σε εφελκυσμό kg/mm <sup>2</sup>	
Μπρούτζος	27 - 30	30 - 40	22 - 30
Χυτοσίδ. Μαλακός	20 - 35	50 - 70	18 - 25
Χυτοσίδ. σκληρός	15 - 25	80 - 90	15 - 20
Ορείχαλκος	75 - 100		

Για τρυπάνια από ανθρακούχο χάλυβα (του νερού) η ταχύτητα κοπής θα είναι περίπου η μισή, από ότι είναι στον πίνακα για ταχυγάλυβα.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα κοπής είναι η πρόωση. Δηλαδή με τη ταχύτητα θα μετακινείται το κοπτικό εργαλείο ως προς το κομμάτι που κατεργαζόμαστε.

Η πρόωση ( **f** ) (m/min).

Το βάθος κοπής ( **B** ) (mm).

Η διάρκεια ζωής ( **T** ) του κοπτικού εργαλείου.



Ακόμη ο χρόνος που απαιτείται για τη διάτρηση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$t = \frac{l}{h * f}$$

Όπου :

**h** =στροφές/ λεπτό

**f** = πρόωση/ στροφή

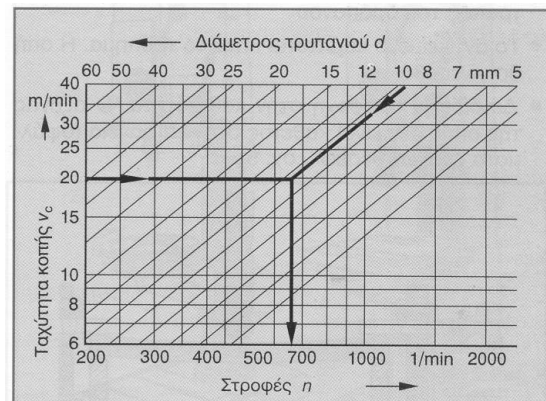
**l** = μήκος διάτρησης (mm)

**t** = χρόνος διάτρησης (min)

### Η ταχύτητα κοπής και πρόωσης.

Ταχύτητα κοπής και πρόωση			
Υλικό	Ταχύτητα κοπής $v_c$ σε m/min		Πρόωση $f$ σε m/min
	HSS	HM	
St έως $R_m=400$ N/mm <sup>2</sup> =600 =800	25	80	0,04...0,8
	22	60	0,03...0,6
	18	40	
GG, GT, GS	15...25	40...70	0,05...1,0
Χάλυβας εργαλείων	5...10	20...30	0,025...0,5
Cu-Zn-Κράμα	30...80	80...125	0,05...1,0
Al-Κράμα	35...150	100...200	0,05...1,0

### Διάγραμμα ταχύτητας κοπής.



### Παράδειγμα:

Σε ένα κομμάτι από μαλακό χυτοσίδηρο θα ανοίξουμε μια οπή με τρυπάνι ελικοειδές από ταχυχάλυβα διαμέτρου 10mm. Με πόσες στροφές το λεπτό θα πρέπει να δουλέψει το δράπανο , ώστε ούτε να υπερθερμανθεί το τρυπάνι , αλλά και ούτε να δουλεύει αργά εις βάρος του χρόνου παραγωγής .

### Λύση:

Από τον πίνακα (1) βλέπουμε ότι η επιτρεπόμενη ταχύτητα για μαλακό χυτοσίδηρο είναι 20 έως 35m/min, όταν το εργαλείο είναι από ταχυχάλυβα. Εμείς θα πάρουμε μια ενδιάμεση ταχύτητα 25m/min.

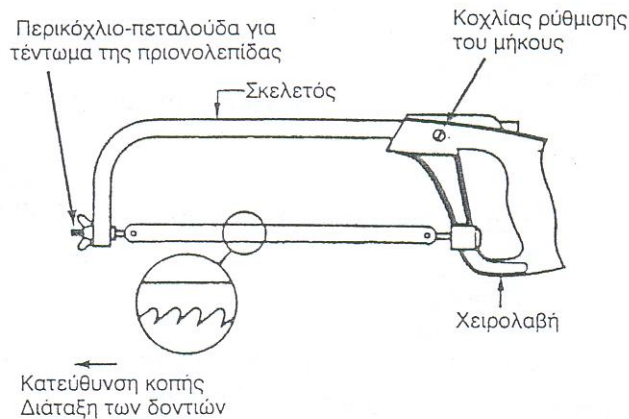
$$V = \frac{\pi * D * N}{1000} \text{ ( m/min )}$$

$$h = \frac{V * 1000}{\pi * D} = \frac{25 * 1000}{3,14 * 10} = \frac{25,000}{31,4} = 796 \text{ στρ/min}$$

## Πριόνια

### Μεταλλοπρίονα χειρός

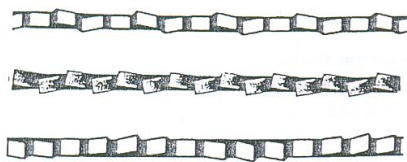
Τα **πριόνια** που ενδιαφέρουν το μηχανουργό είναι αυτά που κόβουν μέταλλα και ονομάζονται γι' αυτό **μεταλλοπρίονα**. Ανήκουν στην κατηγορία των κοπτικών εργαλείων με πολλές κόψεις και διακρίνονται στα **πριόνια χειρού** και στα **μηχανοπρίονα**, η ισχύς των οποίων παρέχεται από ηλεκτροκινητήρα.



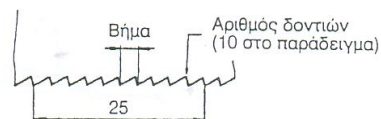
Τα μέρη ενός μεταλλοπρίονου.

Τα κύρια μέρη ενός μεταλλοπρίονου είναι:

- Ο χαλύβδινος **σκελετός**, σταθερός ή ρυθμιζόμενος, για να δέχεται λάμες διαφορετικού μήκους.
- Η **πριονολεπίδα** (ή πριονόλαμα ή σέγα), από ανθρακούχο χάλυβα εργαλείων ή από ταχυχάλυβα με περιεκτικότητα βολφραμίου 14%. Οι πριονολεπίδες υφίστανται βαφή και επαναφορά, για να αποκτήσουν τη σκληρότητα που απαιτείται. Οι πριονολεπίδες μπορεί να έχουν δόντια στη μία πλευρά (μονόπλευρες) ή και στις δύο πλευρές (αμφίπλευρες). Διατίθενται σε τυποποιημένα μεγέθη των 150, 200 και 300 mm.
- Η **χειρολαβή** η οποία είναι από ξύλο ή πλαστικό και
- Το περικόχλιο (**πεταλούδα**), που χρησιμεύει στο τέντωμα της πριονόλαμας .



Απλή και κυματοειδής αμφοδόντωση.



Βήμα –πυκνότητα δοντιών.

Τα δόντια των λεπίδων, εκ κατασκευής, δεν ευθυγραμμίζονται το ένα πίσω από το άλλο, αλλά προεξέχουν στα πλάγια. Η διάταξη αυτή των δοντιών λέγεται **αμφοδόντωση** ή τσαπράζωμα και οδηγεί στην αύξηση του πλάτους του αυλακιού που σχηματίζεται κατά το πριόνισμα, με αποτέλεσμα να μην έχουμε τριβή της πριονολεπίδας στα τοιχώματα του αυλακιού (μικρότερη αντίσταση και φθορά), αλλά και να διευκολύνεται η αποβολή του αποβλήτου.

Κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα της πριονολεπίδας είναι η **πυκνότητα** των δοντιών και το **βήμα** της οδόντωσης.

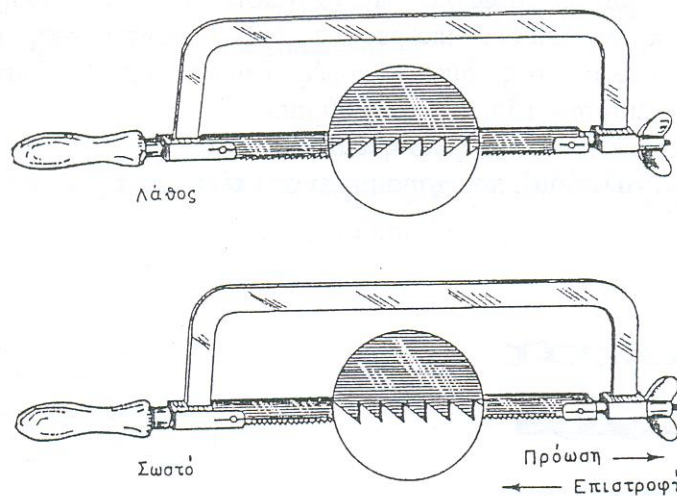
- **Πυκνότητα** των δοντιών ονομάζουμε τον αριθμό των δοντιών που περιλαμβάνονται σε μήκος 25mm ή μιας 1''.
- **Βήμα** της οδόντωσης ονομάζουμε την απόσταση ανάμεσα στις κόψεις δύο διαδοχικών δοντιών.

Η επιλογή της πριονολεπίδας εξαρτάται από δύο παράγοντες : τη σκληρότητα του υλικού και το πάχος του κομματιού. Ισχύει:

- **Σκληρό υλικό** : πριονολεπίδα με μικρό βήμα.
- **Μαλακό υλικό**: πριονολεπίδα με μεγάλο βήμα (για να μην στομώνει).
- **Μεγάλο πάχος κομματιού**: μεγάλο βήμα πριονολεπίδας.
- **Μικρό πάχος κομματιού** : μικρό βήμα πριονολεπίδας.

Φροντίζουμε πάντως το πάχος της διατομής να είναι ίσο με 2-3 τουλάχιστον βήματα της οδόντωσης, διαφορετικά η κοπή γίνεται με δυσκολία αλλά επιπλέον υπάρχει κίνδυνος φθοράς των δοντιών.

Τέλος, η φορά των δοντιών πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η ενεργός διαδρομή να είναι προς τα εμπρός και όχι προς τα πίσω.



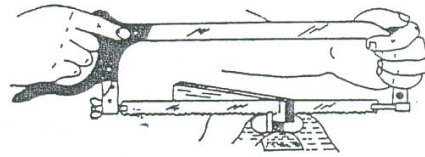
Ορθή και λανθασμένη προσαρμογή της πριονολεπίδας.

## Πώς τα χρησιμοποιούμε :

- Συγκρατούμε κατάλληλα το κομμάτι, στο οποίο έχουμε ήδη χαράξει το σχέδιο κατεργασίας (η απόσταση του σημείου κοπής από το σημείο σύσφιξης να μην ξεπερνά τα 8mm, ιδίως σε μέταλλα με λεπτό πάχος). Η πριονολεπίδα πρέπει να είναι σωστά τοποθετημένη και καλά τεντωμένη. Έχοντας υπόψη ότι το πριόνισμα δεν είναι κατεργασία ακριβείας, πρέπει να υπολογίσουμε και το υλικό που θα αφαιρεθεί κατά την τελική κατεργασία (π.χ. λιμάρισμα).

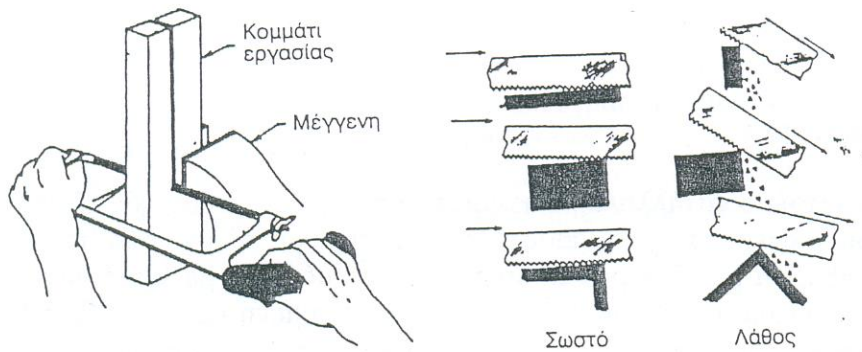


Σωστή θέση κατά το πριόνισμα.



Σωστό κράτημα του πριονιού.

- Κατά το πριόνισμα διατηρούμε όρθιο το σώμα μας. Το μεταλλοπρίονο πρέπει να είναι κάθετο προς το υλικό που θα κόψουμε. Με το ένα χέρι κρατάμε τη χειρολαβή και με το άλλο πιέζουμε ελαφρά το σκελετό κατά την ενεργό διαδρομή του. Κατά την επιστροφή (νεκρή διαδρομή) δεν πιέζουμε το σκελετό, αλλ' απλώς τον οδηγούμε. Η διαδρομή του πριονιού πρέπει να είναι λίγο μικρότερη από το μήκος της πριονολεπίδας. Οι κινήσεις μας πρέπει να είναι σταθερές και ρυθμικές, να κινούνται μόνο τα χέρια και όχι το σώμα μας και, σε καμιά περίπτωση, δε ρίχνουμε το βάρος του σώματος μας στο πριόνι.
- Για να κόψουμε κομμάτια με ακμές, δίνουμε στο πριόνι μια μικρή κλίση προς τα εμπρός, διαφορετικά το πριόνισμα γίνεται δύσκολο και υπάρχει κίνδυνος θραύσης των δοντιών του πριονιού.
- Για να κόψουμε πλατιά κομμάτια, περιστρέφουμε τη λεπίδα σε γωνία 90° ως προς το σκελετό.
- Οι πριονολεπίδες σπάζουν, όταν είναι χαλαρές, όταν σφηνώνουν στο κομμάτι, όταν η κίνηση του πριονιού δεν είναι σταθερή, όταν η πίεση που ασκούμε στο πριόνι είναι υπερβολική και επίσης, όταν το κομμάτι δεν είναι καλά στερεωμένο στη μέγγενη και γλιστράει, οπότε μπορεί να στρεβλώσει και να σπάσει η πριονολεπίδα.



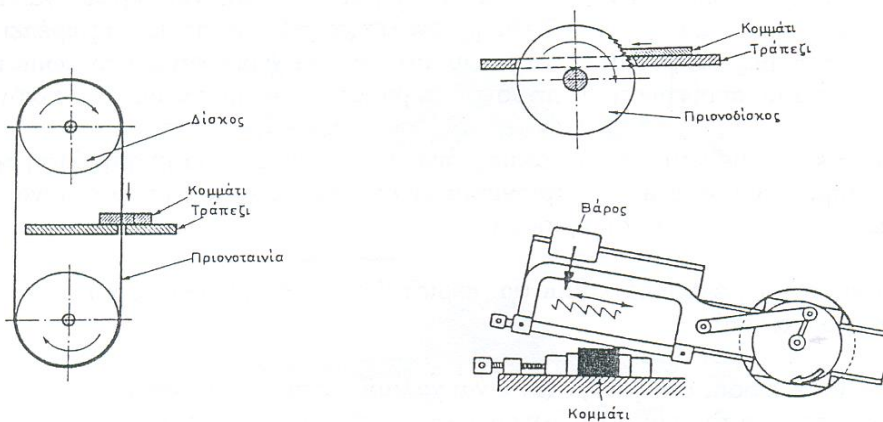
Σωστή χρήση του πριονιού.

- Μετά από κάθε χρήση του πριονιού χαλαρώνουμε την πριονολεπίδα, για να αυξήσουμε τη διάρκεια ζωής της. Αν η πριονολεπίδα έχει σπασμένα δόντια, τότε την αντικαθιστούμε.

### Μηχανικά μεταλλοπρίονα:

Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας, διακρίνουμε τα **μηχανικά μεταλλοπρίονα** σε τρία είδη:

- Τα παλινδρομικά μεταλλοπρίονα. Στα παλινδρομικά μεταλλοπρίονα, η κίνηση στην πριονολεπίδα μεταδίδεται από ένα μηχανισμό στροφάλου. Για την πίεση της πριονολεπίδας στο κομμάτι κατά το πριόνισμα, χρησιμοποιείται κατάλληλο βάρος ανάλογα με την εργασία που εκτελούμε.
- Τα μεταλλοπρίονα με ατέρμονα πριονοταινία (πριονοκορδέλες). Η πριονοταινία προσαρμόζεται γύρω από δύο δίσκους από τους οποίους ο κατώτερος της μεταδίδει την κίνηση.
- Τα περιστροφικά μεταλλοπρίονα χρησιμοποιείται πριονόδισκος. Η περιστροφική κίνηση δίδεται στο δίσκο από ένα κιβώτιο ταχυτήτων .



Είδη μηχανικών μεταλλοπρίονων.

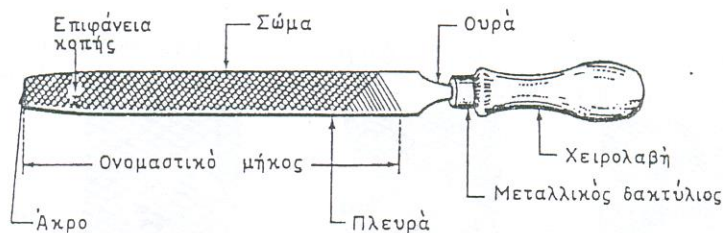
Αρχή λειτουργίας τους.

## ΛΙΜΕΣ

Το λιμάρισμα είναι μία κατεργασία κατά την οποία η επιφάνεια ενός κομματιού μπορεί να πάρει ένα ορισμένο σχήμα με την αφαίρεση υλικού κατεργασίας. Το λιμάρισμα εφαρμόζεται στις κατασκευές μηχανολογικών εξαρτημάτων, καλουπιών, καθώς και σε εργασίες επισκευών, καθαρισμός επιφανιών και απομάκρυνση προεκταμάτων (γρεζιών).

### Λίμα:

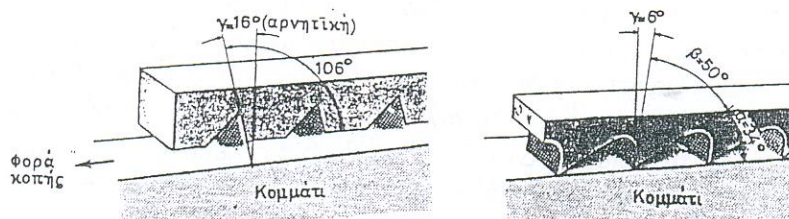
Οι λίμες είναι εργαλεία κοπής με πολλές κόψεις για αφαίρεση υλικού σε ελάχιστες ποσότητες από το αντικείμενο που κατεργαζόμαστε. Η λίμα κατασκευάζεται από κραματοχάλυβα εργαλείων με καμίνευση (σφυρηλασία). Τα δόντια της λίμας διαμορφώνονται με κοπίδιασμα ή φρεζάρισμα κατόπιν η λίμα βάφεται (σκλήρυνση). Για την στερέωση της λαβής της λίμας προβλέπεται ένα αιχμηρό τμήμα (ουρά) στη λίμα, από ξύλο ή πλαστικό, τοποθετείται ένας μεταλλικός δακτύλιος ο οποίος έχει σκοπό να παρεμποδίσει πιθανό σχίσιμο της λαβής, όταν αυτή σφηνώνεται στο αιχμηρό τμήμα.



Πλατιά λίμα.

### Η μορφή της οδοντώσεως :

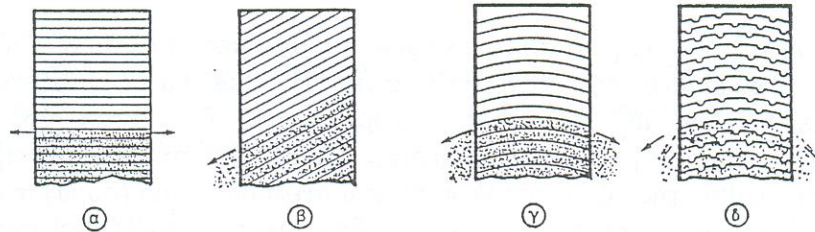
Τα δόντια της λίμας, τα οποία κατασκευάζονται με κοπίδιασμα έχουν αρνητική γωνία αποβλήτων, η οποία ανάλογα με το βήμα της οδοντώσεως είναι  $-2^\circ$  έως  $-15^\circ$ . Τα δόντια της λίμας, τα οποία κατασκευάζονται με φρεζάρισμα έχουν θετική γωνία αποβλήτου έως  $16^\circ$  και συνήθως μεγάλο βήμα. Στο σχήμα βλέπουμε οδοντώσεις με κοπίδιασμα και φρεζάρισμα.



Οδοντώσεις με κοπίδιασμα και φρεζάρισμα.

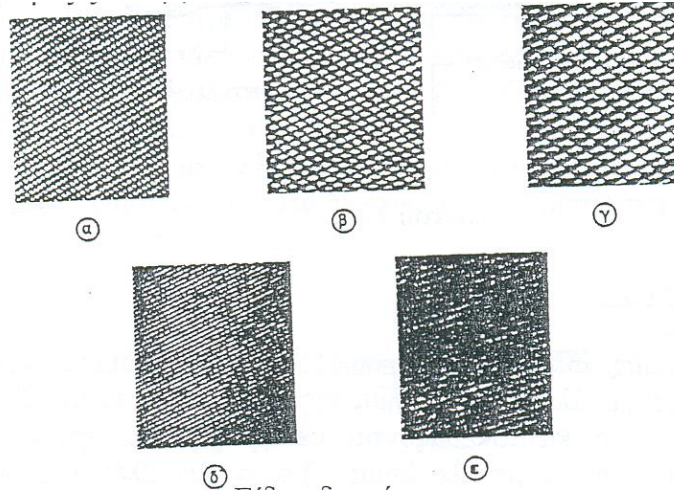
## Είδη οδοντώσεων:

Με την γραμμική διάταξη των δοντιών δημιουργούνται τα αυλάκια. Για να είναι δυνατή η απομάκρυνση των αποβλήτων, τα οποία δημιουργούνται κατά το λιμάρισμα, σχηματίζονται τα αυλάκια υπό γωνία ως προς τον άξονα της λίμας ή τοξοειδή όπως φαίνονται στο σχήμα διάταξη οδοντώσεως.



Διάταξη οδοντώσεως.

Ανάλογα με το είδος των αυλάκων έχουμε λίμες απλής οδοντώσεως και διπλής, καθώς και τις λίμες ξυλουργού (ράσπες). Στο σχήμα φαίνονται τα είδη οδοντώσεων.



Είδη οδοντώσεων.

- Η λίμα απλής οδοντώσεως κατασκευάζεται με κοπίδιασμα για κατεργασία μαλακών υλικών. Π.χ. κασσιτέρου, ψευδαργύρου, μολύβδου, αλουμινίου.
- Η λίμες διπλής οδοντώσεως δημιουργείται με διπλή αυλάκωση, είναι η κατώτερη και η δεύτερη ή ανώτερη αυλάκωση. Οι δύο αυλακώσεις διασταυρώνονται. Το βήμα της κάτω αυλακώσεως είναι κατά κανόνα μεγαλύτερο της άνω. Με αυτών τον τρόπο δημιουργούνται δόντια, τα οποία είναι μετατοπισμένα πλευρικά. Με αυτήν την μετατόπιση αποφεύγεται η δημιουργία αυλακώσεων στα αντικείμενα κατά το λιμάρισμα. Οι λίμες διπλής οδοντώσεως είναι κατάλληλες για την κατεργασία σκληρότερων υλικών, όπως π.χ. χάλυβα, χυτοσίδηρος, ορείχαλκος, και πλαστικά υλικά.

- Οι λίμες ξυλουργού (ράσπες) έχουν σημειακή διάταξη των δοντιών, μακριά το ένα από το άλλο και κατασκευάζονται με κοπίδιασμα. Είναι κατάλληλες για την κατεργασία ξύλου, δέρματος, φελλού, και ελαστικού.
- Οι φρεζαριστές λίμες συνήθως κατασκευάζονται με τοξοειδή διάταξη δοντιών ή λοξή. Είναι απλής οδοντώσεως και έχουν πλάγια προς τα αυλάκια εσοχές για το σπάσιμο των αποβλήτων.

Οι λίμες και οι ράσπες που κατασκευάζονται με κοπίδιασμα κατατάσσονται σε κατηγορίες με τους ενδεικτικούς αριθμούς 1 έως 8. Οι λίμες των μηχανουργιών κατατάσσονται στις κατηγορίες 1 έως 4, οι λίμες ακριβείας έως την κατηγορία 8 και η ράσπες από 1 έως 3 και 5.

Ο αριθμός οδόντων στις λίμες είναι το πλήθος των σε 1cm μετρούμενο κατά την έννοια του μήκους της λίμας. Στης ράσπες είναι ο αριθμός των οδόντων ανά cm<sup>2</sup> επιφανείας της ράσπας.

Όσο αυξάνεται ο ενδεικτικός αριθμός της κατηγορίας της λίμας και ταυτόχρονα ελαττώνεται το μήκος της, αυξάνεται το πλήθος των οδόντων, δηλαδή το βήμα της οδοντώσεως γίνεται μικρότερο. Μια κοντή λίμα με αριθμό 3 έχει μεγαλύτερο πλήθος οδόντων και συνεπώς λεπτότερο βήμα από ότι μια μεγαλύτερη λίμα με τον ίδιο ενδεικτικό αριθμό.

Στα φρεζαριστά δόντια διακρίνουμε τις οδοντώσεις 1,2 και 3 για : χονδρική, μέση και λεπτή.

**Για την εκλογή της λίμας σύμφωνα την οδόντωση ισχύει ο παρακάτω κανόνας :**

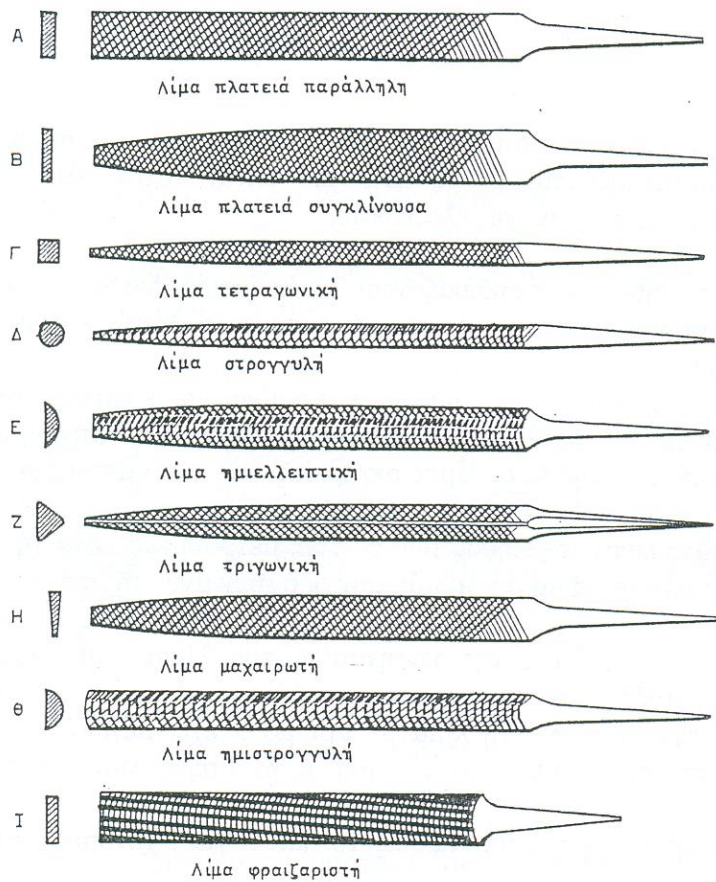
- Μαλακό υλικό ή ξεχονδρίσματος: χονδρική οδόντωση, μεγάλο βήμα και μικρός ενδεικτικός αριθμός κατηγορίας.
- Σκληρό υλικό ή αποπεράτωση: λεπτή οδόντωση, μικρό βήμα και μεγάλος ενδεικτικός αριθμός κατηγορίας.

### **Είδη λιμών:**

Στης **λίμες χειρός** ανήκουν οι λίμες μηχανουργού και οι λίμες ακριβείας. Διακρίνονται σύμφωνα με το μήκος τους και την πυκνότητα οδόντωσή τους, και ιδίως με την **μορφή** του γεωμετρικού σχήματος της λίμας που έχει η διατομή τους. Στο σχήμα φαίνονται τα **είδη των λιμών** ανάλογα με την μορφή τους.

Στης **λίμες μηχανών** (μηχανικές λίμες) διακρίνει κανείς τις περιστρεφόμενες και παλινδρομικές λίμες. Οι περιστρεφόμενες λίμες με στέλεχος χρησιμεύουν για τη διαμόρφωση εσωτερικών ή εξωτερικών καμπύλων επιφανειών. Οι παλινδρομικές λίμες χρησιμοποιούνται στα παλινδρομικά μηχανήματα λίμας.

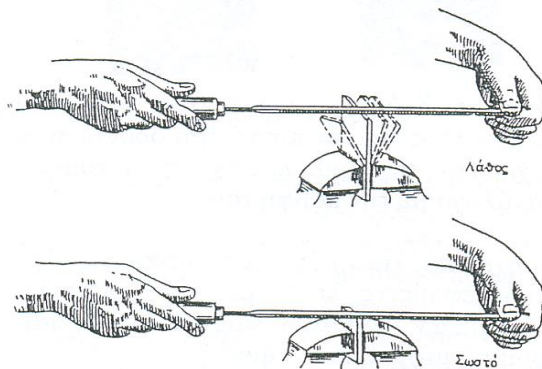




Είδη λιμών.

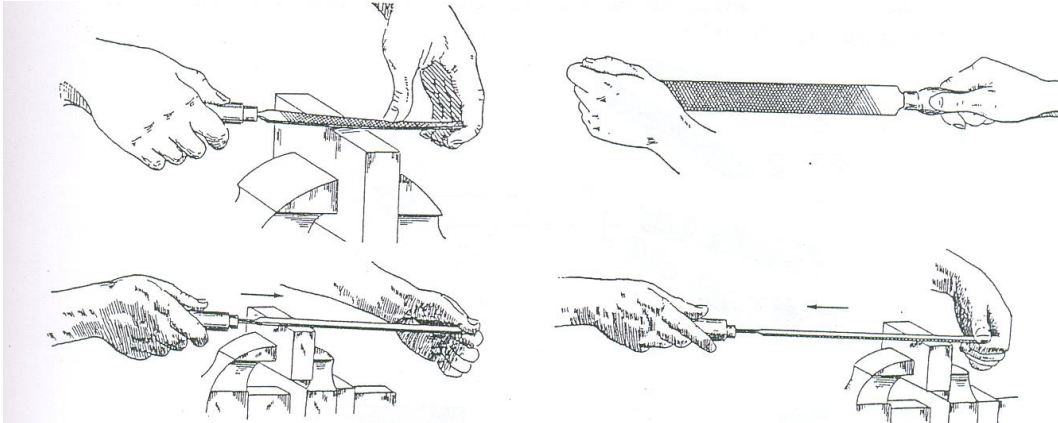
**Πως τη χρησιμοποιούμε :**

Συγκρατούμε σταθερά και στο σωστό ύψος το κομμάτι που θα κατεργαστούμε (να εξέχει το πολύ 5mm από τις σιαγόνες της μέγγενης, ιδίως αν είναι λεπτό, ώστε να αποφύγουμε της ταλάντωσή του ). Στο σχήμα φαίνεται η σωστή και η λάθος στερέωση του κομματιού. Στη συνέχεια :



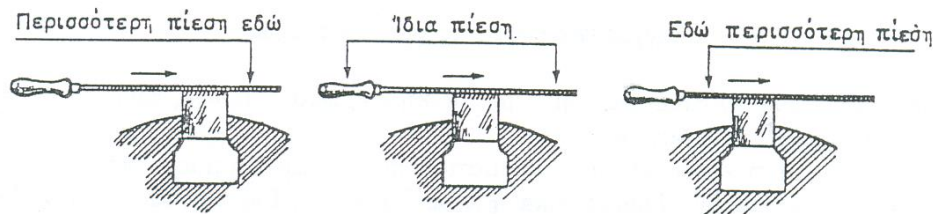
Ορθή και λανθασμένη στερέωση του κομματιού στη μέγγενη.

- Επιλέγουμε την κατάλληλη λίμα για την εργασία που θα εκτελέσουμε .
- Για ξεχόνδρισμα επιλέγουμε πλατειά λίμα με διπλή οδόντωση. για αποπεράτωση χρησιμοποιούμε λίμες για λεπτή η πολύ λεπτή κατεργασία με απλή οδόντωση.
- Αν το υλικό που θα κατεργαστούμε είναι μαλακό μέταλλο, ξεκινάμε από λίμα ξεχονδρίσματος , αν είναι μαλακός χάλυβας , αρχίζουμε με λίμα μέσης κατεργασίας και αν είναι σκληρός χάλυβας αρχίζουμε με λίμα λεπτής κατεργασίας.
- Όσο μεγάλο είναι το μέγεθος του κομματιού τόσο μεγαλύτερο πρέπει να είναι και το μήκος της λίμας που επιλέγουμε.
- Τέλος για σκληρά γενικώς υλικά χρησιμοποιούμε λίμες με διπλή οδόντωση, ενώ για βαμμένους χάλυβες με μεγάλη σκληρότητα χρησιμοποιούμε λίμες με ειδική οδόντωση διαμαντέ.
- Πριν το λιμάρισμα πρέπει να έχει προηγηθεί η χάραξη.
- Κατά το λιμάρισμα κρατάμε με το ένα χέρι τη χειρολαβή και με το άλλο πιέζουμε το σώμα της λίμας κατά την ενεργό της διαδρομή.



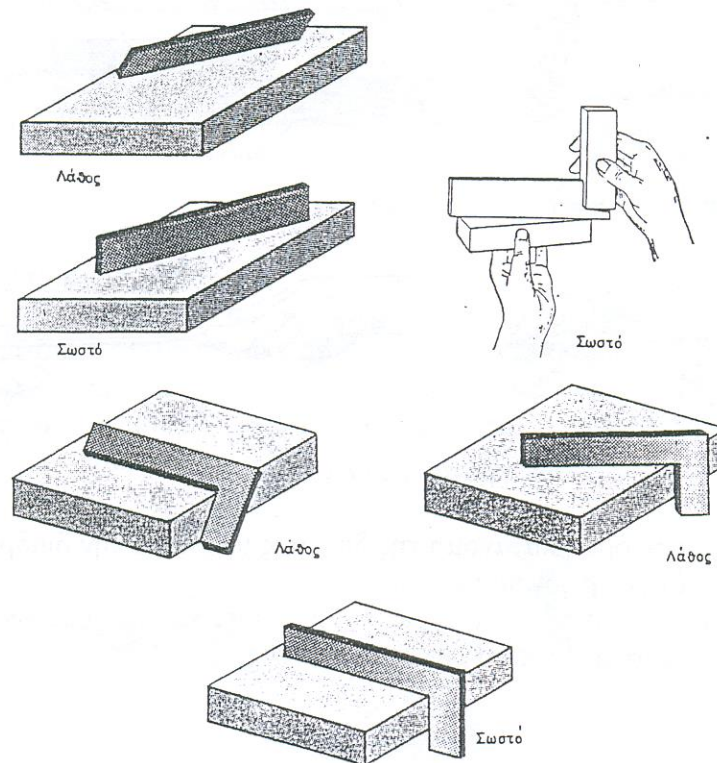
Πώς κρατάμε τη λίμα .

- Φροντίζουμε για την ορθή κατανομή της δύναμής μας κατά την διαδρομή κοπής, ώστε να πετυχαίνουμε οριζόντια κίνηση.
- Οι κινήσεις θα πρέπει να είναι σταθερές και ρυθμικές και να μετακινούνται μόνο τα χέρια μας και όχι ολόκληρο το σώμα μας .



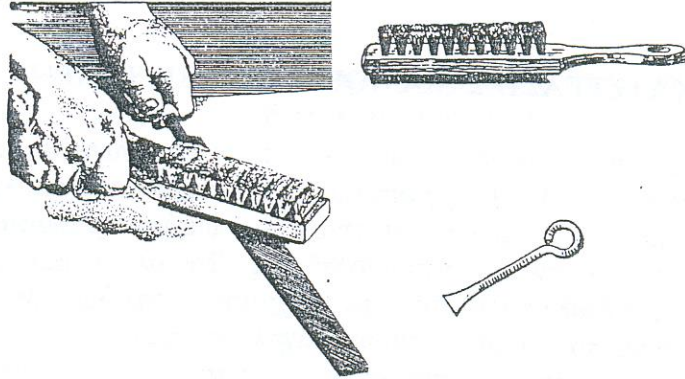
Πώς πιέζουμε τη λίμα κατά τη διαδρομή κοπής.

- Κατά το λιμάρισμα επιφανειών με μικρές διαστάσεις κινούμε τη λίμα διαγωνίως σε όλο το μήκος του κομματιού. Αφαιρούμε έτσι υλικό ομοιόμορφα απ' όλη την επιφάνεια του.
- Ελέγχουμε τακτικά την επιπεδότητα της επιφάνειας που κατεργαζόμαστε με μεταλλικούς κανόνες ή γωνίες ελέγχου. Τοποθετούμε τον κανόνα ή τη γωνιά πάνω στην επιφάνεια του κομματιού που πρόκειται να ελέγξουμε, παρατηρώντας μεταξύ της έδρας του κανόνα και της επιφάνειας, βλέπομε φωτεινή χαραγή. Αν η φωτεινή αυτή χαραγή είναι ισοπαχής σε όλο το μήκος της τότε ή ελεγχόμενη επιφάνεια είναι επίπεδη. Αν αντίθετα η φωτεινή χαραγή είναι ανισόπαχη, τότε πρέπει να κατεργασθούμε την περιοχή της επιφάνειας, όπου η χαραγή είναι λεπτότερη και να επαναλάβουμε τον έλεγχο πολλές φορές, μέχρι να επιτύχουμε ισοπαχή φωτεινή χαραγή.
- Για τον έλεγχο της καθετότητας επιφανειών χρησιμοποιούμε πρακτικά, ελεγκτικές ορθές γωνίες ακολουθώντας την ίδια διαδικασία όπως και προηγούμενα, μέθοδο ελέγχου.



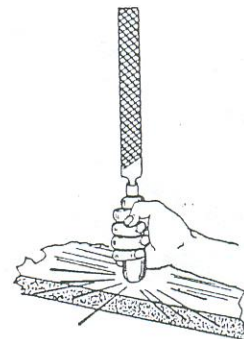
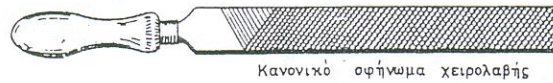
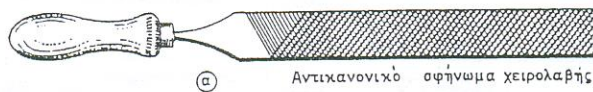
Έλεγχος επιπεδότητας και καθετότητας

- Καθαρίζουμε τακτικά τις λίμες με ειδική συρματοβουρτσα, ιδίως όσες έχουν μεγάλη πυκνότητα δοντιών.
- Η λίμα και η επιφάνεια του κομματιού που κατεργαζόμαστε πρέπει να είναι καθαρές από λάδια, διαφορετικά η λίμα δεν κόβει. Για την αφαίρεση λαδιού ή γράσου τρίβουμε στη λίμα κιμωλία και στη συνέχεια την καθαρίζουμε με συρματοβουρτσα.



### Καθαρισμός λίμας .

- Δεν χρησιμοποιούμε ποτέ τη λίμα αν δεν είναι καλά στερεωμένη η χειρολαβή της, είναι δυνατόν να φύγει από τη χειρολαβή και να προξενήσει τραυματισμό. Η χειρολαβή σφηνώνεται στην ουρά της λίμας με ελαφρά κτυπήματα πάνω στο τραπέζι εργασίας όπως φαίνεται στο σχήμα .



### Σφήνωμα της χειρολαβής στην ουρά της λίμας.

- Την λίμα δεν τη χρησιμοποιούμε ποτέ για άλλη εργασία εκτός από το λιμάρισμα όπως π.χ. ως μοχλό ή σφυρί.
- Μετά τη χρήση τους τις καθαρίζουμε και τις τοποθετούμε στις προβλεπόμενες θέσεις. Οι λίμες δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή μεταξύ τους ή με άλλα εργαλεία.

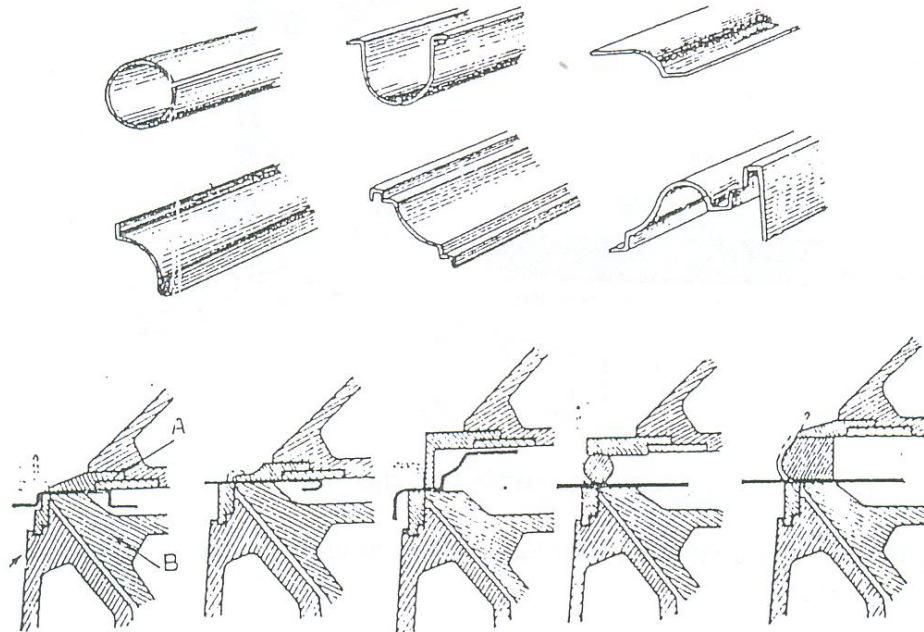
## ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΝ ΨΥΧΡΩ

Οι κατεργασίες διαμόρφωσης εν ψυχρώ εκτελούνται συνήθως σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Τα υλικά που θα κατεργαστούμε πρέπει να είναι ελατά και όλκιμα, ώστε να μην υφίσταται ρωγμές ή σπασίματα κατά τη διαμόρφωσή τους. Διαφορετικά, είμαστε αναγκασμένοι να κάνουμε ενδιάμεσες ανοπτήσεις. Τα υλικά που διαμορφώνονται εύκολα εν ψυχρώ είναι μέταλλα και κράματα με χαμηλό όριο διαρροής(π.χ. ο μαλακός χάλυβας, το αλουμίνιο και τα κράματά του, ο ορείχαλκος κτλ.).

Τα φορτία που απαιτούνται για να επιτύχουμε μια διαμόρφωση εν ψυχρώ είναι πολύ μεγάλα, για δύο λόγους:

- Τα μέταλλα υφίστανται σκλήρυνση μετά από μια έντονη πλαστική παραμόρφωση εν ψυχρώ.
- Στη θερμοκρασία περιβάλλοντος το όριο διαρροής τους είναι πολύ υψηλό.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν γιατί τα κομμάτια που διαμορφώνουμε εν ψυχρώ έχουν συνήθως μικρές διαστάσεις. Κατά τα άλλα, πρόκειται για μια διαδικασία που παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής προϊόντων σε μεγάλη ποικιλία και ποσότητα, εύκολα και οικονομικά.



## Κοπή ελασμάτων:

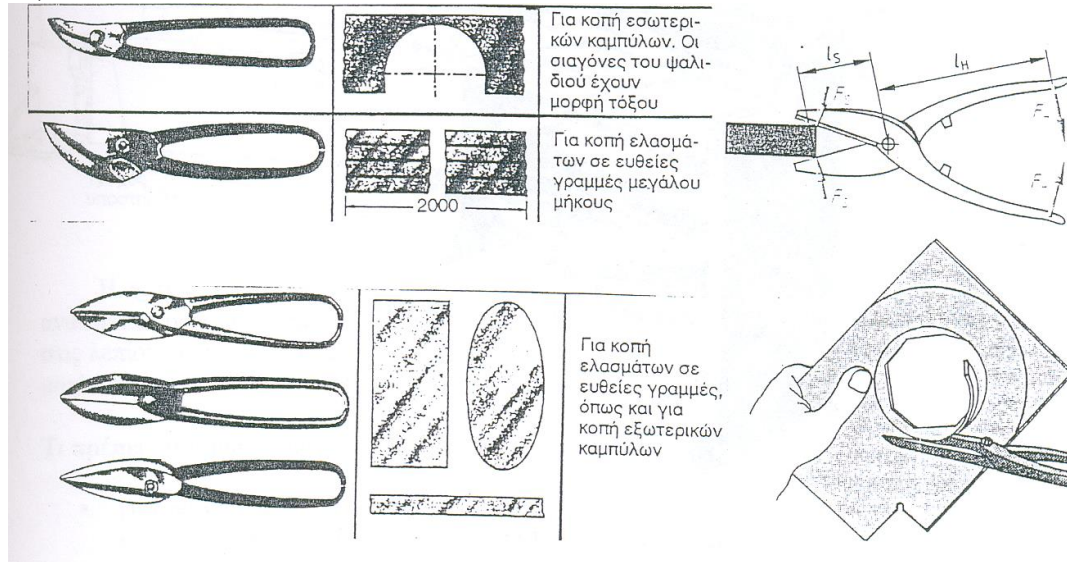
Η κοπή στις επιθυμητές διαστάσεις των ελασμάτων κατά την διάρκεια της κατεργασίας εν ψυχρώ γίνεται με διάτμηση του υλικού. Τα ελάσματα που χρησιμοποιούμε είναι μικρής διατομής και δεν ξεπερνάν τα δύο (2mm).

Τα κοπτικά εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούμε για ελάσματα είναι τα **Χειροψάλιδα** , και τα **μηχανοψάλιδα** (μηχανοκίνητα).

Οι σιαγόνες τους είναι διαμορφωμένες με της κατάλληλες γωνίες κοπής και έχουν κόψεις με την απαιτούμενη σκληρότητα . κατασκευάζονται από ανθρακούχο ή ανοξείδωτο χάλυβα και υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία (βαφή- επαναφορά), ώστε να αποκτήσουν μεγάλη σκληρότητα στην περιοχή των κόψεων και μικρότερη στα υπόλοιπα μέρη. Μεταξύ των κόψεων αφήνεται μικρό διάκενο, για να υποβοηθηθεί το ψαλίδισμα.

## Χειροψάλιδα.

Τα χειροψάλιδα διατίθενται σε πολλούς διαφορετικούς τύπους, αναλόγως προς το αν θέλουμε να κόψουμε σε ευθείες γραμμές, εσωτερικές ή εξωτερικές καμπύλες, κλειστές ή ανοικτές γωνίες . οι διαστάσεις τους κυμαίνονται μεταξύ 150 και 300 mm (Σχ. Κα 1).



(Σχ. Κα 1). Μεταλλοψάλιδα χεριού

## Πώς τα χρησιμοποιούμε:

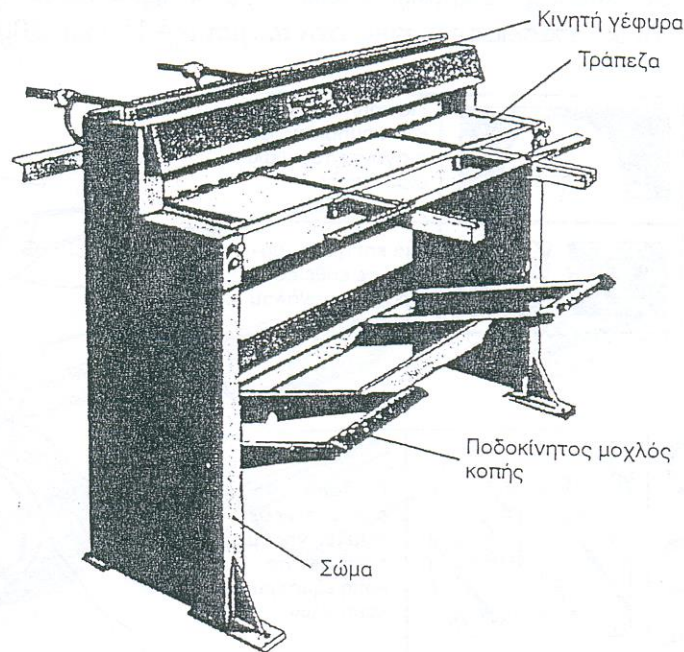
Διαλέγουμε πάντα το κατάλληλο ψαλίδι για τη δουλειά που θέλουμε να κάνουμε. Κρατώντας το έλασμα με το ένα χέρι και το ψαλίδι με το άλλο πιέζουμε τις χειρολαβές, έως ότου κόψουμε το μήκος που θέλουμε. Αν δεν επαρκεί η δύναμη του χεριού μας , διαλέγουμε μεγαλύτερου μεγέθους. Για λόγους ασφαλείας κρατάμε το χέρι μας μακριά από το σημείο κοπής και χρησιμοποιούμε γάντια , διότι μετά την κοπή το έλασμα γίνεται πολύ κοφτερό

## Μηχανικά ψαλίδια:

Τα **μηχανικά ψαλίδια** χρησιμοποιούνται για ευθύγραμμη ή κυκλική κοπή. Είναι χειροκίνητα , ποδοκίνητα ή μηχανοκίνητα. Οι κοπτικές λεπίδες κατασκευάζονται από ανθρακούχο χάλυβα ή ταχυχάλυβα και οι κόψεις τους δεν είναι παράλληλες μεταξύ τους. Η κινητή λεπίδα έχει κλίση  $6^{\circ}$ - $10^{\circ}$  τουλάχιστον για να υποβοηθείται η κοπή.

Τα **ποδοκίνητα** χρησιμοποιούνται για ευθύγραμμη κοπή ελασμάτων. Τα κύρια μέρη τους είναι :

- Το σώμα , που φέρει τους μοχλούς, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στην κινητή γέφυρα.
- Η τράπεζα που φέρει τη σταθερή λεπίδα και τους οδηγούς ρύθμισης των διαστάσεων κοπής.
- Η κινητή γέφυρα, που φέρει την πάνω κινητή λεπίδα και τα ελατήρια επαναφοράς της γέφυρας στην αρχική της θέση.
- Ο ποδοκίνητος μοχλός, ο οποίος συνδέεται με την κινητή γέφυρα.



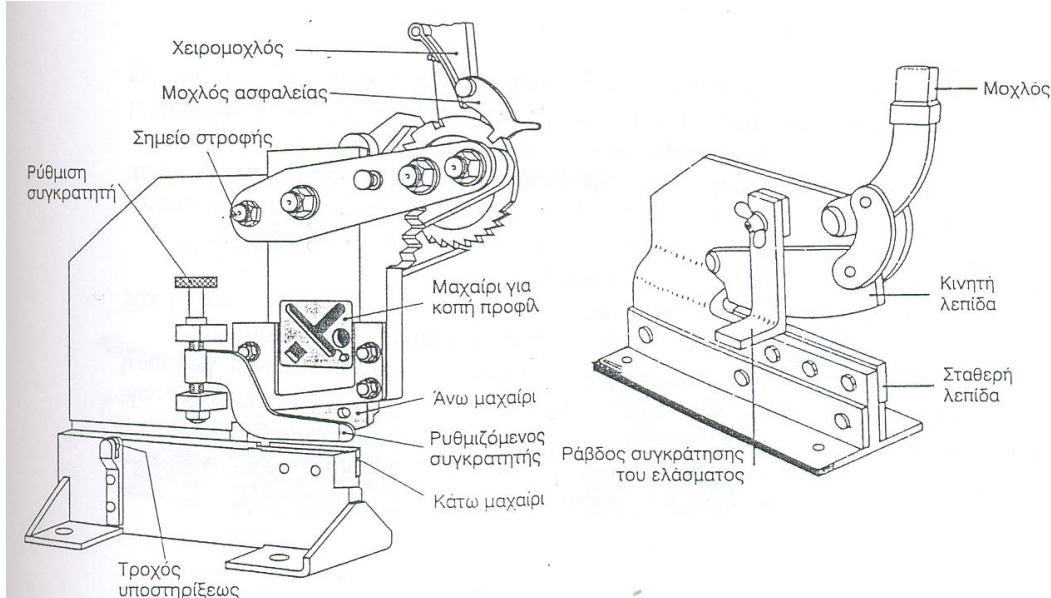
(Σχ. Κα. 2 ) Ποδοκίνητο μηχανικό ψαλίδι .

Το χρησιμοποιούμε ρυθμίζοντας κατάλληλα τους οδηγούς μπορούμε να επιτύχουμε την κοπή ελασμάτων στις επιθυμητές διάστασης.

Τοποθετούμε το έλασμα στην τράπεζα του ψαλιδιού ανάμεσα στις λεπίδες .η μια πλευρά του και το μπροστινό μέρος του ελάσματος πρέπει να εφάπτεται στον οδηγό κοπής. Κρατώντας με τα δύο χέρια μας το έλασμα, το πιέζουμε πάνω στην τράπεζα και πατάμε τον ποδοκίνητο μοχλό προς τα κάτω. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η κοπή του ελάσματος , τα ελατήρια μας επαναφέρουν την κινητή γέφυρα στην αρχική της θέση.

### **Μηχανικό ψαλίδι με χειροκίνητο μοχλό κοπής:**

Είναι ένα εύχρηστο και εξαιρετικά απλό κοπτικό εργαλείο με πολλές δυνατότητες. Χρησιμοποιείται για την κοπή ελασμάτων και μορφοποιημένων ράβδων (κόβει χάλυβα 7mm ή μορφοποιημένες ράβδους διαμέτρου 13mm ).οι λεπίδες κοπής είναι κατασκευασμένες από ειδικό ανθρακούχο χάλυβα. Το μήκος τους ποικίλλει από 125 mm έως 250mm. (Σχ. Κα. 3 )



(Σχ. Κα .3) Χειροκίνητο μηχανικό ψαλίδι κοπής.

Η χρήση του είναι πολύ απλή. Στερεώνουμε το ψαλίδι στην κατάλληλη θέση, ανασηκώνουμε το μοχλό κοπής και τον ασφαλίζουμε , τοποθετούμε το υλικό ανάμεσα στις λεπίδες και το κρατάμε σταθερά με το ένα χέρι, απασφαλίζουμε με το άλλο χέρι το μοχλό κοπής και κόβουμε το κομμάτι.

#### **Τι πρέπει να προσέχουμε :**

- Πρέπει να γνωρίζουμε καλά τη λειτουργία και τις δυνατότητες των μηχανών. Δεν κόβουμε ποτέ ελάσματα μεγαλύτερου πάχους απ' αυτά που έχουν τη δυνατότητα η μηχανές να κόβουν.
- Οι λεπίδες πρέπει να είναι καθαρές και καλοτροχισμένες.
- Εργαζόμαστε με υπευθυνότητα και προσοχή. Τοποθετούμε προσεχτικά τα ελάσματα – κρατάμε μακριά τα χέρια από τις λεπίδες – φοράμε κατάλληλα γάντια.
- Και ζητάμε βοήθεια αν χρειαστούμε, από υπεύθυνα πρόσωπα.



### ▪ Κάμψη :

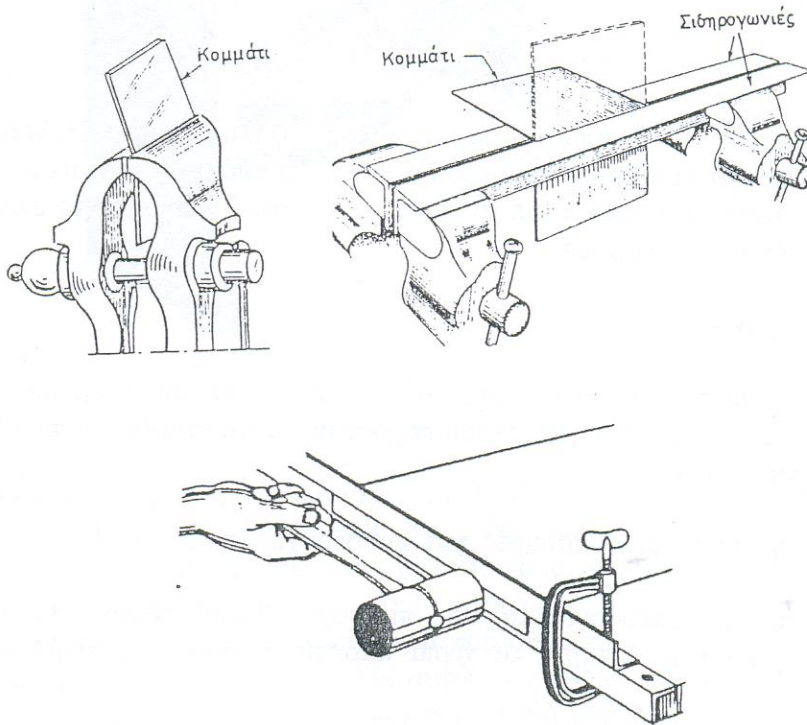
Κάμψη ονομάζουμε την καμπύλωση ενός σώματος. Κατά την καμπύλωση αυτή η εξωτερική πλευρά εφελκύεται και λεπταίνει και η εσωτερική θλίβεται και διογκώνεται. Με την κάμψη δίνουμε ποικιλία μορφών σε ελάσματα, ράβδους ,σωλήνες κτλ. Χρησιμοποιώντας απλά εργαλεία χεριού ή κατάλληλες μηχανές.

#### **Κάμψη με σφυριά:**

Η κάμψη με εργαλεία χεριού γίνεται κατά **ορθή γωνία** ή κατά μία καμπύλη. Η μέθοδος εφαρμόζεται στην περίπτωση που δεν απαιτείται μεγάλη ποσότητα παραγωγής ή πολύ καλή ποιότητα εργασίας. Το αποτέλεσμα εξαρτάται από την εμπειρία του τεχνίτη.

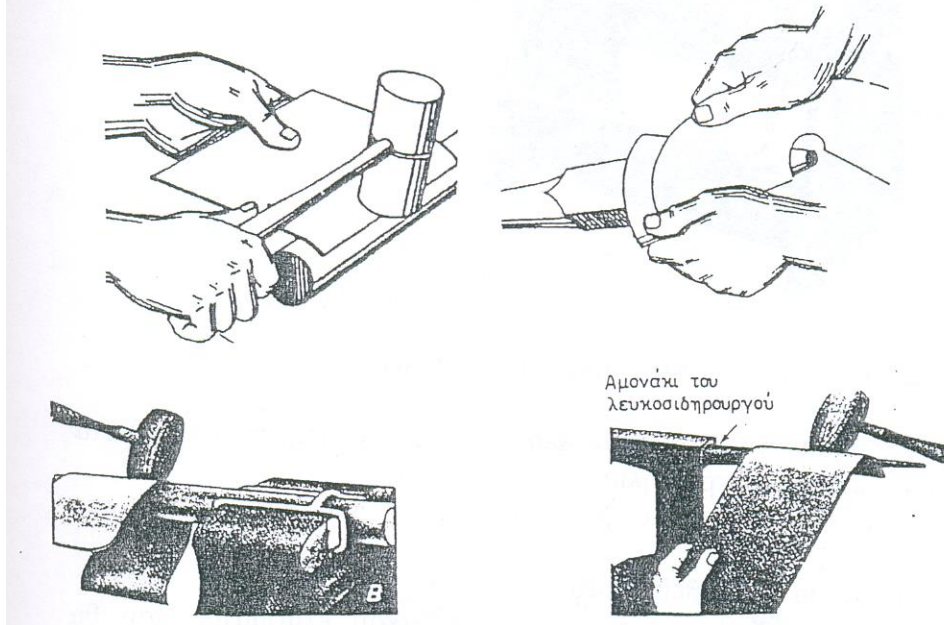
Για να κάμψουμε κατά ορθή γωνία ένα αντικείμενο χρειαζόμαστε τη μέγγενη, κατάλληλη σιδερογωνιά ως οδηγό και ένα χαλύβδινο σφυρί. Αν το έλασμα είναι λεπτό, τότε χρησιμοποιούμε ξυλόσφυρα ή ματσόλα . η διαδικασία που ακολουθούμε είναι :

- Χαράσσουμε ή ποντάρουμε το έλασμα που θα κάμψουμε.
- Το στερεώνουμε στην μέγγενη μαζί με τη σιδερογωνιά έτσι, ώστε η ακμή της σιδερογωνιάς να συμπίπτει με το σημάδεμα ή ποντάρισμα (ευθυγράμμιση).
- Στην συνέχεια, χτυπάμε το κομμάτι με το σφυρί, έως ότου καμφθεί σε ορθή γωνία. Εάν το έλασμα έχει πλάτος μεγαλύτερο από το πλάτος των σιαγόνων της μέγγενης, τότε:
- Μπορούμε να το κάμψουμε τοποθετώντας το ανάμεσα σε δύο σιδερογωνιές που στερεώνουμε σε μια ή δύο μέγγενες. (σχ. Κα. 4)



( Σχ. Κα . 4 ) Κάμψη κατά ορθή γωνία.

Για την **καμπυλωτή κάμψη** χρησιμοποιούμε άξονες κατάλληλης μορφής και διαστάσεων, τους οποίους στερεώνουμε σε μέγγενη ή με κατάλληλο σφιγκτήρα. Στη συνέχεια διαμορφώνουμε το κομμάτι με τη βοήθεια του σφυριού (χαλύβδινου ή ματσόλα – ξυλόσφυρα, αναλόγως με το πάχος του κομματιού). Εκτός από τους άξονες και τις σιδερογωνιές, ως υποστηρίγματα για την κάμψη με τα εργαλεία χειριού χρησιμοποιούνται και τα αμονάκια, στις διάφορες μορφές τους. (Σχ. Κα 5 )



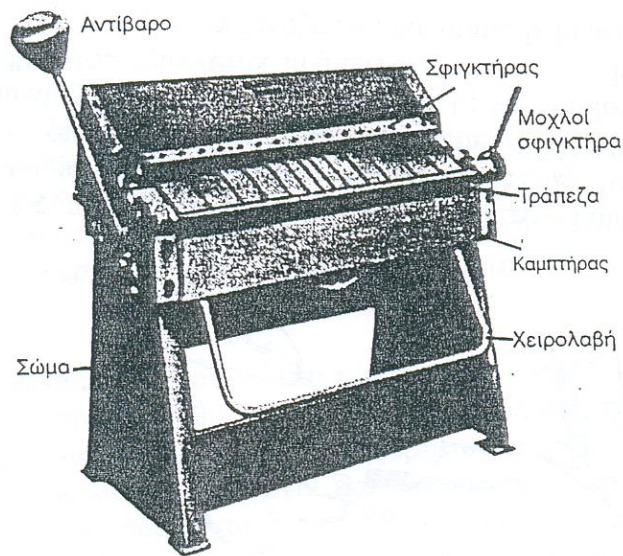
(Σχ. Κα. 5 ) Κάμψη κατά καμπύλη.

### **Κάμψη με στράντζα:**

Η στράντζα ή καμπτική μηχανή είναι η βασικότερη μηχανή για την κάμψη των ελασμάτων κατά γωνία ή σε διάφορα σχήματα (τόξα, κορνίζες κτλ.). Αναλόγως με την κινητήρια δύναμη που χρησιμοποιείται, οι στράντζες διακρίνονται σε **χειροκίνητες ή ηλεκτρικές**. Οι στράντζες χαρακτηρίζονται από την **ικανότητα κάμψης**. Δηλαδή από το μέγιστο μήκος και πάχος ελασμάτων που μπορούν να κάμψουν. π.χ. στράντζα (0,70 m x 2,5mm) σημαίνει ότι μπορεί να κάμψει ελάσματα από μαλακό χάλυβα πάχους 2.5mm και μήκος 0,70m.

Οι χειροκίνητες λυγίζουν ελάσματα πάχους έως 2,5mm ενώ η ηλεκτροκίνητες λυγίζουν πάχους έως 7 mm. Η μέγιστη γωνία κάμψης που μπορούν να επιτύχουν είναι οι 130°. Τα κύρια μέρη μιας χειροκίνητης στράντζας είναι:

- Η βάση ή σκελετός ή σώμα.
- Η τράπεζα, η οποία φέρει και τους οδηγούς. Σ' αυτή τοποθετείται το έλασμα
- Ο σφιγκτήρας ή πάνω σιαγόνα. Κινείται κατακόρυφα και συγκρατεί το έλασμα.
- Ο καμπτήρας ή κάτω σιαγόνα. Περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα και κάμπτει το έλασμα.
- Η χειρολαβή του καμπτήρα, και το αντίβαρο.
- Οι μοχλοί του σφιγκτήρα. (Σχη. Κα. 6)



(Σχ. Κα. 6 ) Καμπτική μηχανή (στράντζα).

Στη στράντζα μπορούμε να κάμψουμε ελάσματα σε γωνίες, σε καμπυλωτά σχήματα. Διαμορφώνουμε επίσης τα άκρα θηλιαστών συνδέσεων.

**Πως τη χρησιμοποιούμε:** Για να διαμορφώσουμε ένα έλασμα κατά γωνία στη χειροκίνητη στράντζα:

- Χαράσσουμε στο έλασμα την ευθεία κάμψης.
- Ρυθμίζουμε τη μηχανή αναλόγως προς το πάχος του ελάσματος που θα διαμορφώσουμε.
- Ανοίγουμε το σφιγκτήρα με τη βοήθεια των μοχλών του.
- Τοποθετούμε το έλασμα ανάμεσα στις δύο σιαγόνες, με τη χαραγμένη γραμμή να συμπίπτει με την ακμή της πάνω σιαγόνας.
- Σφίγγουμε το έλασμα και ρυθμίζουμε τη γωνία κάμψης.
- Ανυψώνοντας τον καμπτήρα με τη βοήθεια της χειρολαβής λυγίζουμε το έλασμα.
- Ακολουθεί η αντίστροφη διαδικασία για την απελευθέρωση του ελάσματος.

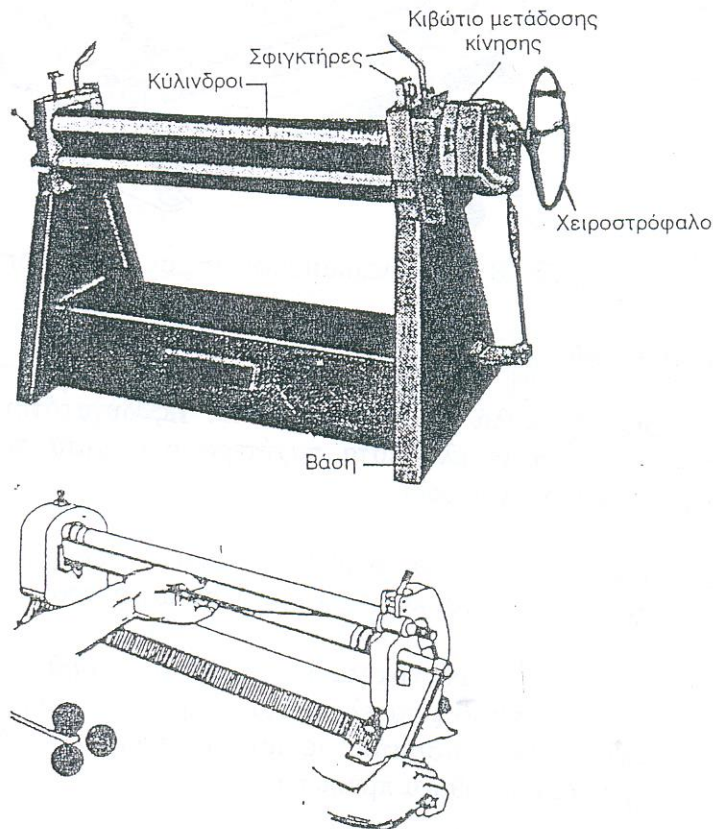
**Κατά την διαδικασία της κάμψης τι προσέχουμε :**

- Να γνωρίζουμε καλά τη λειτουργία και τις δυνατότητες της μηχανής. Δεν κάμπουμε ποτέ ελάσματα παχύτερα από αυτά που η μηχανή έχει τη δυνατότητα να κάμψει.
- Απομακρύνουμε άτομα και αντικείμενα από το χώρο λειτουργίας της μηχανής και, κυρίως, από το αντίβαρο.
- Εργαζόμαστε με υπευθυνότητα και προσοχή. Φοράμε τα κατάλληλα γάντια. Τοποθετούμε προσεχτικά τα ελάσματα – τα στερεώνουμε καλά χωρίς να πλησιάζουμε τα χέρια στα χείλη των σιαγόνων – Ζητάμε βοήθεια, αν τη χρειαστούμε, από υπεύθυνα πρόσωπα.

## Κάμψη με κύλινδρο κάμψης:

Οι κύλινδροι κάμψης (κυλινδροπιεστές ή ρόλοι) είναι βαριές μηχανές που διαμορφώνουν ελάσματα (σε κυλινδρικό ή κωνικό σχήμα) ή μορφοποιημένες ράβδους (σε κυκλικό σχήμα). Οι κυλινδροπιεστές διακρίνονται αναλόγως προς το μέγιστο μήκος και πάχος ελάσματος που μπορούν να κυλινδρώσουν. Τα κύρια μέρη τους είναι:

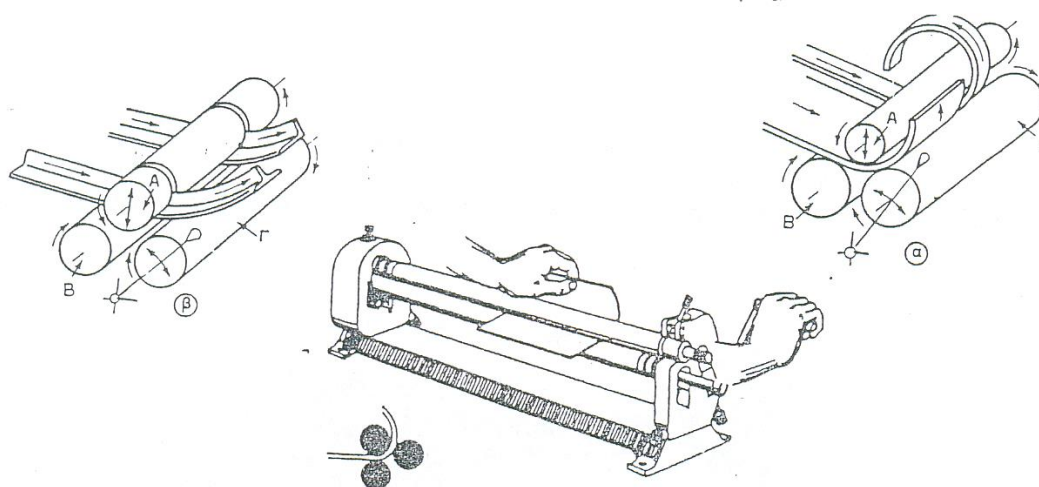
- Η βάση.
- Οι σφιγκτήρες.
- Το κιβώτιο μετάδοσης κίνησης.
- Ο ηλεκτρικός κινητήρας (για βαριές εργασίες) ή το χειροστρόφαλο για χειροκίνητο κυλινδροπιεστή.
- Και οι τρεις κύλινδροι: δύο κινητήριοι (μπροστινός και επάνω) και ο κύλινδρος διαμόρφωσης (πίσω), που γυρίζει ελεύθερα. Η θέση του τρίτου κυλίνδρου ρυθμίζεται αναλόγως προς την επιδιωκόμενη ακτίνα καμπυλότητας. (σχ. Κα. 7)



(Σχ. Κα 7) Χειροκίνητος κυλινδροπιεστής

**Πως τους χρησιμοποιούμε :** Για να διαμορφώσουμε ένα έλασμα σε κυλινδρική μορφή:

- Ρυθμίζουμε τους κύλινδρους αναλόγως με το πάχος του ελάσματος που θα κυλινδρώσουμε.
- Τοποθετούμε το έλασμα ανάμεσα στους κύλινδρους και το πιέζουμε ελαφρά με τον κύλινδρο διαμόρφωσης.
- Περιστρέφουμε αργά το χειροστρόφαλο ωθώντας ταυτόχρονα το έλασμα, έως ότου πάρει το επιθυμητό σχήμα.
- Αποσυνδέουμε τον κύλινδρο εξαγωγής (επάνω κύλινδρος) και αφαιρούμε την κατασκευή. (Σχ. Κα 8 ).

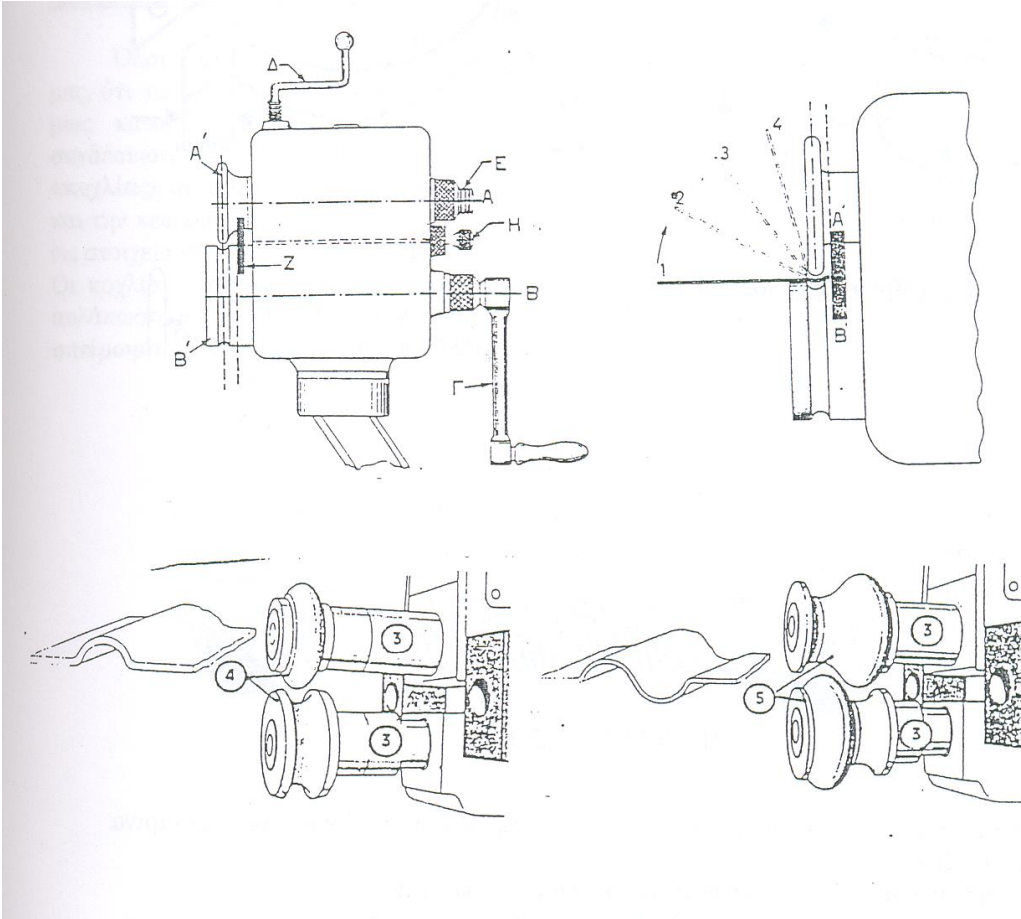


(Σχ. Κα 8). Φάσεις διαμόρφωσης σε κυλινδροπιεστή.

- **Τι προσέχουμε:**
- Να γνωρίζουμε καλά τη λειτουργία και τις δυνατότητες της μηχανής. Δεν κυλινδρώνουμε ποτέ ελάσματα παχύτερα από αυτά που η μηχανή έχει τη δυνατότητα να κυλινδρώσει.
- Απομακρύνουμε άτομα και αντικείμενα από το χώρο λειτουργίας της μηχανής. Και ελέγχουμε τον προφυλακτήρα των οδοντωτών τροχών.
- Εργαζόμαστε με υπευθυνότητα και προσοχή. Φοράμε τα κατάλληλα γάντια. Τοποθετούμε προσεχτικά τα ελάσματα – κρατάμε μακριά τα χέρια από το σημείο επαφής του ελάσματος με τους κύλινδρους – Ζητάμε βοήθεια, αν τη χρειαστούμε, από υπεύθυνα πρόσωπα.
- Αποσυνδέουμε τον κύλινδρο εξαγωγής και αφαιρούμε την κατασκευή τότε μόνο, όταν σταματήσουν να περιστρέφονται οι κύλινδροι.

## Κορδονιέρα:

Η κορδονιέρα είναι ένα πολύ χρήσιμο, μικρό σε όγκο μηχάνημα. Είναι συνήθως χειροκίνητη και χρησιμοποιείται για τη χάραξη αυλακιών (για την ενίσχυση λεπτών επίπεδων ελασμάτων ή πυθμένων δοχείων), για το σχηματισμό κορδονιών κατά διαστήματα σε κυκλικούς αγωγούς, τους ενισχύει. Η κορδονιέρα διαμορφώνει λεπτά ελάσματα με πάχος έως 1 mm. (Σχ. Κα 9)



(Σχ. Κα 9 ) Κορδονιέρα.

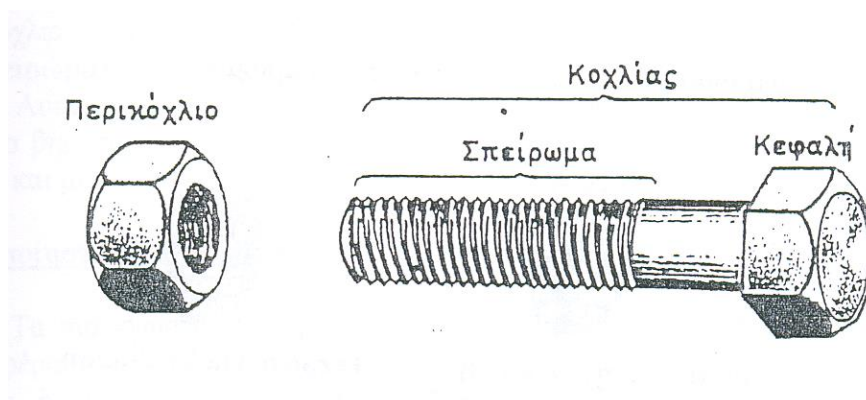


## ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΩΝ

### Χαρακτηριστικά κοχλιών :

Όλοι γνωρίζουμε ίσως από την καθημερινή μας ζωή ή από τα σχετικά μαθήματα μας, ότι για να προσαρμόσουμε ή να συσφίξουμε τα διάφορα κομμάτια μιας μηχανής ή μιας κατασκευής μεταλλικής ή ξύλινης, χρησιμοποιούμε πολύ συχνά **στοιχεία συνδέσεων**, που λέγονται κοχλίες. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι με τον όρο «**κοχλίας**» εννοούμε ολόκληρο το στοιχείο συνδέσεως, δηλαδή το σώμα με το σπείρωμα και την κεφαλή. Στην κατασκευή των μηχανών οι κοχλίες δεν χρησιμοποιούνται μόνον ως στοιχεία συνδέσεως, αλλά και ως στοιχεία κινήσεως .

Οι κοχλίες χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι στο σώμα τους υπάρχουν συνεχής αυλάκωση, που το περιβάλλει και σχηματίζει έτσι τις **σπείρες**. η αυλάκωση αυτή λέγεται **σπείρωμα**.



Κοχλίας περικόχλιο

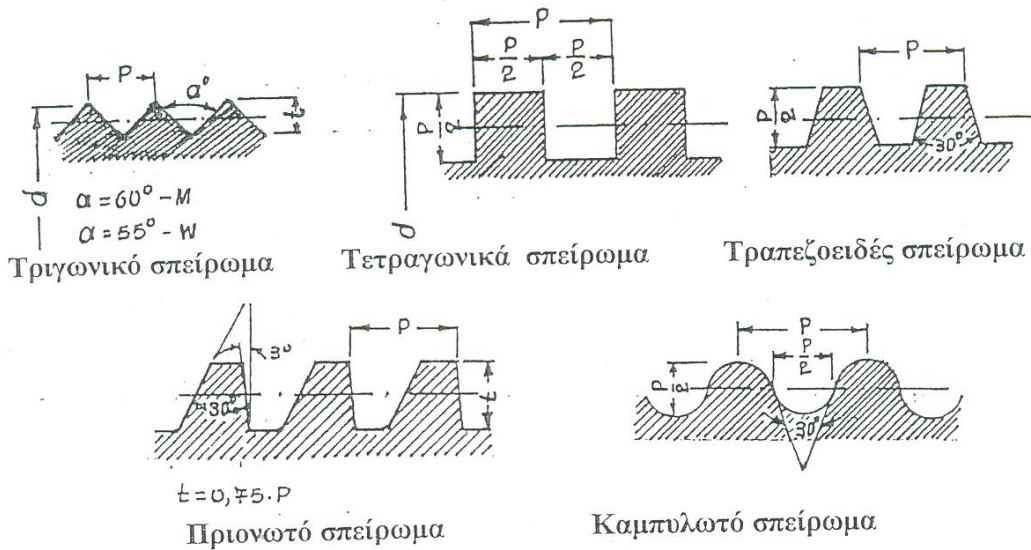
Στης μεταλλικές κατασκευές η κοχλίες συνήθως διαπερνά τα κομμάτια που συνδέει. Έτσι, για να γίνει η σύνδεση στο αντίθετο μέρος από την κεφαλή του κοχλία προσαρμόζεται το **περικόχλιο**. Τα περικόχλια φέρουν και αυτά σπείρωμα που τους επιτρέπει να **κοχλιώνονται** στον κοχλία. τα σπειρώματα που κόβονται μέσα στην κυλινδρική τρύπα των περικοχλίων λέγονται **εσωτερικά** . ενώ τα σπειρώματα που περιβάλλουν το σώμα των κοχλιών, ονομάζονται **εξωτερικά**.

### Μορφές σπειρωμάτων :



Υπάρχουν διαφόρων ειδών σπειρώματα ανάλογα με τη μορφή της κατατομής τους διακρίνονται σε :

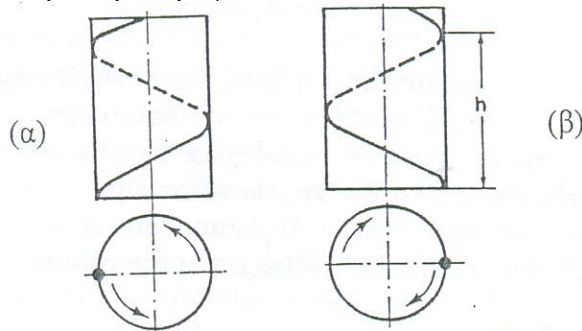
- 1: Σπειρώματα τριγωνικά
- 2: Σπειρώματα τετραγωνικά
- 3: Σπειρώματα τραπεζοειδή
- 4: Σπειρώματα πριονωτά
- 5: Σπειρώματα ημικυκλικά



**Φορά ελίκωσης :**

Ανάλογα με την φορά περιστροφής της έλικας διακρίνονται :

- $\alpha$** : Σε δεξιόστροφα
- $\beta$** : Σε αριστερόστροφα



Δεξιόστροφη ( $\alpha$ ) και αριστερόστροφη ( $\beta$ ) ελικοειδής γραμμή

### Αριθμός αρχών :

Ένας κοχλίας ή ένα περικόχλιο μπορούν να έχουν μία αρχή , δύο αρχές ή και περισσότερες . Δηλαδή δημιουργείται μία ή περισσότερες έλικες , οι οποίες ξεκινούν από τη βάση του κυλίνδρου .

Η απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών ελίκων θα είναι :  $a = P/2$  για σπείρωμα με δύο αρχές ,  $a = P/3$  για τρεις αρχές κ.λ.π. Σπειρώματα με πολλές αρχές χρησιμοποιούνται στους κοχλίες μεταφοράς κίνησης .

### Θέση σπειρώματος :

**Εξωτερικό :** Ένα σπείρωμα που κατασκευάζεται σε έναν άξονα ή έναν κύλινδρο ονομάζεται εξωτερικό .

**Εσωτερικό :** Ένα σπείρωμα που κατασκευάζεται στο εσωτερικό μιας οπής οποιουδήποτε εξαρτήματος ή ενός κυλίνδρου , ονομάζεται εσωτερικό .

Η μεγαλύτερη όμως εφαρμογή των σπειρωμάτων , συναντάται στην κατασκευή κοχλιών και περικοχλίων .

### Κατάταξη σπειρωμάτων ανάλογα με τη χρήση τους :

Με κριτήριο τη χρήση τους τα σπειρώματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

#### **α) Σπειρώματα σύνδεσης :**

Αυτά έχουν συνήθως μορφή τριγωνική και χρησιμοποιούνται σε κοχλίες , περικόχλια , σωληνώσεις και σε άλλες κατασκευαστικές ανάγκες .

#### **β) Σπειρώματα κίνησης :**

Αυτά έχουν συνήθως μορφή τραπεζοειδή , πριονωτή , καμπύλη . Έχουν σχετικά μεγάλα βήματα και χρησιμεύουν για μεταβίβαση κίνησης σε συνδυασμό με μεταβίβαση έργου και μεγάλων δυνάμεων .

### Τυποποίηση σπειρωμάτων :

Τα πιο γνωστά συστήματα τυποποίησης των τριγωνικών σπειρωμάτων που μας ενδιαφέρουν κυρίως είναι τα εξής :

**1: Το διεθνές σύστημα τυποποίησης** , ή μετρικό όπως αποκαλείται . (System International)

Κατασκευάζεται με γωνία πλευρών **60°** και με τις παρακάτω οδοντώσεις :

**α)** Με λεπτή οδόντωση (σπείρωμα υψηλής ακρίβειας) ( **f** )

**β)** Με μέση οδόντωση (σπείρωμα γενικής χρήσης) ( **m** )

**γ)** Με χοντρή οδόντωση (σπείρωμα αραιό με μεγάλες ανοχές) ( **g** )

**2: Το αγγλικό σύστημα τυποποίησης** που περιλαμβάνει :

**α)** Το σύστημα (**B.S.W.**) αρχικά των λέξεων : British Standard Whitworth . Είναι το χοντρόδοντο σπείρωμα .

**β)** Το σύστημα (**B.F.S.**) αρχικά των λέξεων : British Standard Fine . Είναι το λεπτόδοντο σπείρωμα .

Η γωνία των πλευρών είναι **55°** και στα δύο είδη .

γ) Το σύστημα **(B.A.)** αρχικά των λέξεων : British Association .Χρησιμοποιείται για λεπτουργικές εργασίες και για εξωτερικές διαμέτρους μικρότερες από  $\frac{1}{4}$  .γωνία πλευρών **47.5°**

δ) Το σύστημα **(B.S.P.)** αρχικά των λέξεων British Standard Pipe με γωνία πλευρών **55°** . Είναι το σπείρωμα που κατασκευάζεται στις σωληνώσεις .

**3: Τα αμερικάνικα συστήματα τυποποίησης** που ονομάζονται και σπειρώματα Sellers +με γωνία σπειρώματος **60°** και κορυφές τριγώνων όχι στρογγυλοποιημένες αλλά με μικρή επιπεδότητα . Χρησιμοποιούνται το **(N.C.)** National Coarse χοντρόδοντο και το **(N.F.)** National Fine ψιλόδοντο .

**4: Το ενοποιημένο σύστημα** των κρατών Αμερικής , Αγγλίας , Καναδά ή σύστημα **(U.N.)** Unified , με γωνία σπειρώματος **60°** και στρογγυλεμένα τρίγωνα .

### Στοιχεία σπειρωμάτων

#### Σπείρωμα B.S.W.

$n = \text{βήμα} = 1''/z$

$z = \text{σπείρες} / 1''$

$t = 0.96n$

$t_1 = 0.64n = \text{βάθος}$

σπειρώματος

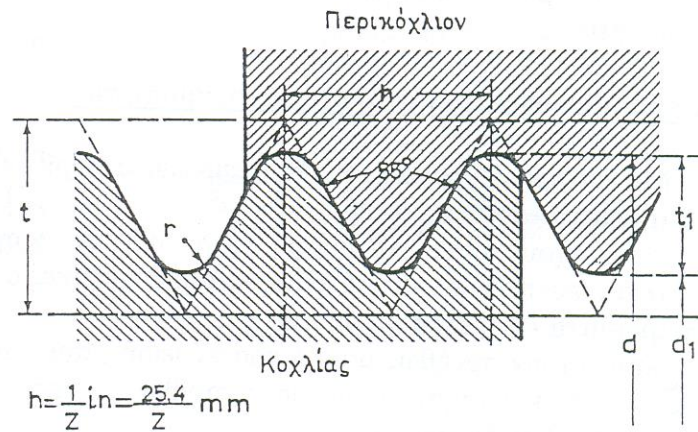
$r = 0.137n = \text{ακτίνα}$

καμπυλότητας

$\alpha^\circ = 55^\circ = \text{γωνία πλευρών}$

$d = \text{ονομαστική διάμετρος}$

$d_1 = \text{διάμετρος πυρήνα}$



#### Σπείρωμα μετρικό S.I.

$n = \text{βήμα (mm)}$

$t = 0.866n$

$t_1 = 0.649n$

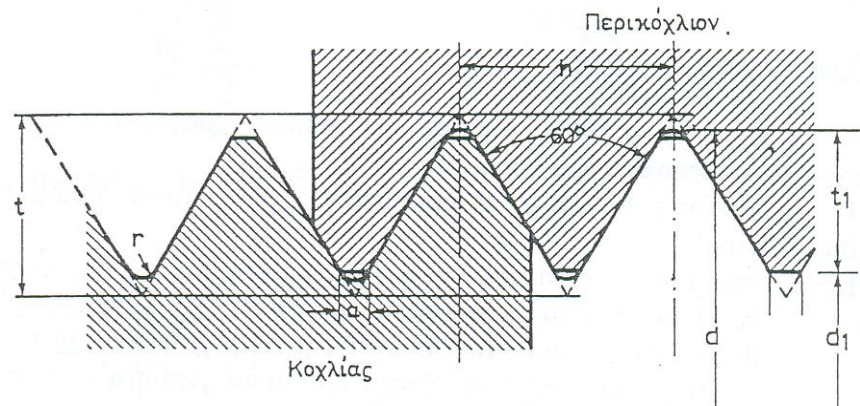
$r = 0.108n$

$d = \text{ονομαστική}$

διάμετρος

$d_1 = \text{διάμετρος}$

πυρήνα



## Σπειρώμα σωλήνων B.S.P.

$$n = 1''/z$$

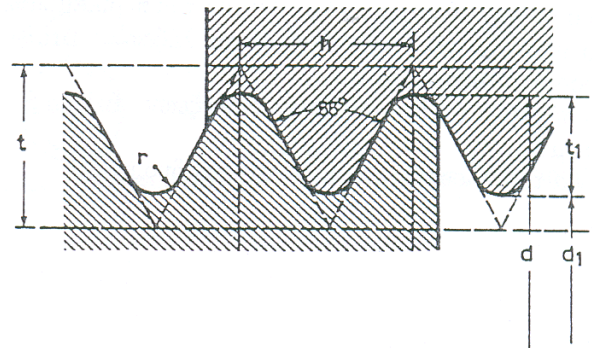
$$t = 0.96n$$

$$t_1 = 0.64n$$

$$r = 0.197n$$

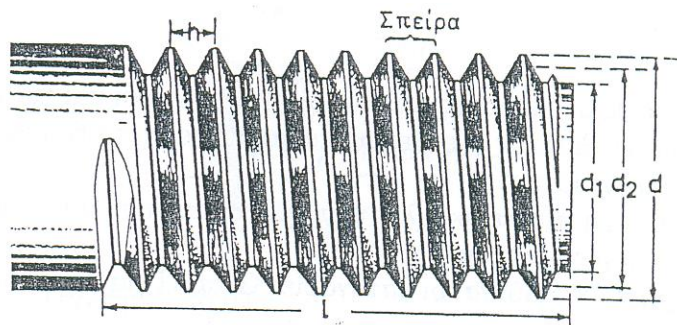
$d$  = ονομαστική διάμετρος

$d_1$  = διάμετρος πυρήνα



Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός κοχλία είναι:

- 1: Ονομαστική διάμετρος ( $d$ )
- 2: Εσωτερική διάμετρος ( $d_1$ )
- 3: Η μέση διάμετρο ( $d_2$ )
- 4: Το βήμα του σπειρώματος ( $n$ )
- 5: Το μήκος του κοχλία ( $L$ )
- 6: Μορφή σπειρώματος



Κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία σπειρώματος

### Βασικά στοιχεία ενός κοχλία

Τα βασικά στοιχεία ενός κοχλία είναι τα εξής :

- 1: Η ονομαστική διάμετρος ( $d$ )
- 2: Το βήμα του σπειρώματος ( $n$ )
- 3: Το μήκος του κοχλία ( $L$ )

Τα βοηθητικά στοιχεία είναι αρκετά και πρέπει να δίνονται όταν απαιτείται συγκεκριμένος κοχλίας για συγκεκριμένο σκοπό , είναι :

Η μορφή του σπειρώματος , ο αριθμός των αρχών , η φορά της ελίκωσης , η μορφή της κεφαλής , οι ανοχές , το είδος και η αντοχή του υλικού , το σπειρωτομημένο μήκος .  
Για έναν απλό κοχλία τριγωνικής μορφής δίνονται τα στοιχεία ως εξής :

- Κοχλίας **M 12 x 1.75 x 50mm** για κοχλία μετρικού συστήματος.
- Κοχλίας **W 3/4'' x 10 L=2'' ή 3/4'' x 10 L=2''**.
- Για έναν σωλήνα ή έναν σύνδεσμο δίνονται ως εξής :
- Σωλήνας **R 1''x 11 ή R 1 x 11** .
- Σύνδεσμος απλός (μούφα) **R 7/8''x14 ή R 7/8x14** .

Στο αγγλοαμερικάνικο σύστημα δίνεται η διάμετρος σε ( **in** ) και ο αριθμός των βημάτων . που αντιστοιχούν σε μήκος μιας γραμμικής ίντσας ( σπείρες / ίντσα ) .  
Στο μετρικό δίνεται η ονομαστική διάμετρος ( **d** ) σε ( **mm** ) και το βήμα ( **n** ) ( απόσταση μεταξύ δύο κορυφών ) σε ( **mm** ) .

### Ελεγκτήρες σπειρωμάτων

Όπως στις συναρμογές αξόνων – τρυμάτων έτσι και για τα σπειρώματα υπάρχει τυποποίηση των βαθμών ελευθερίας και ακρίβειας (κατηγορίες και ποιότητες) , για να υπάρχει εναλλαξιμότητα .

Στους κοχλίες και στα περικόχλια υπάρχει τυποποίηση μόνο για ελεύθερες συναρμογές και σε περιορισμένο αριθμό .

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι κατηγορίες G και H για τα τρύματα και a , b , c , d , e , f , g , h για άξονες .

Ποιότητες χρησιμοποιούνται κυρίως οι 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 για τη διάμετρο πυρήνα του περικοχλίου και 4 , 6 , 8 , για την ονομαστική διάμετρο του κοχλία .

Εκτός αυτών δίνονται και οι ανοχές των διαμέτρων των πλευρών κοχλία και περικοχλίου .

**Η μορφή του κωδικού έχει ως ακολούθως :**

M-10x1,5



Όνο. διάμετρος  
και βήμα

-7H



ανοχή πλευρών

8G



ανοχή διαμέτρου πυρήνα

**για το περικόχλιο**

M 8x1,25



Όνο. διάμετρος  
και βήμα

-6g



ανοχή πλευρών

7e



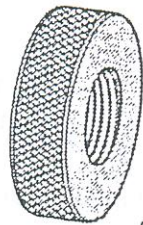
ανοχή διαμέτρου πυρήνα

για τον κοχλία

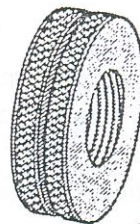
Στη μαζική παραγωγή, ο έλεγχος των κοχλίων και περικοχλίων γίνεται με ελεγκτήρες ελαχίστου – μέγιστου.

- Για τον έλεγχο των κοχλίων χρησιμοποιούνται κοχλίες με μορφή περικοχλίου.
- Για τον έλεγχο των περικοχλίων χρησιμοποιούνται ελεγκτήρες με μορφή κοχλία.

Οι ελεγκτήρες μπορεί να είναι μονοί ή διπλοί. Και στις δύο περιπτώσεις, ο ένας έχει τη διάσταση με τη μικρότερη ανοχή και ο άλλος τη διάσταση με τη μέγιστη ανοχή.



a)



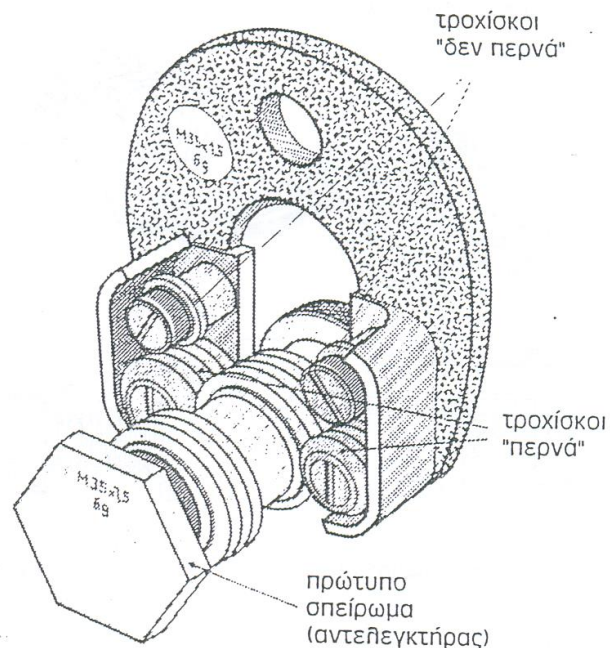
β)

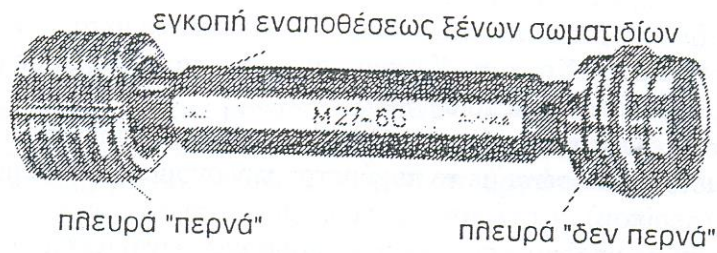
α) ελεγκτήρας  
"περνά"

β) ελεγκτήρας  
"δεν περνά"

### Ελεγκτήρας κοχλία

Ελεγκτήρας κοχλία,  
διπλός (περνά – δεν  
περνά)





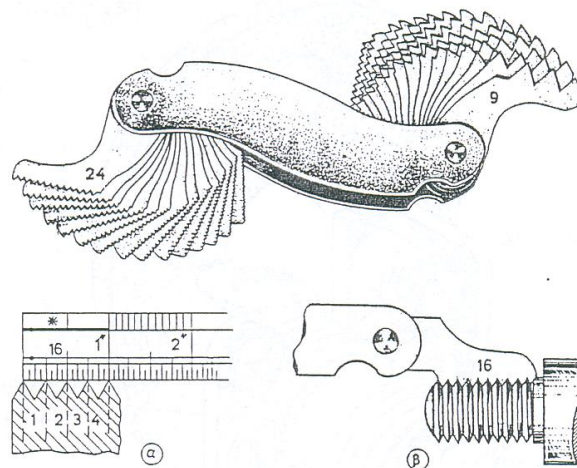
Ελεγκτήρας περικοχλίου , διπλός (περνά-δεν περνά)

### Σπειρώμετρο :

Το σπειρώμετρο είναι ένας ελεγκτήρας που χρησιμοποιείται κυρίως για την εξακρίβωση του συστήματος τυποποίησης του σπειρώματος ενός κοχλία ή περικοχλίου με άγνωστα κατασκευαστικά στοιχεία .

Επίσης ελέγχεται εάν το κατασκευαζόμενο σπείρωμα του κοχλία ή περικοχλίου έχει :

- Το προκαθορισμένο βήμα .
- Την ανάλογη γωνία του σπειρώματος
- Την ανάλογη ακτίνα καμπυλότητας .



Μέτρηση του βήματος με κανόνα σπειρώμετρο.

Έλεγχος σπειρώματος .

### Έλεγχος με σπειρώμετρο

Το σπειρώμετρο αποτελείται από μικρά ελάσματα, τα οποία προσαρμόζονται στο εξεταζόμενο σπείρωμα και διαπιστώνονται τα προαναφερόμενα . Η κακή επαφή (μη απόλυτη εφαρμογή) των κορυφών του ελάσματος στο αντίστοιχο του σπειρώματος , σημαίνει λάθος επιλογή ή κακή κατασκευή .

Κάθε σπειρώμετρο φέρει δύο σειρές ελασμάτων ελέγχου . Μία για το μετρικό και μία για το αγγλικό σύστημα τυποποίησης . Στο κάθε έλασμα , αναγράφεται το βήμα σε mm για το μετρικό και ο αριθμός σπειρών/1'' για το αγγλικό .

Ελέγξτε τα σπειρώματα των εξαρτημάτων όπως αναφέρει ο πίνακας που ακολουθεί .

Για να διευκολυνθείτε , μετρήστε πρώτα με το παχύμετρο την ονομαστική διάμετρο .

Εάν η ένδειξη συμπίπτει (περίπου) με ακέραιες μονάδες (mm) , προφανώς το σπείρωμα είναι μετρικό , αν συμπίπτει με υποδιαίρέσεις ιντσών , προφανώς είναι αγγλικό .

Χρησιμοποιείτε στη συνέχεια τα ανάλογα ελάσματα για να βρείτε το βήμα .

Συμβουλευτείτε τους αντίστοιχους πίνακες για να βεβαιωθείτε αν πράγματι έχετε κρίνει σωστά .



**Άσκηση :** να γίνει έλεγχος των σπειρωμάτων των κοχλιών όπως αναφέρει ο πίνακας που ακολουθεί.

ΕΞΑΡΤΗΜΑ	Εξωτερική D. Σε mm .ή in	Βήμα Σε mmή Z/1''	Μήκος L Σε mm ή in	Χαρακτηρισμός Συμβολισμός
ΚΟΧΛΙΑΣ No 1				
ΚΟΧΛΙΑΣ No 2				
ΚΟΧΛΙΑΣ No 3				
ΚΟΧΛΙΑΣ No 4				
ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ				
ΣΩΛΗΝΑΣ				

**ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

- 1) Μετράμε πρώτα με το παχύμετρο την εξωτερική διάμετρο **D**. Αν η ένδειξη συμπίπτει με ακέραιες μονάδες το σπείρωμα είναι μετρικό. Αν συμπίπτει με υποδιαίρεσεις ιντσών τότε το σπείρωμα είναι Αγγλικό.
- 2) Στη συνέχεια χρησιμοποιείστε το ανάλογο όργανο ελέγχου (σπειρόμετρο) για να βρείτε το βήμα **h**.
- 3) Ελέγχουμε το μήκος **L** του σπειρώματος με το παχύμετρο.
- 4) Συμβουλευτείτε τους πίνακες για να βεβαιωθείτε για την ακριβή μέτρηση.

**ΠΙΝΑΚΑΣ : ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ ΓΟΥΪΤΓΟΥΕΡΘ (B.S.W.)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Όνομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος) d  "Ι ν τ σ α ι			Σπείραι ανά ίντσαν	Βήμα h	Έσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>1</sub>		Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπής περικοχλίου	
Κλάσμα	Δεκαδικός	mm		mm	"Ιντσαι	mm	"Ιντσαι	mm
1/16	0,0625	1,59	60	0,42	0,0412	1,04	No 56	1,2
3/32	0,0937	2,38	48	0,53	0,0671	1,70	No 49	1,9
1/8	0,1250	3,17	40	0,63	0,0930	2,36	No 40	2,5
5/32	0,1562	3,97	32	0,79	0,1162	2,95	No 31	3,1
3/16	0,1875	4,76	24	1,06	0,1341	3,41	No 28	3,6
7/32	0,2187	5,56	24	1,06	0,1654	4,20	No 18	4,3
1/4	0,2500	6,35	20	1,27	0,1860	4,72	1 <sup>3</sup> / <sub>64</sub>	5,00
5/16	0,3125	7,94	18	1,41	0,2414	6,13	F	6,40
3/8	0,3750	9,52	16	1,59	0,2950	7,49	N	7,70
7/16	0,4375	11,11	14	1,81	0,3460	8,79	T	9,10
1/2	0,5000	12,70	12	2,12	0,3933	9,99	Y	10,25
9/16	0,5625	14,29	12	2,12	0,4558	11,58	3 <sup>1</sup> / <sub>64</sub>	12,30
5/8	0,6250	15,88	11	2,31	0,5086	12,92	3 <sup>3</sup> / <sub>64</sub>	13,25
3/4	0,7500	19,05	10	2,54	0,6219	15,80	5/8	16,25
7/8	0,8750	22,22	9	2,82	0,7327	18,61	3/4	19,00
1	1,0000	25,40	8	3,17	0,8399	21,33	2 <sup>7</sup> / <sub>32</sub>	21,75
1 1/8	1,1250	28,57	7	3,63	0,9420	23,93	3 <sup>1</sup> / <sub>32</sub>	24,50
1 1/4	1,2500	31,75	7	3,63	1,0670	27,10	1 5/64	27,50
1 1/2	1,5000	38,10	6	4,23	1,2866	32,68	1 19/64	33,00
1 3/4	1,750	44,45	5	5,08	1,4939	37,94	1 1/2	38,50
2	2,000	50,80	4 1/2	5,64	1,7154	40,57	1 45/64	44,00
2 1/4	2,250	57,15	4	6,35	1,9298	49,01	1 31/32	50,00
2 1/2	2,500	63,50	4	6,35	2,1798	55,37	2 3/16	56,00
2 3/4	2,750	69,85	3 1/2	7,26	2,3841	60,55	2 7/16	62,00
3	3,000	76,20	3 1/2	7,26	2,6341	66,91	2 41/64	68,00

**ΠΙΝΑΚΑΣ : ΓΑΛΛΙΚΑ Ή ΜΕΤΡΙΚΑ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ (S.I.)**

1	2	3	4	1	2	3	4
Όνομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος) d	Εσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>i</sub>	Βήμα h	Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπής περι-κοχλίου	Όνομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος) d	Εσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>i</sub>	Βήμα h	Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπής περι-κοχλίου
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	0,65	0,25	0,75	16	13,22	2,0	13,5
1,2	0,85	0,25	0,95	18	14,53	2,5	15,0
1,4	0,98	0,3	1,10	20	16,53	2,5	17,0
1,7	1,21	0,35	1,3	22	18,53	2,5	19,0
2	1,44	0,4	1,5	24	19,83	3,0	20,5
2,3	1,74	0,4	1,8	27	22,83	3,0	23,5
2,6	1,97	0,45	2,1	30	25,14	3,5	25,75
3	2,31	0,5	2,4	33	28,14	3,5	28,75
3,5	2,67	0,6	2,8	36	30,44	4,0	31,0
4	3,03	0,7	3,2	39	33,44	4,0	34,0
4,5	3,46	0,75	3,6	42	35,75	4,5	36,5
5	3,89	0,8	4,1	45	38,75	4,5	39,5
5,5	4,25	0,9	4,4	48	41,05	5,0	42,0
6	4,61	1,0	4,8	52	45,05	5,0	46,0
7	5,61	1,0	5,8	56	48,36	5,5	49,0
8	6,26	1,25	6,5	60	52,36	5,5	53,0
9	7,26	1,25	7,5	64	55,67	6,0	57,0
10	7,92	1,5	8,2	68	59,67	6,0	61,0
11	8,92	1,5	9,25	72	63,67	6,0	65,0
12	9,57	1,75	9,9	76	67,67	6,0	69,0
14	11,22	2,0	11,5				

**ΠΙΝΑΚΑΣ : ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΝ (B.S.P.)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Όνομαστική διάμετρος (Έσωτερική διάμετρος σωλήνος)	Έξωτερική διάμετρος σωλήνος περίπου	Έξωτερική διάμετρος d		Σπειράι ανά ίντσαν	Βήμα h	Έσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>i</sub>		Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπής περικοχλίου	
Ίντσαι	Ίντσαι	Ίντσαι	mm		mm	Ίντσαι	mm	Ίντσαι	mm
1/8	13/32	0,383	9,72	28	0,907	0,337	8,56	S	8,8
1/4	17/32	0,518	13,16	19	1,336	0,451	11,44	15/32	11,9
3/8	11/16	0,656	16,66	19	1,336	0,549	14,95	19/32	15
1/2	27/32	0,825	20,95	14	1,814	0,734	18,63	3/4	19
5/8	15/16	0,902	22,91	14	1,814	0,811	20,59	53/64	21
3/4	1 1/16	1,041	26,44	14	1,814	0,950	24,12	31/32	24,5
7/8	1 7/32	1,189	30,20	14	1,814	1,098	27,88	1 7/64	28
1	1 11/32	1,309	33,25	11	2,309	1,193	30,29	1 7/32	31
1 1/4	1 11/16	1,650	41,91	11	2,309	1,534	38,95	1 9/16	39,5
1 1/2	1 29/32	1,882	47,80	11	2,309	1,766	44,84	1 3/4	45,5
1 3/4	2 5/32	2,116	53,75	11	2,309	2,000	50,79	2 1/32	51,5
2	2 3/8	2,347	59,61	11	2,309	2,231	56,66	2 17/64	57,5
2 1/4	2 5/8	2,587	65,71	11	2,309	2,471	62,75	2 1/2	63,5
2 1/2	3	2,960	75,19	11	2,309	2,844	72,23	2 7/8	73
3	3 1/2	3,460	87,88	11	2,309	3,344	84,93	3 9/32	85,5

**ΠΙΝΑΚΑΣ : ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ ΜΠΙ ΕΪ (Β.Α.)**

	1	2	3	4	5	6	7	8
'Αριθ.	'Εξωτερική διάμετρος d		Βήμα h		Σπείραι ανά 'Ιντσαν	'Εσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>1</sub>		Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπης περικοχλίου
	mm	'Ιντσαι	mm	'Ιντσαι		mm	'Ιντσαι	
0	6,0	0,2362	1,00	0,0394	25,4	4,8	0,189	No 7
1	5,3	0,2087	0,90	0,0354	28,2	4,22	0,1661	No 16
2	4,7	0,1850	0,81	0,0319	31,4	3,728	0,1468	<sup>5</sup> / <sub>32</sub>
3	4,1	0,1614	0,73	0,0287	34,8	3,224	0,1269	No 29
4	3,6	0,1417	0,66	0,0260	38,5	2,808	0,1106	3 mm
5	3,2	0,1260	0,59	0,0232	43,0	2,492	0,0981	No 37
6	2,8	0,1102	0,53	0,0209	47,9	2,164	0,0852	2,3 mm
7	2,5	0,0984	0,48	0,0189	52,9	1,924	0,0758	No 46
8	2,2	0,0866	0,43	0,0169	59,1	1,684	0,0663	1,8 mm
9	1,9	0,0748	0,39	0,0154	65,1	1,432	0,0564	—
10	1,7	0,0669	0,35	0,0138	72,6	1,28	0,0504	—
11	1,5	0,0591	0,31	0,0122	81,9	1,13	0,0443	—
12	1,3	0,0511	0,28	0,0110	90,9	0,96	0,0378	—
13	1,2	0,0472	0,25	0,0098	102,0	0,9	0,0352	—
14	1,0	0,0394	0,23	0,0091	109,9	0,72	0,028	—
15	0,9	0,0354	0,21	0,0083	120,5	0,65	0,025	—
16	0,79	0,0311	0,19	0,0075	133,3	0,56	0,022	—
17	0,7	0,0276	0,17	0,0067	149	0,5	0,0197	—
18	0,62	0,0244	0,15	0,0059	169	0,44	0,0173	—
19	0,54	0,0213	0,14	0,0055	181	0,37	0,0146	—
20	0,48	0,0189	0,12	0,0047	212	0,34	0,0134	—
21	0,42	0,0165	0,11	0,0043	231	0,29	0,0114	—
22	0,37	0,0146	0,10	0,0039	259	0,25	0,0098	—
23	0,29	0,0114	0,09	0,0035	282	0,22	0,0086	—

**ΠΙΝΑΚΑΣ : ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ ΜΠΙ ΕΣ ΕΦ (B.S.F.)**

(Αγγλικό λεπτόδοντο σπείρωμα)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Όνομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος) d  *Ι ν τ σ α ι			Σπείραι  ανά  ίντσαν	Βήμα  h	Έσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>i</sub>		Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπτης περικοχλίου.	
Κλάσμα	Δεκαδικός	mm		mm	*Ιντσαι	mm	*Ιντσαι	mm
3/16	0,187	4,76	32	0,79	0,1475	3,74	No 25	
7/32	0,219	5,56	28	0,91	0,1733	4,39	No 13	4,70
1/4	0,250	6,35	26	0,98	0,2007	5,09	No 7	5,10
9/32	0,281	7,14	26	0,98	0,2321	5,89	B	6,10
5/16	0,312	7,94	22	1,16	0,2543	6,46	G	6,60
3/8	0,375	9,52	20	1,27	0,3110	7,90	O	8,10
7/16	0,437	11,11	18	1,41	0,3665	9,31	3/8	9,50
1/2	0,500	12,70	16	1,59	0,4200	10,67	7/16	11,10
9/16	0,562	14,29	16	1,59	0,4825	12,25	1/2	12,70
5/8	0,625	15,87	14	1,81	0,5336	13,55	35/64	14,00
11/16	0,687	17,46	14	1,81	0,5961	15,14	39/64	15,50
3/4	0,750	19,05	12	2,12	0,6434	16,34	21/32	16,50
13/16	0,812	20,64	12	2,12	0,7059	17,93	23/32	18,30
7/8	0,875	22,22	11	2,31	0,7586	19,27	49/64	19,50
1	1,000	25,40	10	2,54	0,8720	22,15	57/64	22,50
1 1/8	1,125	28,57	9	2,82	0,9828	24,96	1	22,50
1 1/4	1,250	31,75	9	2,82	1,1078	28,12	1 1/8	
1 3/8	1,375	34,92	8	3,17	1,2150	30,86	1 15/64	
1 1/2	1,500	38,10	8	3,17	1,3400	34,04	1 23/64	
1 5/8	1,625	41,27	8	3,17	1,4649	37,21	1 31/64	
1 3/4	1,750	44,45	7	3,63	1,5670	39,80	1 19/32	
2	2,000	50,80	7	3,63	1,8170	46,15	1 27/32	
2 1/4	2,250	57,15	6	4,23	1,9298	49,02	2 1/16	
2 1/2	2,500	63,50	6	4,23	2,1798	55,37	2 5/16	
2 3/4	2,750	69,85	6	4,23	2,5366	64,43	2 9/16	
3	3,000	76,20	5	5,08	2,6341	66,91	2 3/4	

**ΠΙΝΑΚΑΣ : ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΣΠΕΙΡΩΜΑ ΕΝ ΕΦ (Ν.Ε.)**

(Αμερικάνικο λεπτόδοντο σπείρωμα)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Αριθμός ή ονομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος)	Σπείραι ανά ίντσαν	Όνομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος) d		Βήμα h	Εσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>i</sub>		Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπης περικοχλίου	
Ίντσαι		Ίντσαι	mm	mm	Ίντσαι	mm	Ίντσαι	mm
0	80	0,060	1,52	0,32	0,0438	1,11	<sup>3</sup> / <sub>64</sub>	1,20
1	72	0,073	1,58	0,35	0,055	1,4	No 53	1,50
2	64	0,086	2,18	0,4	0,0657	1,67	No 50	1,80
3	56	0,099	2,51	0,45	0,0758	1,92	No 45	2,00
4	48	0,112	2,84	0,53	0,0849	2,16	No 42	2,30
5	44	0,125	3,17	0,58	0,0955	2,43	No 37	2,60
6	40	0,138	3,50	0,63	0,1055	2,68	No 33	2,90
8	36	0,164	4,17	0,7	0,1279	3,25	No 29	3,50
10	32	0,190	4,83	0,79	0,1494	3,79	No 21	4,00
12	28	0,216	5,49	0,91	0,1696	4,31	No 14	4,60
<sup>1</sup> / <sub>4</sub>	28	0,250	6,35	0,91	0,2036	5,17	No 3	5,50
<sup>5</sup> / <sub>16</sub>	24	0,3125	7,94	1,06	0,2584	6,56	I	6,90
<sup>3</sup> / <sub>8</sub>	24	0,375	9,52	1,06	0,3209	8,15	Q	8,50
<sup>7</sup> / <sub>16</sub>	20	0,4375	11,11	1,27	0,3725	9,46	<sup>25</sup> / <sub>64</sub>	9,90
<sup>1</sup> / <sub>2</sub>	20	0,5	12,7	1,27	0,4350	11,05	<sup>29</sup> / <sub>64</sub>	11,50
<sup>9</sup> / <sub>16</sub>	18	0,5625	14,29	1,41	0,4903	12,45	<sup>33</sup> / <sub>64</sub>	13,00
<sup>5</sup> / <sub>8</sub>	18	0,625	15,87	1,41	0,5528	14,04	<sup>37</sup> / <sub>64</sub>	14,50
<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	16	0,75	19,05	1,59	0,6688	16,99	<sup>11</sup> / <sub>16</sub>	17,50
<sup>7</sup> / <sub>8</sub>	14	0,875	22,22	1,81	0,7822	19,86	<sup>13</sup> / <sub>16</sub>	20,50
1	14	1,0	25,4	1,81	0,9072	23,04	<sup>59</sup> / <sub>64</sub>	23,50
1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	12	1,125	28,57	2,12	1,0167	25,82	1 <sup>3</sup> / <sub>64</sub>	26,50
1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	12	1,25	31,75	2,12	1,1417	28,99	1 <sup>11</sup> / <sub>64</sub>	30,00
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12	1,5	38,1	2,12	1,3917	35,35	1 <sup>27</sup> / <sub>64</sub>	36,00
1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	12	1,75	44,45	2,12	1,6417	41,7	1 <sup>43</sup> / <sub>64</sub>	42,00
2	12	2,0	50,8	2,12	1,8917	48,05	1 <sup>59</sup> / <sub>64</sub>	49,00

**ΠΙΝΑΚΑΣ : ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΣΠΕΙΡΩΜΑ ΕΝ ΣΙ (N.C.)**

(Αμερικάνικο χονδρόδοντο σπείρωμα)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Αριθμός ή ονομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος)	Σπείραι ανά ίντσαν	Όνομαστική διάμετρος (έξωτερική διάμετρος) d		Βήμα h	Έσωτερική διάμετρος (διάμετρος πυρήνος) d <sub>i</sub>		Διάμετρος τρυπανιού δι' άνοιγμα όπής περικοχλίου	
Ίντσαι		Ίντσαι	mm	mm	Ίντσαι	mm	Ίντσαι	mm
1	64	0,073	1,85	0,40	0,0527	1,34	No 54	1,45
2	56	0,086	2,18	0,45	0,0628	1,59	No 51	1,75
3	48	0,099	2,51	0,53	0,0719	1,83	No 46	2,0
4	40	0,112	2,84	0,63	0,0795	2,02	No 44	2,20
5	40	0,125	3,17	0,63	0,0925	2,35	No 39	2,5
6	32	0,138	3,50	0,79	0,0974	2,47	No 36	2,7
8	32	0,164	4,17	0,79	0,1234	3,13	No 29	3,40
10	24	0,190	4,83	1,06	0,1359	3,45	No 25	3,8
12	24	0,216	5,49	1,06	0,1619	4,11	No 17	4,40
1/4	20	0,250	6,35	1,27	0,185	4,70	No 7	5,1
5/16	18	0,3125	7,94	1,41	0,2403	6,10	F	6,5
3/8	16	0,375	9,52	1,59	0,2938	7,46	5/16	7,7
7/16	14	0,4375	11,11	1,81	0,3447	8,75	U	9,1
1/2	13	0,5	12,7	1,95	0,4001	10,16	27/64	10,7
9/16	12	0,5625	14,29	2,12	0,4542	11,54	31/64	12,3
5/8	11	0,625	15,87	2,31	0,5069	12,87	17/32	13,5
3/4	10	0,75	19,05	2,54	0,6201	15,75	21/32	16,5
7/8	9	0,875	22,22	2,82	0,7307	18,56	49/64	19,5
1	8	1,0	25,4	3,17	0,8376	21,27	7/8	22
1 1/8	7	1,125	28,57	3,63	0,9394	23,86	63/64	25
1 1/4	7	1,25	31,75	3,63	1,0644	27,04	1 7/64	28
1 1/2	6	1,5	38,1	4,23	1,2835	32,6	1 11/32	34
1 3/4	5	1,75	44,45	5,08	1,4902	37,85	1 9/16	39,5
2	4,5	2,0	50,8	5,64	1,7113	43,47	1 25/32	45



### Κοπή σπειρωμάτων:

Τα σπειρώματα χρειάζονται για διάφορες λειτουργίες, χρησιμοποιούνται π.χ. για κοχλίες (εξωτερικά σπειρώματα ) και περικόχλια (εσωτερικά σπειρώματα ), για την σύνδεση αντικειμένων, ή για την κίνηση εξαρτημάτων μηχανών. Για την κατασκευή των σπειρωμάτων, υπάρχει ένας μεγάλο πλήθος μεθόδων είτε με αφαίρεση είτε χωρίς αφαίρεση υλικού. Σαν παράδειγμα για το πλήθος των μεθόδων κατασκευής σπειρωμάτων αναφέρουμε :

- Κοπή σπειρωμάτων με αφαίρεση υλικού σε εργαλειομηχανές (τόρνο, φρέζα, δρόπανο).
- Κατασκευή σπειρωμάτων χωρίς αφαίρεση υλικού με ειδική μηχανή συμπίεσης, και :

Για λίγα τεμάχια ή μεμονωμένη κατασκευή και επισκευή, τα σπειρώματα κατασκευάζονται με αφαίρεση υλικού με το χέρι.

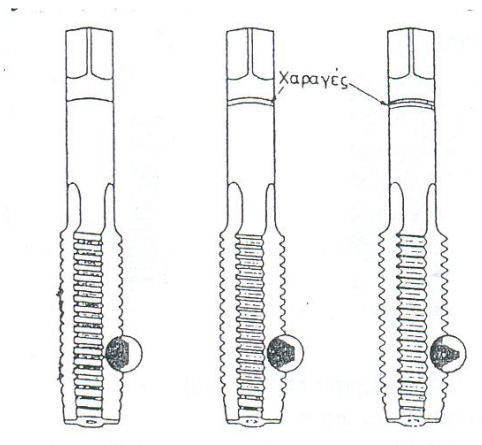
Η επιλογή των κοπτικών εργαλείων για την δημιουργία σπειρωμάτων εξαρτάται, από την φορά ελίκωσης, την τυποποίηση, και την μορφή (εξωτερικό ή εσωτερικό) σπείρωμα.

### Κοπή εσωτερικών σπειρωμάτων με το χέρι:

Τα εργαλεία με τα οποία κόβουμε, δηλαδή δημιουργούμε εσωτερικά σπειρώματα ονομάζονται σπειροτόμοι ή κολαούζα, είναι κοπτικά εργαλεία πολλών κόψεων. Κατασκευάζονται από ανθρακούχο χάλυβα ή ταχυχάλυβα. Αποτελούνται από το **σώμα** και το **στελέχος**. Το σώμα έχει κωνικό άκρο και φέρει κατά μήκος τρία ή τέσσερα αυλάκια, τα οποία εξυπηρετούν :

- Στην διαμόρφωση των δοντιών του σπειροτόμου.
- Στην απομάκρυνση των δημιουργούμενων αποβλήτων.
- Στην διέλευση του υγρού κοπής

Το πάνω άκρο του στελέχους του σπειροτόμου έχει τετραγωνική διατομή για την προσαρμογή της **μανέλλας**.



Σχ. Σειρά από τρεις σπειροτόμους.

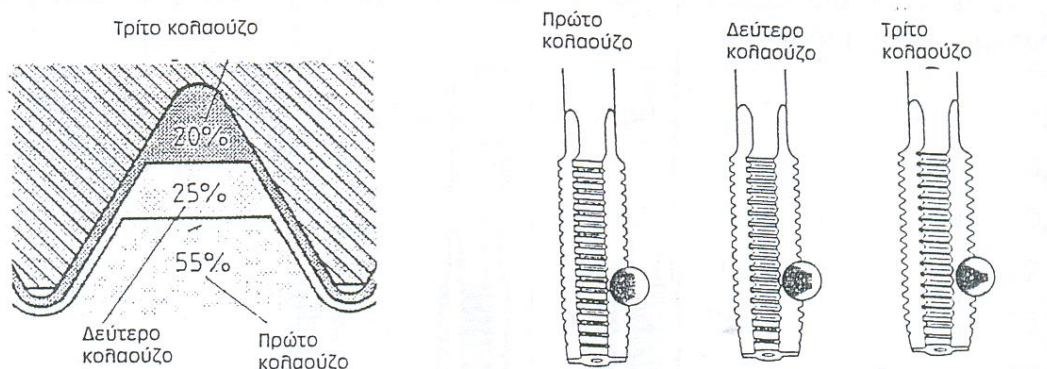
Στο στέλεχος των σπειροτόμων για εσωτερικά σπειρώματα παρατηρούμε ότι υπάρχουν χαραγμένα γράμματα και αριθμοί. Αυτά είναι τα στοιχεία που προσδιορίζουν το σύστημα τυποποίησης, καθώς επίσης και το μέγεθος του σπειρώματος, που μπορεί να κόψει ο σπειροτόμος π.χ. μετρικό σπείρωμα (M 8X1,25) ή αγγλικό σπείρωμα (W 7/16'' - 14 σπείρες ανά ίντσα).

Είναι όμως δυνατόν, εκτός από τα ποίο παραπάνω στοιχεία να υπάρχουν χαραγμένα και άλλα **ενδεικτικά χαρακτηριστικά** επάνω στο στέλεχος του σπειροτόμου. Αυτά είναι συνήθως μία, δύο ή τρεις χαραγές περιφερειακά στο στέλεχος, όπως βλέπουμε στο ( σχήμα σειρά από τρεις σπειροτόμους).

Οι χαραγές αυτές μας προσδιορίζουν την σειρά που θα ακολουθήσουμε για να κόψουμε ένα εσωτερικό σπείρωμα. με μία χαραγή χρησιμοποιείται πρώτο, με δύο δεύτερο, με τρεις (ή και καμία) τρίτο.

Οι εσωτερικοί σπειροτόμοι είναι εκείνοι που ενώ η εσωτερική τους διάμετρος είναι σταθερή, η εξωτερική τους μικραίνει (κατά τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται κόλυρος κώνος) προς τα άκρα του σώματος.

- Ο πρώτος σπειροτόμος (ξεχονδρίσματος), η κωνικότητα αρχίζει από το άκρον και φθάνει έως την δέκατη περίπου σπείρα χαράσσει το σπείρωμα και το κόβει μερικώς αφαιρεί περίπου το 55% του υλικού.
- Ο δεύτερος σπειροτόμος (ξεχονδρίσματος) η κωνικότητα αρχίζει πάλι από το άκρο και φθάνει μέχρι την τέταρτη περίπου σπείρα, και δίνει την τελική μορφή του σπειρώματος αφαιρεί περίπου το 25% του υλικού.
- Ο τρίτος σπειροτόμος (αποπεράτωσης) η κωνικότητα περιορίζεται μόνο στην πρώτη σπείρα, αφαιρεί το υπόλοιπο 20% του υλικού, και διαμορφώνει την τελική μορφή του σπειρώματος.

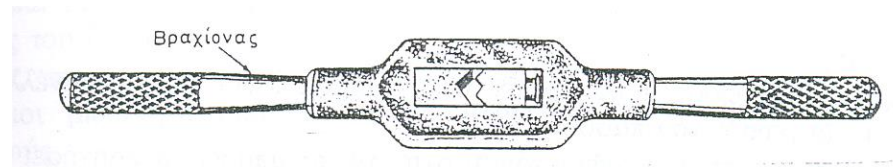


Σειρά σπειροτόμων.

Για σπειρώματα πολύ μικρού βάθους (π.χ. σπειρώματα σωλήνων) οι σειρές περιλαμβάνουν δύο σπειροτόμους.

### **Μανέλλα για εσωτερικούς σπειροτόμους:**

Για να περιστρέψουμε τους σπειροτόμους κατά την κοπή χρησιμοποιούμε ειδικές **μανέλλες** . Οι μανέλλες προσαρμόζονται στη τετραγωνική διατομή του άκρου του στελέχους του σπειροτόμου. Για την προσαρμογή αυτή οι μανέλλες φέρουν αντίστοιχα τετραγωνική οπή στο κέντρο τους. Χρησιμοποιούμε κύρια μανέλλες με ρυθμιζόμενη οπή προσαρμογής του σπειροτόμου της οποίας η οπή αυξομειώνεται. Η ρύθμιση των διαστάσεων της οπής επιτυγχάνεται με κοχλίωση ή αποκοχλίωση του ενός από τους δύο βραχίονες της μανέλλας.

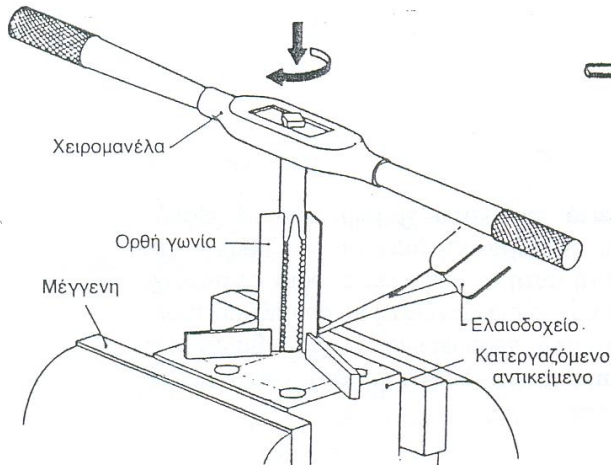


Μανέλλα πρόσδεσης σπειροτόμου.

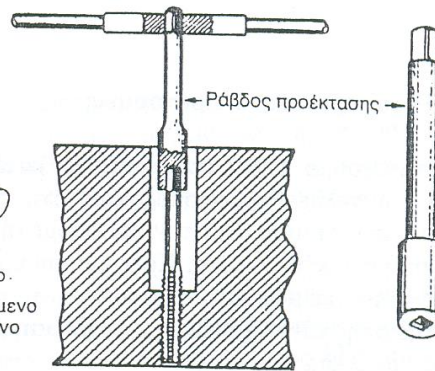
### **Διαδικασία κοπής εσωτερικού σπειρώματος με το χέρι:**

Για να κόψουμε ένα σπείρωμα εσωτερικό πρέπει πρώτα να ανοίξουμε με τρυπάνι μια τρύπα ίση με την εσωτερική διάμετρο του σπειρώματος ή ελάχιστα μεγαλύτερη απ' αυτή. Η διάμετρος της τρύπας που πρέπει να ανοίξουμε για να κοπή ένα σπείρωμα, δίνεται σε πίνακες. Η διαδικασία που ακολουθούμε είναι:

- Αφού έχουν προηγηθεί οι φάσεις της χάραξης του κέντρου της τρύπας και του πονταρίσματος
- Ανοίγουμε με το τρυπάνι τρύπα αντίστοιχη με το σπείρωμα που θα κόψουμε .
- Συγκρατούμε σταθερά το κομμάτι στο οποίο θα κόψουμε το σπείρωμα.
- Προσαρμόζουμε στην μανέλλα τον πρώτο σπειροτόμο της σειράς και τον τοποθετούμε στην άκρη της τρύπας. Ο άξονας του σπειροτόμου πρέπει να συμπίπτει με τον νοητό άξονα της τρύπας. Αρχίζουμε να περιστρέφουμε με την μανέλλα , και ταυτόχρονα πιέζοντας για να εισχωρήσει ο σπειροτόμος στην τρύπα. Για να διευκολύνουμε την κοπή, ρίχνουμε λίγο υγρό κοπής στο σπειροτόμο.
- Όταν ο σπειροτόμος προχωρήσει λίγο μέσα στην τρύπα σταματάμε να πιέζουμε . περιστρέφουμε απλώς την μανέλλα αργά και ελέγχουμε την καθετότητα του σπειροτόμου. Κάθε  $\frac{3}{4}$  της στροφής στρέφουμε αναστροφή τον σπειροτόμο κατά  $\frac{1}{2}$  της στροφής , για να απομακρυνθούν τα γρέζια . Εάν η τρύπα είναι τυφλή, ο σπειροτόμος πρέπει κάθε τόσο να γυρίζει τελείως προς τα πίσω, ώστε να απομακρύνονται τα γρέζια από το βάθος της τρύπας. Η τυφλές τρύπες ανοίγονται κατά μία ή δύο σπείρες βαθύτερες.
- Ακολουθεί η ίδια διαδικασία και με τους άλλους δύο σπειροτόμους στη σειρά.
- Αν η τρύπα που πρόκειται να κόψουμε σπείρωμα βρίσκεται σε τέτοια θέση που είναι αδύνατο η προσαρμογή της μανέλλας τότε χρησιμοποιούμε ένα πρόσθετο στέλεχος(ράβδος προέκτασης ).



Διαδικασία κοπής σπειρώματος.



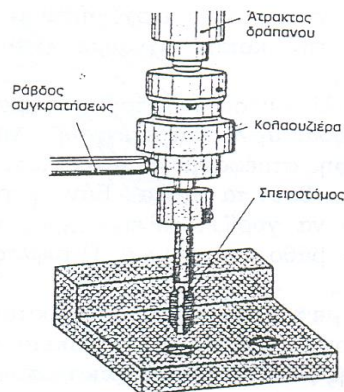
Επιμήκυνση σπειροτόμου.

**Τι πρέπει να προσέχουμε:**

- Για τους μικρούς σπειροτόμους πρέπει να χρησιμοποιούμε μικρή μανέλλα, διαφορετικά κινδυνεύουν να σπάσουν.
- Λανθασμένη τοποθέτηση του σπειροτόμου στην τρύπα μπορεί να οδηγήσει σε θραύση του.
- Όταν κοχλιοτομούμε χαλύβδινα κομμάτια πρέπει να χρησιμοποιούμε υγρό κοπής.
- Μετά το τέλος της εργασίας οι σπειροτόμοι καθαρίζονται και τοποθετούνται στην κατάλληλη κασετίνα τους.
- 

**Σπειροτόμηση σε δράπανο :**

Στην σπειροτόμηση σε δράπανα ή ειδικές μηχανές σπειροτομήσεων , κατασκευάζει κανείς σπειρώματα ,των οποίων οι άξονες βρίσκονται ακριβώς στον άξονα της οπής. Με σχετικά μεγάλες ταχύτητες κοπής . Η συσκευή που χρησιμοποιείται για την σπειροτόμηση ονομάζεται (κολαουζιέρα), η οποία προσαρμόζεται στο δράπανο, μπορεί κανείς να ρυθμίσει την επιτρεπόμενη ροπή στρέψεως ως συνάρτηση του μεγέθους του σπειρώματος και του υλικού. Όταν το εργαλείο φθάσει στο προκαθορισμένο βάθος σπειρώματος , τότε η συσκευή αυτόματα αναστρέφει την φορά περιστροφής και το εργαλείο εξέρχεται με μεγαλύτερο αριθμό στροφών.



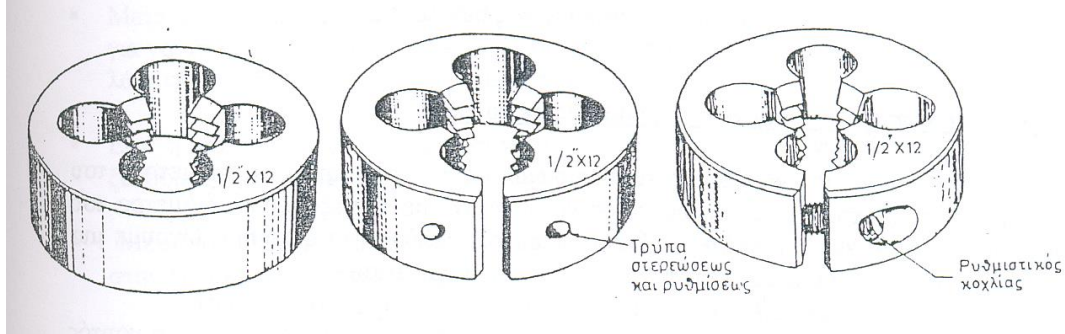
Συσκευή κοπής σπειρωμάτων (κολαουζιέρα).

## Κοπή εξωτερικών σπειρωμάτων με το χέρι:

Τα εργαλεία με τα οποία κόβουμε, δηλαδή δημιουργούμε εξωτερικά σπειρώματα είναι κοπτικά εργαλεία πολλών κόψεων και ονομάζονται **βιδολόγοι οι φιλιέρες**. Κατασκευάζονται από ανθρακούχο χάλυβα ή ταχυχάλυβα. Κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

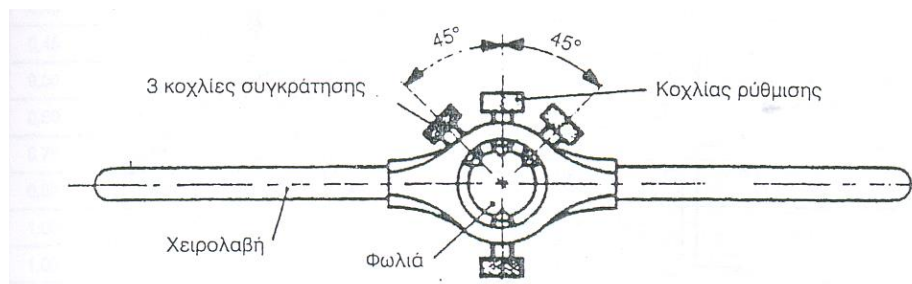
- Στους ολόσωμους ή (μονόπασους) και.
- Στους διμερείς ή (διαιρούμενους) .

Οι ολόσωμοι βιδολόγοι είναι κυλινδρικές πλάκες που φέρουν εσωτερικό σπείρωμα. Γύρω από το σπείρωμα υπάρχουν τρεις έως έξι τρύπες (αναλόγως προς το μέγεθος του βιδολόγου) σε κυκλική διάταξη, οι οποίες βοηθούν στη διαμόρφωση των δοντιών, στην απομάκρυνση των γρεζιών ,και στην διέλευση του υγρού ψύξης. Οι ολόσωμοι βιδολόγοι διακρίνονται σε **ανοιχτούς με ρυθμιστικό κοχλία** και σε **κλειστούς**.



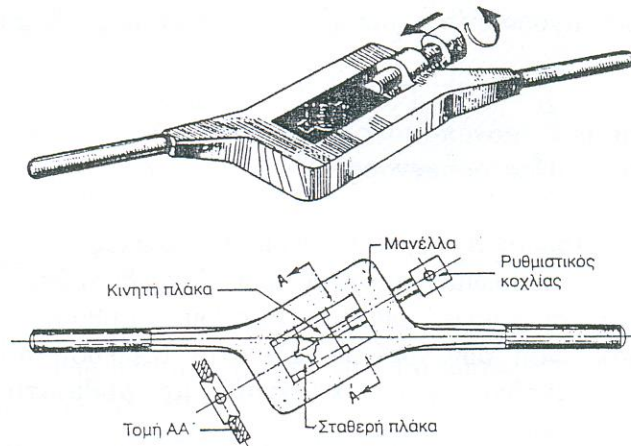
Ολόσωμοι βιδολόγοι.

Οι ολόσωμοι αφαιρούν το προς αφαίρεση υλικό με ένα πέρασμα (πάσο), γι' αυτό λέγονται και μονόπασοι. Οι ανοιχτοί ολόσωμοι παρέχουν τη δυνατότητα κοπής και σε δύο πάσα (το πρώτο με σχισμή ανοιχτή και το δεύτερο με τη σχισμή κλεισμένη στην κανονική της θέση). Τους βιδολόγους όπως και τους σπειροτόμους εσωτερικών σπειρωμάτων, τους χρησιμοποιούμε με την βοήθεια ειδικής μανέλλας, (μανέλλα βιδολόγων). Οι ολόσωμοι βιδολόγοι έχουν τρύπες για να στερεώνονται στην μανέλλα.



Μανέλλα βιδολόγων.

Οι διμερείς βιδολόγοι αποτελούνται από δύο πλάκες, μια σταθερή και μια κινητή. Οι βιδολόγοι αυτοί αφαιρούν το υλικό με περισσότερα από ένα περάσματα (πάσα), επειδή είναι ρυθμιζόμενοι.

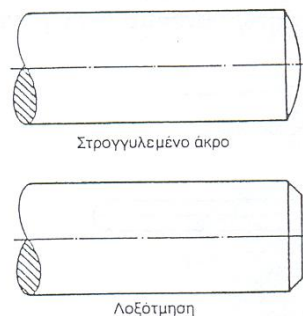


Διμερείς ή διαιρούμενος βιδολόγος.

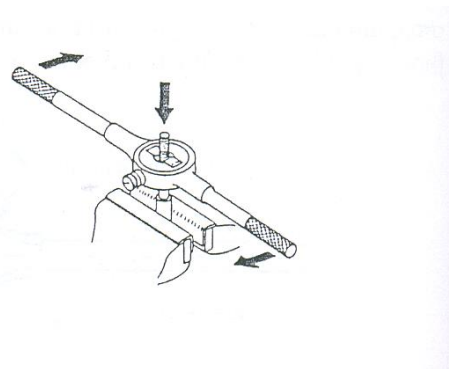
### Διαδικασία κοπής εξωτερικού σπειρώματος με το χέρι:

Για να κόψουμε ένα εξωτερικό σπείρωμα με το χέρι, πρέπει η διάμετρος του κυλινδρικού τμήματος στο οποίο θα κοπεί να είναι ίση με την εξωτερική διάμετρο του σπειρώματος ή ελάχιστα μικρότερη. Για να διευκολυνθούμε στο ξεκίνημα δίνουμε μια μικρή κωνικότητα ή ημισφαιρικότητα στην άκρη του κομματιού.

- Προσαρμόζουμε στη μανέλλα το βιδολόγο και τον κρατάμε έτσι, ώστε ο νοητός του άξονας να συμπίπτει με τον άξονα του κομματιού. πιέζουμε ελαφρά την μανέλλα και την περιστρέφουμε ομοιόμορφα. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στο ξεκίνημα, για να μην πιάσει στραβά η μανέλλα. Μόλις ο βιδολόγος εισχωρήσει στο μέταλλο, ελέγχεται η οριζοντιότητα του.

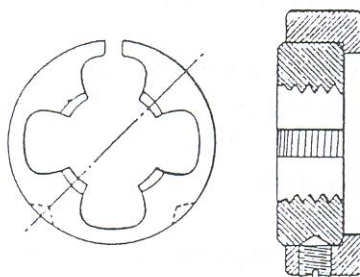


Προετοιμασία του άκρου ενός άξονα .



Κοπή εξωτερικού σπειρώματος.

- Το καλό ξεκίνημα της κοπής διευκολύνεται επίσης και από τα δόντια (σπείρες) του βιδολόγου, που είναι λοξός κομμένα στα άκρα τους έτσι ώστε ο βιδολόγος να εφαρμόζει ευκολότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια, και το ξεκίνημα να γίνεται χωρίς μεγάλη πίεση, διότι τα λοξά δόντια δημιουργούν αβαθείς σπείρες στο ξεκίνημα της κοπής του σπειρώματος.



Τομή βιδολόγου με λοξά άκρα.

- Μετά από κάθε στροφή η μανέλλα στρέφεται ανάστροφα κατά  $\frac{1}{4}$  της στροφής, για να απομακρύνονται τα γρέζια. Κατά την κοπή χρησιμοποιούμε υγρό κοπής ή λάδι και στο βιδολόγο και στο κομμάτι.
- Εάν η κοπή γίνεται σε περισσότερα από ένα πάσα, γεγονός που κάνει πιο ξεκούραστη την κατεργασία, επαναλαμβάνεται η διαδικασία.
- Μετά το τέλος της εργασίας οι σπειροτόμοι καθαρίζονται και τοποθετούνται στην κατάλληλη κασετίνα τους.

### Πίνακας διαμέτρων για την κοπή μετρικών σπειρωμάτων

Διάμετρος τρυπών για κοπή σπειρωμάτων – Σπειρώματα ISO κανονικά ( DIN 13) (Διαστάσεις σε mm)						Διάμετρος τρυπών για κοπή σπειρωμάτων (αγγλικά σπειρώματα)							
Όνομαστική διάμετρος	Βήμα	Διάμετρος τρυπανιού	Όνομαστική διάμετρος	Βήμα	Διάμετρος τρυπανιού	Σπειρώματα σύνδεσης Whitworth				Σπειρώματα σωληνων Whitworth			
						Όνομαστική διάμετρος σπειρώματος σε ίντσες	Διάμετρος πυρήνα σε mm	Διάμετρος τρύπας Σειρά I	Διάμετρος τρύπας Σειρά II	Όνομαστική διάμετρος σπειρώματος σε ίντσες	Διάμετρος πυρήνα σε mm	Διάμετρος τρύπας Σειρά I	Διάμετρος τρύπας Σειρά II
M1	0,25	0,75	M12	1,75	10,2	1/4	4,724	5,00	5,10	R 1/8	8,566	8,7	8,9
M1,2	0,25	0,95	M14	2,00	12,0	5/16	6,131	6,40	6,50	R 1/4	11,445	11,5	11,7
M1,4	0,30	1,10	M16	2,00	14,0	3/8	7,492	7,70	7,90	R 3/8	14,950	15,2	15,4
M1,7	0,35	1,30	M18	2,50	15,5	7/16	8,789	9,10	9,25	R 1/2	18,631	18,8	19,0
M2	0,40	1,60	M20	2,50	17,5	1/2	9,990	10,25	10,50	R 5/8	20,587	20,9	21,1
M2,3	0,40	1,90	M22	2,50	19,5	5/8	12,918	13,25	13,50	R 3/4	24,117	24,5	24,7
M2,6	0,45	2,10	M24	3,00	21,0	3/4	15,798	16,25	16,50	R 7/8	27,877	28,2	28,4
M3	0,50	2,50	M27	3,00	23,0	7/8	18,611	19,00	19,25	R 1	30,291	30,6	30,8
M3,5	0,60	2,90	M30	3,50	26,5	1	21,335	21,75	22,00	R 1 1/8	34,939	35,3	35,5
M4	0,70	3,30	M33	3,50	29,5	1 1/8	23,929	24,50	24,75	R 1 1/4	38,952	39,3	39,5
M5	0,80	4,20	M36	4,00	32,0	1 1/4	27,104	27,50	27,75	R 1 3/8	41,365	41,7	41,9
M6	1,00	5,00	M39	4,00	35,0	1 3/4	29,505	30,00	30,50	R 1 1/2	44,845	45,2	45,4
M7	1,00	6,00	M42	4,50	37,5	1 1/2	32,680	33,00	33,50	R 1 3/4	50,788	51,2	51,4
M8	1,25	6,80	M45	4,50	40,5	1 5/8	34,771	35,00	35,50	R 2	56,656	57,0	57,2
M9	1,25	7,80	M48	5,00	43,0	1 3/4	37,946	38,50	39,00	R 2 1/2	62,752	63,1	63,3
M10	1,50	8,50	M52	5,00	47,0	1 7/8	40,398	41,00	41,50	R 2 1/4	72,226	72,6	72,8
M11	1,50	9,50	M56	5,50	50,5	2	43,573	44,00	44,50	R 2 3/4	78,576	78,9	79,1

## Άσκηση σπειροτόμησης



## ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ – ΑΝΟΧΕΣ

### Ορισμοί:

Αν παρατηρήσουμε προσεκτικά έναν μηχανισμό ή μια μηχανή ή μία συσκευή , θα διαπιστώσουμε ότι αποτελούνται από έναν μικρό ή μεγάλο αριθμό εξαρτημάτων , τα οποία συνεργάζονται άμεσα ή έμμεσα μεταξύ τους.

### Συναρμογή:

Η άμεση συνεργασία δύο εξαρτημάτων , βάσει ορισμένων προδιαγραφών συνεργασίας (με προσαρμογή του ενός εντός του άλλου) ονομάζεται “συναρμογή” .

### Ανοχή :

Κατά τη λειτουργία τους τα εξαρτήματα των μηχανισμών γενικά φθείρονται και χάνουν τις αρχικές τους διαστάσεις ή θραύονται . Τα αποτελέσματα αυτών των εξελίξεων είναι η προβληματική ή η επιβλαβής λειτουργία των μηχανισμών και ενδεχομένως η πλήρης αδυναμία λειτουργίας αυτών .

Στις περιπτώσεις αυτές , είναι αναγκαία η επισκευή ή η αντικατάσταση των ακατάλληλων πλέον εξαρτημάτων .

Όταν κατασκευάζεται ένα εξάρτημα ή μια σειρά ομοειδών εξαρτημάτων , οι διαστάσεις του δίνονται βάσει αυτών που αναγράφονται στο κατασκευαστικό σχέδιο .

Οι διαστάσεις του κατασκευαστικού στοιχείου είναι οι ονομαστικές διαστάσεις του εξαρτήματος και έχουν τιμή απόλυτη .

Στην πράξη όμως , είναι αδύνατο να δοθεί ακριβώς η απόλυτη τιμή των διαστάσεων , και αυτό οφείλεται στους εξής παράγοντες :

- Στη μηχανή που τα κατασκευάζει.
- Στο χειριστή της μηχανής .
- Στα όργανα μέτρησης.
- Στις ιδιομορφίες του εξαρτήματος και στο υλικό κατασκευής.

Θα υπάρξει επομένως αναπόφευκτα κατασκευαστικό σφάλμα , δηλ. μία διαφορά ως προς τις ονομαστικές διαστάσεις του εξαρτήματος .

Για να μη χαρακτηριστεί ένα εξάρτημα ελαττωματικό , γίνεται αναγκαστικά αποδεκτό το κατασκευαστικό σφάλμα , αλλά μέσα σε συγκεκριμένα όρια τα οποία έχουν ελάχιστη και μέγιστη τιμή .

Το κατασκευαστικό αυτό σφάλμα ονομάζεται “ΑΝΟΧΗ” και συμβολίζεται με το γράμμα (T) σε μη .

$$T = A\mu - A\varepsilon$$

$$T = B\mu - B\varepsilon$$

### **Όπου:**

- $A\mu$  και  $B\mu$  , η μέγιστη κατασκευαστική διάσταση άξονα και τρύματος αντίστοιχα
- $A\varepsilon$  και  $B\varepsilon$  , η ελάχιστη κατασκευαστική διάσταση άξονα και τρύματος .

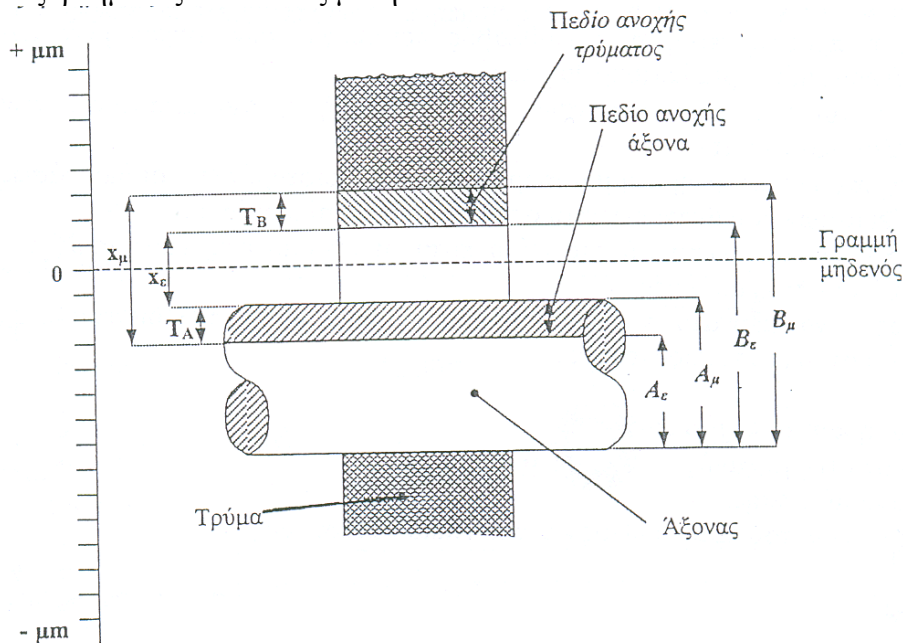
Οι ανοχές αφορούν το κάθε εξάρτημα χωριστά , αλλά λογαριάζονται κατά κανόνα σε ζεύγη εξαρτημάτων που συνεργάζονται ομαλά μεταξύ τους . Τα ζεύγη αυτά των στοιχείων των μηχανισμών που η συνεργασία τους έχει μεγάλη σημασία , συνθέτουν τις λεγόμενες συναρμογές . Ένα παράδειγμα συναρμογής είναι ο άξονας με τον τριβέα , ο σφήνας με τον σφηνότοπο . Ο άξονας χαρακτηρίζεται ως αρσενικό κομμάτι , ενώ το τρύμα ως θηλυκό .

## ΕΝΑΛΛΑΞΙΜΟΤΗΤΑ

Όταν ένα εξάρτημα υποστεί βλάβη και δημιουργεί προβλήματα στο μηχανισμό γενικά πρέπει να αντικατασταθεί .

Το νέο εξάρτημα πρέπει να προσαρμοστεί χωρίς δυσκολίες και να λειτουργήσει ομαλά με τα συνεργαζόμενα στοιχεία του μηχανισμού . Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη της ομαλής λειτουργίας , είναι η επιλογή του νέου εξαρτήματος να είναι της αυτής σειράς παραγωγής με το κατεστραμμένο , δηλ. να έχει τις ίδιες με αυτό ονομαστικές διαστάσεις και ανοχές .

Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι το εξάρτημα αυτό είναι εναλλάξιμο και η ιδιότητα αυτή του εξαρτήματος "εναλλαξιμότητα" .



Σχηματική παράσταση πεδίου ανοχών άξονα – τρύματος

## ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ :

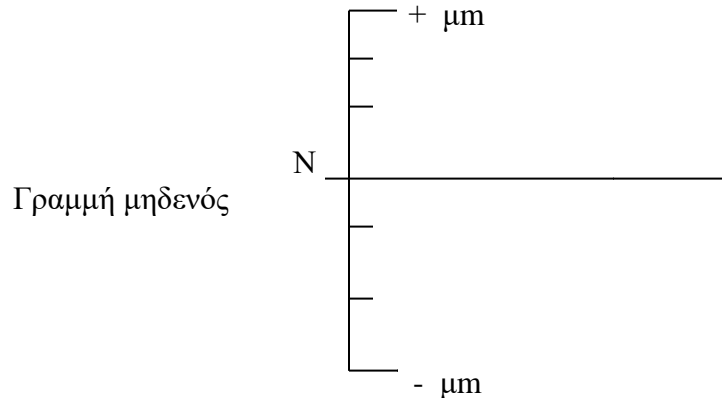
Η θεωρητική διάσταση που αναγράφεται στο μηχανολογικό σχέδιο , ονομάζεται πραγματική διάσταση , εκφράζεται σε mm και συμβολίζεται με το γράμμα (N) .

## ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ:

Η μετρούμενη διάσταση του εξαρτήματος , ονομάζεται πραγματική διάσταση , εκφράζεται σε mm και συμβολίζεται με  $A_i$  ,  $B_i$  .

**ΓΡΑΜΜΗ ΜΗΔΕΝΟΣ:**

Είναι η οριζόντια γραμμή που παριστάνει γραφικά την ονομαστική διάσταση και στην οποία αναφέρονται οι αποκλίσεις . Χαρακτηρίζεται ως γραμμή μηδενός , επειδή η απόκλιση είναι μηδέν και είναι το σημείο αναφοράς για τον προσδιορισμό των αποκλίσεων .



**ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ**

Για κάθε διάσταση σύμφωνα με την τυποποίηση δίνονται δύο οριακές τιμές , μία ελάχιστη ( **$A_\epsilon$  ή  $B_\epsilon$** ) και μια μέγιστη ( **$A_\mu$  ή  $B_\mu$** ) . Μεταξύ των δύο οριακών διαστάσεων βρίσκεται η πραγματική διάσταση ( **$A_i$  ή  $B_i$** ) .

**ΠΕΔΙΟ ΑΝΟΧΗΣ:**

Η διαφορά μεταξύ των τιμών  **$A_\epsilon$ - $A_\mu$  ή  $B_\epsilon$ - $B_\mu$**  , χαρακτηρίζει το πεδίο ανοχής της διάστασης .

**ΑΝΟΧΗ ΟΠΗΣ ( $T_B$ ):**

Ονομάζεται το μέγιστο δυνατό σφάλμα στη διάσταση της οπής :  **$T_B = B_\mu - B_\epsilon$**

**ΑΝΟΧΗ ΑΞΟΝΑ ( $T_A$ ) :**

Ονομάζεται το μέγιστο δυνατό σφάλμα στη διάσταση του άξονα :  **$T_A = A_\mu - A_\epsilon$**

**ΑΝΟΧΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ( $T$ ) :**

Ονομάζεται το άθροισμα των δύο ανοχών :  **$T = T_A + T_B$**

**ΧΑΡΗ ( $X$ )**

Ονομάζεται η διαφορά μεταξύ ης πραγματικής διάστασης του άξονα ( **$A$** ) και του τρύματος ( **$B$** ) .

**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΧΑΡΗ ( $x_\epsilon$ )**

Είναι η διαφορά της μέγιστης τιμής του άξονα από την ελάχιστη του τρύματος :

$$x_{\varepsilon} = B_{\varepsilon} - A_{\mu}$$

**ΜΕΓΙΣΤΗ ΧΑΡΗ (X<sub>μ</sub>) :**

Είναι η διαφορά της ελάχιστης τιμής του άξονα από την μέγιστη του τρύματος .

$$X_{\mu} = B_{\mu} - A_{\varepsilon}$$

**ΜΕΣΗ ΧΑΡΗ (X<sub>M</sub>):**

Είναι η χάρη που προκύπτει όταν οι πραγματικές διαστάσεις του άξονα και του τρύματος , βρίσκονται στη μέση του πεδίου ανοχής . Αυτό επιδιώκεται στην πράξη για να εξασφαλιστεί ομαλή συνεργασία .

$$x_M = \frac{x_{\varepsilon} + x_{\mu}}{2}$$

**ΕΙΔΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ:**

Είναι συναρμογή η οποία παρουσιάζει θετική χάρη μεταξύ άξονα και τρύματος . Δηλ. η συναρμογή είναι ελεύθερη όταν η  $x_{\varepsilon}$  και  $x_{\mu}$  είναι θετικές ( $x_{\varepsilon} > 0$  ,  $x_{\mu} > 0$ ) .

**ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΦΙΞΗΣ:**

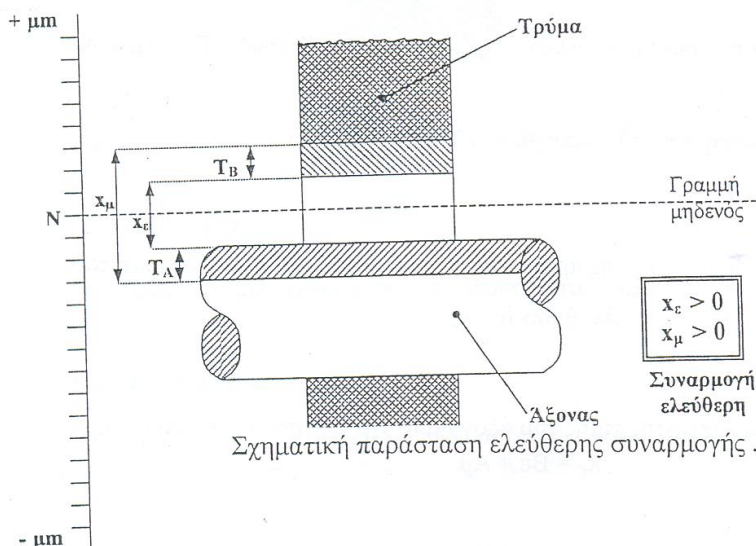
Είναι η συναρμογή η οποία παρουσιάζει αρνητική χάρη . Δηλ. η  $x_{\varepsilon}$  και  $x_{\mu}$  είναι αρνητικές ( $x_{\varepsilon} < 0$  ,  $x_{\mu} < 0$ ) .

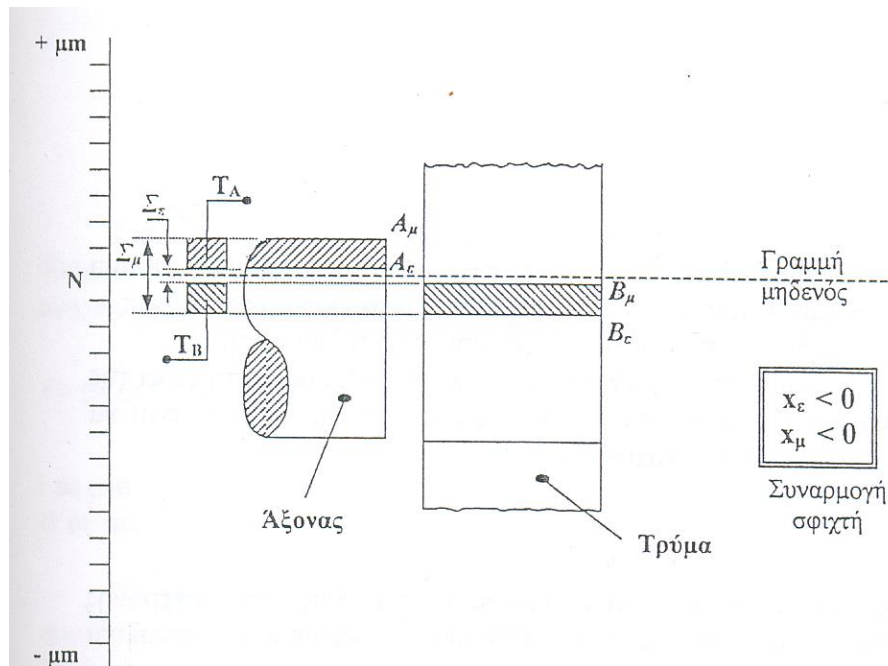
**ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΑΜΦΙΒΟΛΗΣ ΣΥΣΦΙΞΗΣ :**

Είναι η συναρμογή η οποία άλλοτε μπορεί να παρουσιάσει ελεύθερη και άλλοτε σφιχτή . Στις περιπτώσεις αυτές η ( $x_{\varepsilon}$ ) είναι αρνητική και η ( $x_{\mu}$ ) είναι θετική .

$$B_{\mu} - A_{\varepsilon} > 0 \Rightarrow \text{χάρη } B_{\varepsilon} - A_{\mu} < 0 \Rightarrow \text{Σύσφιξη} .$$

Η μέση χάρη (X<sub>M</sub>) επομένως θα χαρακτηρίζει τη συναρμογή .





Σχηματική παράσταση σφικτής συναρμογής

### ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ :

Όταν αναφερόμαστε στην ποιότητα των στοιχείων μιας συναρμογής , εννοούμε το βαθμό ακρίβειας με τον οποίο πρέπει να αποδοθούν οι διαστάσεις τους .

Ο βαθμός ακριβείας έχει άμεση σχέση με τη δυσκολία που παρουσιάζεται στο στάδιο της υλοποίησης , δηλαδή της κατασκευής των εξαρτημάτων με προκαθορισμένη ανοχή .

Η ποιότητα επηρεάζεται από την ανοχή και από το μέγεθος της διάστασης του εξαρτήματος .

Για να γίνει κατανοητός ο όρος της ποιότητας αναφέρεται ένα απλό παράδειγμα .

Πρόκειται να κατασκευαστούν 4 άξονες διαφορετικής διαμέτρου , με όμοιο μήκος , και με ίδια ανοχή .

Άξονες :	1 <sup>ος</sup>	2 <sup>ος</sup>	3 <sup>ος</sup>	4 <sup>ος</sup>
Ονομαστική d (mm)	10	50	200	500
Ανοχή διάμετρος (mm)	10	10	10	10
Οριακές διαστάσεις	10,000	50,000	200,000	500,000
Μέγιστη – ελάχιστη (mm)	9,990	49,990	199,990	499,990

Από το παράδειγμα , γίνεται αντιληπτό ότι η ανοχή στον 4<sup>ο</sup> άξονα είναι πολύ πιο δύσκολα να πραγματοποιηθεί , ενώ η ανοχή του 1<sup>ου</sup> άξονα είναι εφικτή .

Οι παράγοντες που περιορίζουν τη δυνατότητα μικρών ανοχών σε μεγάλες διαστάσεις , είναι ο όγκος του εξαρτήματος , ο μηχανικός εξοπλισμός , η δυσκολία στη μέτρηση , άλλοι αστάθμιστοι παράγοντες και όλοι μαζί προκαλούν μεγαλύτερες ανοχές .

Αντίθετα στον 1<sup>ο</sup> άξονα είναι δυνατή η πραγματοποίηση της διάστασης με αυτή την ανοχή , λόγω του μικρού όγκου ειδικά .

Η ανοχή των 10μm για τη διάμετρο των 500mm δίνει μια πολύ λεπτή ποιότητα , ενώ για τη διάμετρο των 10mm η ποιότητα είναι μέτρια .

Σύμφωνα με τα παραπάνω επομένως , για να κριθεί η περίπτωση με  $d = 500\text{mm}$  ως της ίδιας ποιότητας με αυτή των 10mm πρέπει να έχει ανοχή μεγαλύτερη των 10μm .

Οι ανοχές δηλαδή , πρέπει να αυξάνουν σύμφωνα με την ονομαστική διάσταση .

Σαν συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι εξαρτήματα με διαφορετική διάσταση είναι της ίδιας ποιότητας όταν οι ανοχές τους είναι διάφορες μεταξύ τους και τέτοιες που να παρουσιάζουν τις ίδιες δυσκολίες κατά την κατασκευή τους .

### **Ποιότητες κατά I.S.O.**

Ο διεθνής οργανισμός τυποποιήσεων , για να καλύψει τις ανάγκες της σύγχρονης τεχνολογίας , αλλά και για να απλουστεύσει το πρόβλημα , καθιέρωσε συνολικά 20ποιότητες ανοχών .

Οι ποιότητες συμβολίζονται με τα στοιχεία **I T** και έναν αριθμητικό δείκτη ήτοι : 01 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5...-18 . π.χ. **I T8**

Η ανώτερη ποιότητα έχει δείκτη 01 και η κατώτερη 18 .

### **Κλιμάκωση ονομαστικών διαστάσεων**

Σύμφωνα με τα διεθνή στοιχεία , έχει διαπιστωθεί ότι οι διαστάσεις των μηχανουργικών εξαρτημάτων βρίσκονται μεταξύ των διαστημάτων 1 – 500 mm .

Θεωρητικά , θα έπρεπε για κάθε μεταβολή της ονομαστικής διάστασης μεταξύ 1 και 500mm , για την ίδια ποιότητα , να ορισθούν 500 διαφορετικές ανοχές .

Σύμφωνα με τη διεθνή τυποποίηση , χωρίστηκε το διάστημα των 1-500mm σε 13 περιοχές τιμών και ορίστηκε για κάθε περιοχή , να αντιστοιχεί μια ανοχή σε κάθε ποιότητα , γεγονός που απλούστευσε σημαντικά την πρακτική εφαρμογή .

### **Πίνακας κλιμάκωσης διαστάσεων από 1 – 500 mm**

Από 1 – 3	Πάνω από 10-18	Πάνω από 50-80	Πάνω από 250-315
Πάνω από 3 – 6	Πάνω από 18-30	Πάνω από 80-120	Πάνω από 315-400
Πάνω από 6 – 10	Πάνω από 30-50	Πάνω από 120-180	Πάνω από 400-500
		Πάνω από 180-250	

### Μονάδα ανοχών

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα , στο σύστημα I.S.O. για μια συγκεκριμένη διάσταση και για μια ορισμένη ποιότητα , αντιστοιχεί μία συγκεκριμένη ανοχή .

Το μέγεθος της ανοχής αυτής , λαμβάνεται ίσο με ένα ορισμένο πολλαπλάσιο ‘μονάδος ανοχών’ .

Η ‘μονάδα ανοχών’ δεν έχει σταθερό μέγεθος , αλλά μεταβάλλεται συναρτήσει της ονομαστικής διάστασης και ποιότητας που θα επιλέγεται , δίνοντας την αντίστοιχη ανοχή.

Για τις πλέον χρησιμοποιούμενες διαστάσεις στις μηχανουργικές κατασκευές 1 – 500mm και για τις πλέον χρησιμοποιούμενες ποιότητες **I T5** έως **I T18** , η μονάδα ανοχών δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$i = (\sqrt[3]{D} * 45) + (0.001 * D)$$

**i σε μm**

**D σε mm**

Το **D** αντιπροσωπεύει την ονομαστική διάσταση και είναι ο γεωμετρικός μέσος των δύο ακραίων τιμών της εκάστοτε περιοχής στην οποία βρίσκεται η ονομαστική διάσταση .

### Μεγέθη και σειρές ανοχών :

Για μια περιοχή ονομαστικών διαστάσεων οι ανοχές που αντιστοιχούν στις ανάλογες ποιότητες , πρέπει να συμβιβάζονται με τις λειτουργικές απαιτήσεις του εξαρτήματος .

Η μεταβολή του μεγέθους των ανοχών από ποιότητα σε ποιότητα γίνεται κατά γεωμετρική κλιμάκωση και ειδικότερα από την ποιότητα **I T5** μέχρι την **I T18** και για την περιοχή ονομαστικών διαστάσεων που έχουμε αναφέρει , γίνεται με τη σειρά **R5** .

Δηλαδή η ανοχή αυξάνεται κατά **60%** κατά τη μετάβαση από τη μία ποιότητα στην άλλη . Ήτοι με λόγο  $\sqrt[3]{10} = 1.6$

Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει τις μονάδες ανοχών για τις ποιότητες **I T5** έως **I T18** .

ΠΟΙΟΤΗΤΑ- <b>I T</b>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Πολ/σια μονάδος ανοχών : (1)	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

Για τις ανώτερες ποιότητες και για τις 18 περιοχές διαστάσεων μπορούμε να υπολογίσουμε τα αντίστοιχα μεγέθη ανοχών .

### Παράδειγμα :

Να βρεθεί η ανοχή για την ονομαστική διάσταση  $N = 100\text{mm}$  και IT-10 ποιότητας.

### Λύση:

Σύμφωνα με τον πίνακα κλιμάκωσης των διαστάσεων , η ονομαστική διάσταση  $N = 100\text{mm}$  βρίσκεται στην περιοχή 80-120mm και έχει γεωμετρικό μέσο :  
 $\sqrt{80 \cdot 120} = 97.98\text{mm}$

**Η μονάδα ανοχών είναι :**

$$i = (\sqrt[3]{D} \cdot 0.45) + (0.001 \cdot D) = (0.45 \cdot \sqrt[3]{97.98}) + 0.001 \cdot 97.98$$
$$i = 2.075 + 0.098 = 2.173\mu\text{m}$$

Άρα η ανοχή για την **IT10** ποιότητα είναι :

$$T = i \cdot 64 = 2.173 \cdot 64 = 139.07\mu\text{m} .$$

Στους σχετικούς πίνακες των ανοχών στρογγυλοποιείται σε **140μm** .

## ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Η κατηγορία έχει μεγάλη σημασία σε μια συναρμογή . Με την ποιότητα προσδιορίζονται τα όρια της ανοχής . Ο όρος κατηγορίας χαρακτηρίζει τη θέση της ανοχής κάθε εξαρτήματος ως όρος την ονομαστική του διάσταση .

Στην κατηγορία υποδηλώνεται το είδος της συναρμογής η οποία θα είναι ελεύθερη , αμφίβολης σύσφιξης ή σφιχτή . Ο **I.S.O.** καθόρισε και τυποποίησε τις θέσεις των ανοχών άνω και κάτω των ονομαστικών διαστάσεων για τους άξονες και για τα τρύματα , έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα επιλογής της θέσης των ανοχών και να επιτυγχάνεται κάθε φορά η επιθυμητή συναρμογή .

Οι θέσεις των ανοχών δηλ. οι κατηγορίες συμβολίζονται με τα γράμματα του λατινικού αλφαβήτου .

Οι κατηγορίες των τρυμάτων συμβολίζονται με τα κεφαλαία γράμματα ενώ των τρυμάτων με τα αντίστοιχα μικρά και είναι οι ακόλουθες 28 :

**A , B , C , (CD) , D , E , (EsF) , F , (FG) , G , H , J , (J) K , M , N , P , R , S , T , U , (V) , X , (Y) , Z , Z<sub>A</sub> , Z<sub>B</sub> , Z<sub>C</sub> .**

### Κατηγορία H και h

Σε όλη την κλίμακα των κατηγοριών ιδιαίτερη σημασία έχουν οι κατηγορίες **H** και **h** .

Στις δύο αυτές κατηγορίες , το **Be** του τρύματος και το **Aμ** του άξονα , ταυτίζονται με την ονομαστική διάσταση , δηλ. έχουν απόκλιση μηδέν , ενώ οι αποκλίσεις των άλλων κατηγοριών των τρυμάτων είναι ακριβώς συμμετρικές με τις αντίστοιχες των αξόνων .

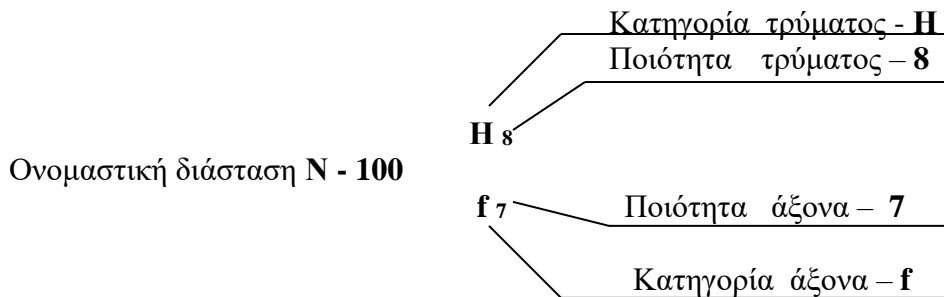


## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΩΝ

Μία συναρμογή άξονα – τρύματος συμβολίζεται σύμφωνα με τους κανονισμούς I.S.O. όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί :

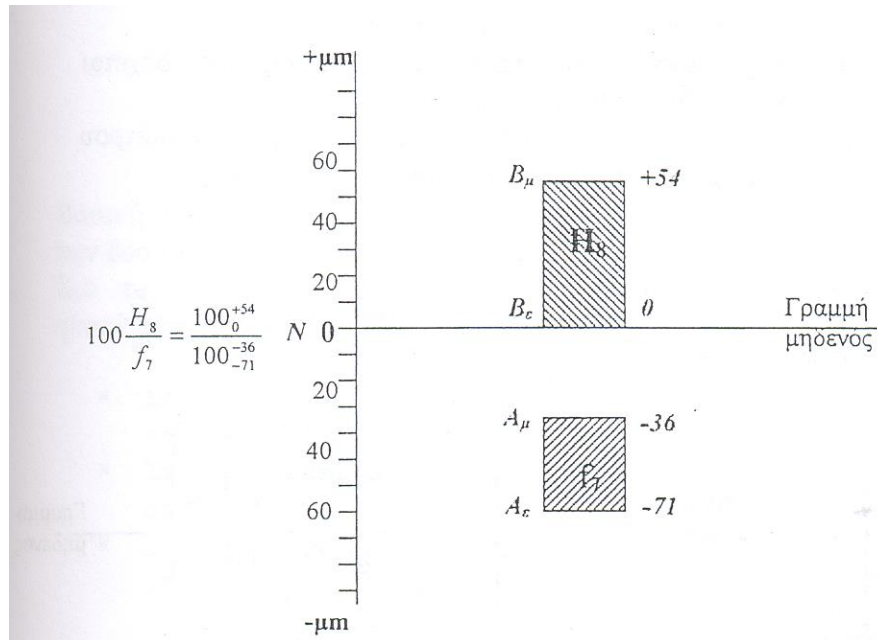
Δίνεται η συναρμογή άξονα – τρύματος με τα ακόλουθα στοιχεία . Να γίνει ο συμβολισμός αυτής .

- Ονομαστική διάσταση συναρμογής : [N=100mm]
- Κατηγορία τρύματος : [H]
- Κατηγορία άξονα : [f]
- Ποιότητα τρύματος : [8]
- Ποιότητα άξονα : [7]



### Γραφική απεικόνιση συναρμογής :

Απεικονίζοντας το προηγούμενο παράδειγμα , με τις αντίστοιχες οριακές διαστάσεις σύμφωνα με τους σχετικούς τυποποιημένους πίνακες , γίνεται πιο κατανοητός ο ρόλος των παραγόντων κατηγορία – ποιότητα στη συναρμογή .



Γραφική παράσταση συναρμογής :  $100 \frac{H_8}{f_7}$

### Επιλογή συναρμογών :

Σύμφωνα με τον τυποποιημένο αριθμό ποιοτήτων και κατηγοριών , 20 και 28 αντίστοιχα και για κάθε περιοχή ονομαστικών διαστάσεων , υπάρχει θεωρητικά η δυνατότητα διαμόρφωσης πλήθους διαφορετικών πεδίων ανοχών για τους άξονες και τα τρύματα και με μία ποικιλία δυνατών συνδυασμών , που υπερβαίνουν τους 300000 . Στην πράξη και ειδικά στη μαζική παραγωγή , είναι αδύνατο τούτο να εφαρμοστεί . Ο I.S.O. , για να περιορίσει αυτόν τον ανεξέλεγκτο συνδυασμό αξόνων – τρυμάτων , συνιστά ορισμένους συνδυασμούς κατηγοριών και ποιοτήτων οι οποίοι ικανοποιούν στην πράξη τις απαιτήσεις της βιομηχανικής παραγωγής .

### Συναρμογή βασικού τρύματος – βασικού άξονα (B.T. – B.A.)

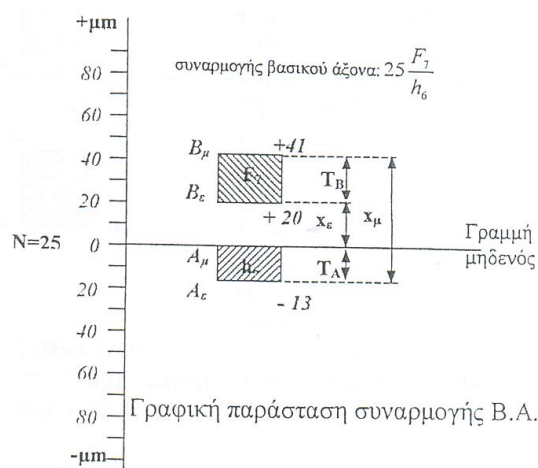
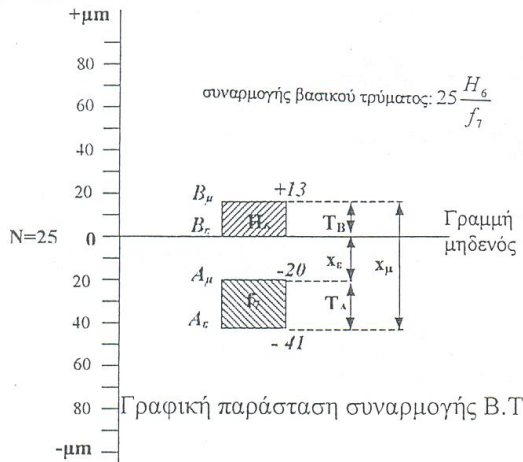
Ο I.S.O. , για να αποφευχθεί η κατά βούληση και ανεξέλεγκτη επιλογή των κατηγοριών άξονα και τρύματος , καθιέρωσε σε κάθε συναρμογή το ένα από τα δύο μέρη υποχρεωτικά να είναι κατηγορίας H ή h .

- Όταν λέμε ότι η συναρμογή είναι βασικού τρύματος (B.T.) , εννοούμε ότι η πραγματική διάσταση του τρύματος δεν θα είναι μικρότερη της ονομαστικής διάστασης σε καμία περίπτωση , δηλαδή :  $B_\epsilon = N$  και ο επιθυμητός χαρακτήρας της συναρμογής θα καθορίζεται από την εκάστοτε επιλεγόμενη κατηγορία του άξονα .
- Όταν λέμε ότι η συναρμογή είναι βασικού άξονα (B.A.) , εννοούμε ότι η πραγματική διάσταση του άξονα δε θα είναι σε καμία περίπτωση μεγαλύτερη της ονομαστικής διάστασης , δηλαδή  $A_\mu = N$  και ο επιθυμητός χαρακτήρας της

συναρμογής θα καθορίζεται από την εκάστοτε επιλεγόμενη κατηγορία του τρύματος .

Για την περίπτωση επιλογής του ενός από τα δύο συστήματα αναφέρονται τα εξής :

- Το σύστημα Β.Α. ενδείκνυται όταν ένα τμήμα άξονα σταθερής διαμέτρου δέχεται στοιχεία με διαφορετικούς χαρακτήρες συναρμογής .
- Το σύστημα Β.Τ. ενδείκνυται όταν σε ένα τρύμα σταθερής διαμέτρου συναρμολογούνται άξονες με διαφορετικό βαθμό ελευθερίας .



## ΑΠΟΚΛΙΣΗ

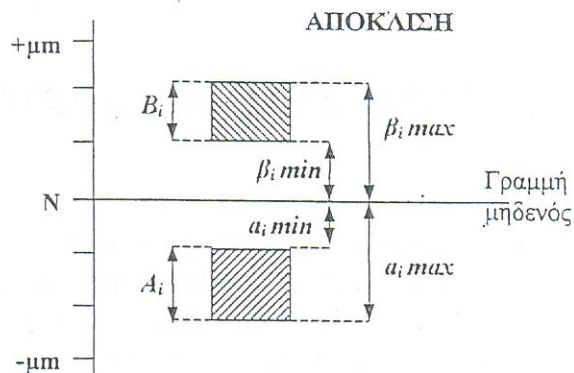
**Απόκλιση** ονομάζουμε την αλγεβρική διαφορά της ονομαστικής διάστασης  $N$  , από την πραγματική διάσταση ή την διάσταση κατασκευής  $A_i$  ,  $B_i$  , ήτοι :

$$a_i = A_i - N \qquad \beta_i = B_i - N$$

Η απόκλιση έχει δύο τιμές . Μία ανώτερη και μία κατώτερη και είναι αντίστοιχα οι αλγεβρικές διαφορές της μέγιστης και ελάχιστης επιτρεπόμενης διάστασης από την ονομαστική .

Η απόκλιση ταυτίζεται με την έννοια του απόλυτου σφάλματος .

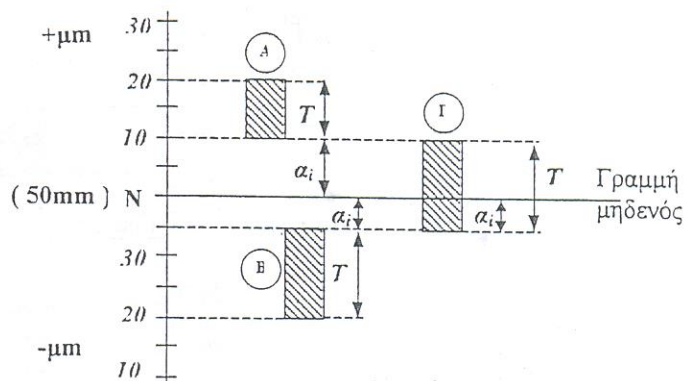
- $\alpha_{i \min}$  : Ελάχιστη απόκλιση
- $\alpha_{i \max}$  : Μέγιστη απόκλιση
- $A_i$  : Περιοχή πραγματικής διάστασης άξονα
- $\beta_{i \min}$  : Ελάχιστη απόκλιση
- $\beta_{i \max}$  : Μέγιστη απόκλιση
- $B_i$  : Περιοχή πραγματικής διάστασης τρύματος



## ΒΑΣΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ

Η **απόκλιση** μπορεί να βρίσκεται άνω ή κάτω από την ονομαστική διάσταση . Βασική απόκλιση ονομάζεται η απόκλιση με την μικρότερη απόλυτη αλγεβρική τιμή εκ των δύο αποκλίσεων μιας διάστασης . Στο παράδειγμα που παραθέτουμε , φαίνονται τρεις περιπτώσεις με διαφορετικές αποκλίσεις :

- Στην περίπτωση Α , η βασική απόκλιση είναι  $a_i = +10\mu\text{m}$
- Στην περίπτωση Β , η βασική απόκλιση είναι  $a_i = -5\mu\text{m}$
- Στην περίπτωση Γ , η βασική απόκλιση είναι  $a_i = -5\mu\text{m}$



Βασική απόκλιση

### Πλήρης διάσταση :

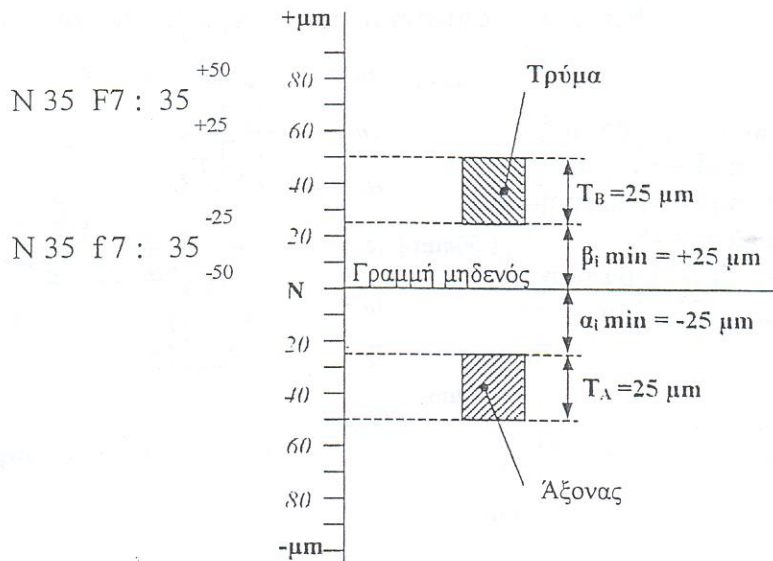
Ονομάζεται η ονομαστική διάσταση με τις δύο οριακές αποκλίσεις ,  $\sigma_{imin}$  και  $\sigma_{imax}$  .

Παίρνοντας το προηγούμενο παράδειγμα με τις τρεις περιπτώσεις , η διάσταση γράφεται ως εξής :

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{array}{c} +20 \\ \mathbf{A : 50} \\ +10 \end{array} & 
 \begin{array}{c} -5 \\ \mathbf{B : 50} \\ -20 \end{array} & 
 \begin{array}{c} +10 \\ \mathbf{\Gamma : 50} \\ -5 \end{array}
 \end{array}$$

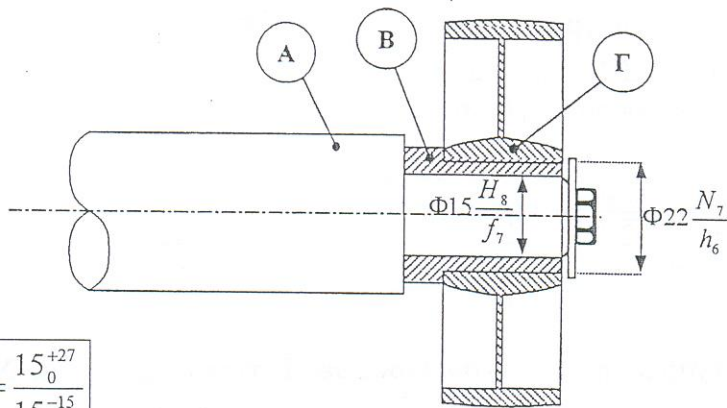
## ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΑΞΟΝΩΝ – ΤΡΥΜΑΤΩΝ

Οι **βασικές αποκλίσεις των τρυμάτων**, είναι συμμετρικές ως προς την ονομαστική διάσταση με αυτές των αξόνων της ίδιας κατηγορίας και της αυτής περιοχής ονομαστικών διαστάσεων. Η αλγεβρική τιμή της ανοχής του άξονα και του τρύματος της αυτής κατηγορίας και ποιότητας και για τις ίδιες περιοχές διαστάσεων είναι ίσες. Στο παράπλευρο σχήμα, φαίνονται παραστατικά τα πεδία ανοχών, οι ανοχές και αποκλίσεις του άξονα και του τρύματος σε μια συναρμογή με όμοιες κατηγορίες και ποιότητες και με ονομαστική διάσταση N 35 F7 / f7. Σύμφωνα με τους πίνακες I.S.O. προκύπτουν :



### Παράδειγμα προσδιορισμού συναρμογών:

Δίνονται τα συνεργαζόμενα εξαρτήματα Α, Β και Γ όπως φαίνονται στο σχέδιο που ακολουθεί. Να προσδιοριστούν τα είδη των συναρμογών και να γίνει γραφική παράσταση αυτών.

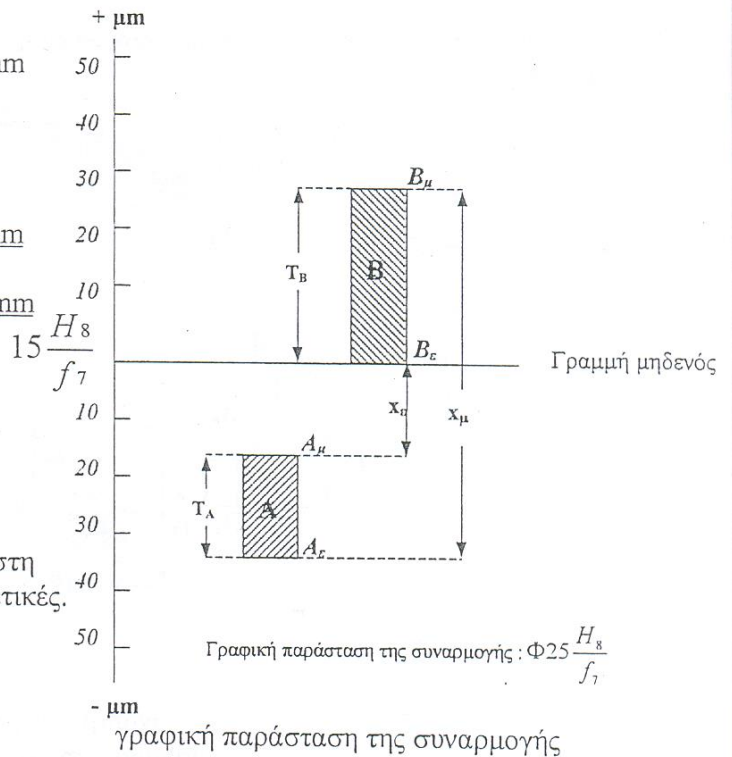


$$15 \frac{H_8}{f_7} = \frac{15_0^{+27}}{15_{-34}^{-15}}$$

$$\begin{aligned} A_\epsilon &= 14,966 \text{ mm} \\ A_\mu &= 14,984 \text{ mm} \\ T_A &= A_\mu - A_\epsilon = 14,984 - 14,966 = 0,018 \text{ mm} \\ B_\epsilon &= 15,000 \text{ mm} \\ B_\mu &= 15,027 \text{ mm} \\ T_B &= B_\mu - B_\epsilon = 15,027 - 15,000 = 0,027 \\ T &= T_A + T_B = 18 + 27 = 45 \text{ } \mu\text{m} \\ X_\epsilon &= B_\epsilon - A_\mu = 15,000 - 14,984 = 0,016 \text{ mm} \\ \text{ή } X_\epsilon &= 16,000 \text{ } \mu\text{m} \\ X_\mu &= B_\mu - A_\epsilon = 15,027 - 14,966 = 0,061 \text{ mm} \\ \text{ή } X_\mu &= 61 \text{ } \mu\text{m} \end{aligned}$$

$X_\epsilon > 0$   
 $X_\mu > 0$

Η συναρμογή  $15 \frac{H_8}{f_7}$  είναι  
 ελεύθερη διότι, και η ελάχιστη  
 και η μέγιστη χάρη είναι θετικές.



$\Phi 15 \quad H/8 - f/7$

$$22 \frac{N_7}{h_6} = \frac{22_{-28}^{-7}}{22_{-13}^0}$$

$$A\varepsilon = 21,987\text{mm}$$

$$A\mu = 22,000\text{mm}$$

$$T_A = A\mu - A\varepsilon = 22,000 - 21,987 = 0,013\text{mm} \text{ ή } 13\mu\text{m}$$

$$B\varepsilon = 21,972 \text{ mm}$$

$$B\mu = 21,993\text{mm}$$

$$T_B = B\mu - B\varepsilon = 21,993 - 21,972 = 0,021\text{mm} = 21\mu\text{m}$$

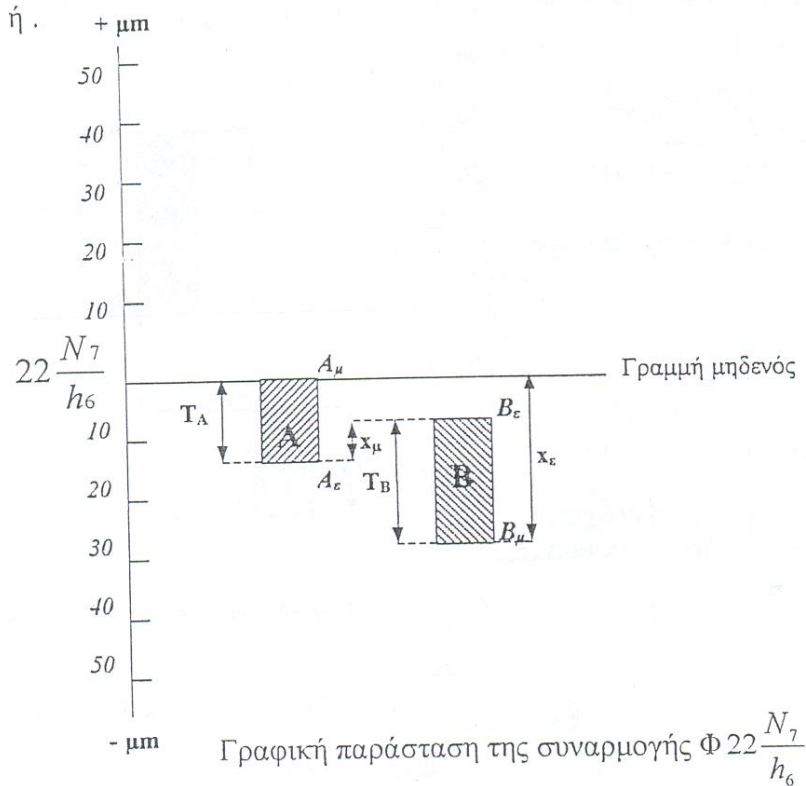
$$X\varepsilon = B\varepsilon - A\mu = 21,972 - 22,000 = -0,028\text{mm} = -28\mu\text{m}$$

$$X\mu = B\mu - A\varepsilon = 21,993 - 21,987 = 0,006\text{mm} \text{ ή } 6\mu\text{m}$$

$$X_M = \frac{X\varepsilon + X_\mu}{2} = \frac{-28 + (+6)}{2} = \frac{-22}{2} = -11\mu\text{m}$$

$X\varepsilon < 0$  }  
 $X\mu > 0$  }
 Η συναρμογή  $22 \frac{N_7}{h_6}$ , σύμφωνα με τα γνωστά  $X\varepsilon < 0$  και  $X\mu > 0$  χαρακτηρίζεται αμφίβολης σύσφιξης.

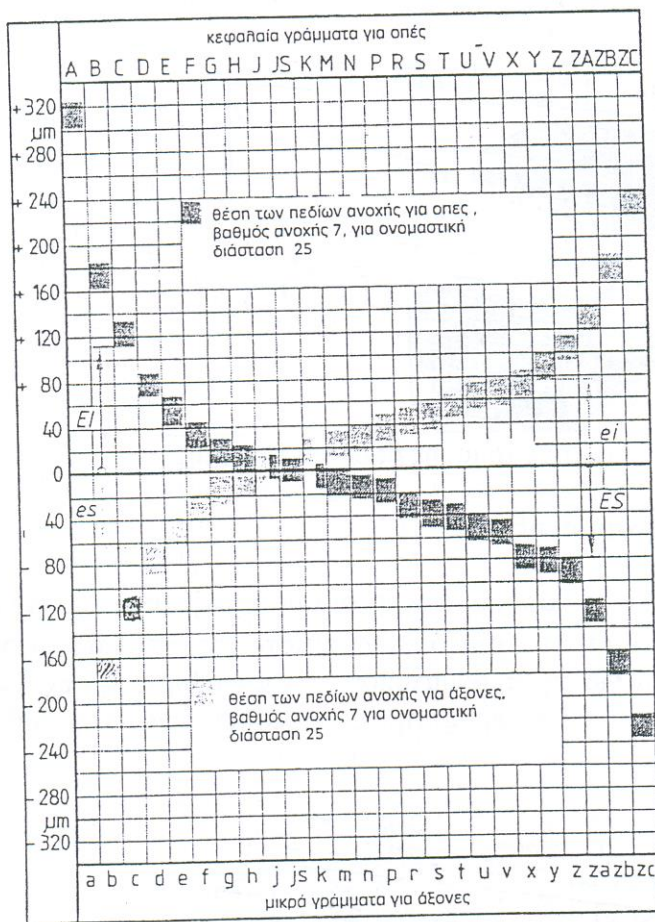
Η μέση χάρη ( $X_M$ ) όπως βλέπουμε προκύπτει αρνητική, οπότε η συναρμογή θα είναι σφιχτή.



**Θέση των πεδίων ανοχής προς την μηδενική γραμμή :**

Μέσα σε κάθε βαθμό ανοχής ISO, η θέση του πεδίου ανοχής καθορίζεται με γράμματα. Ιδιαίτερη σημασία έχει το πεδίο ανοχής **H** και το **h**. Και τα δύο εφάπτονται στην μηδενική γραμμή. Όσο περισσότερο μακριά από το **H** ή το **h** βρίσκεται ένα γράμμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του πεδίου ανοχής από την μηδενική γραμμή. Τα πεδία ανοχής μπορούν συνδυαστούν μεταξύ τους σχεδόν ελεύθερα. Όπως βλέπουμε στο διάγραμμα ( Σχ. Π.Α. ), μπορεί κανείς να αντιληφθεί αμέσως, αν μια συναρμογή είναι **σφικτή ,ελεύθερη ή αμφίβολης συσφίξεως**.





(Σχ. Π.Α.) Θέση των πεδίων ανοχής προς την μηδενική γραμμή.

**Παραδείγματα :**

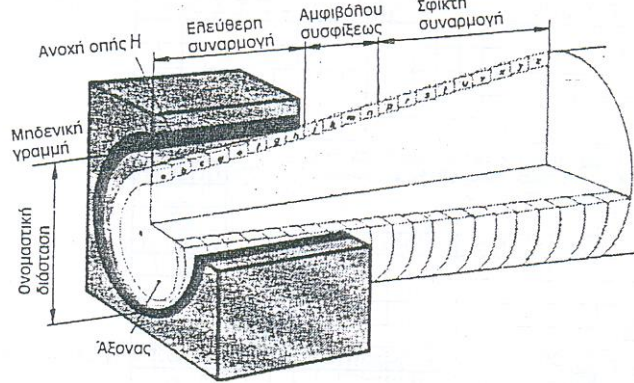
- Οπή :  $\Phi 35^{S7}$ , άξονας :  $\Phi 35_{u7}$  : Σφικτή συναρμογή  
 Οπή :  $\Phi 35^{H7}$ , άξονας :  $\Phi 35_{e7}$  : Ελεύθερη συναρμογή  
 Οπή :  $\Phi 35^{J7}$ , άξονας :  $\Phi 35_{k7}$  : Αμφίβολη συσφίξεως

**Συστήματα συναρμογών:**

Για να συγκρατηθούν τα έξοδα παραγωγής και ελέγχου σε χαμηλά επίπεδα κατασκευάζονται οι διαστάσεις των τεμαχίων κατά το σύστημα **βασικού τρίματος** (οπής) ή κατά το **βασικού άξονα**.

**Συστήματα συναρμογής βασικού τρίματος :**

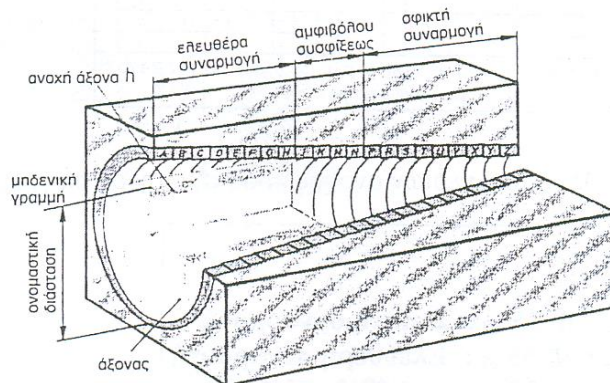
Στο σύστημα συναρμογής βασικού τρίματος , οι συναρμοζόμενες διαστάσεις οπών παίρνουν το πεδίο ανοχής **H**. Οι συνεργαζόμενοι αντίστοιχοι άξονες κατασκευάζονται με διάφορες κατηγορίες ανοχών για την πραγματοποίηση της επιθυμητής συναρμογής. Το ελάχιστο της οπής αντιστοιχεί προς την ονομαστική διάσταση, δηλαδή η κάτω απόκλιση είναι μηδέν.



Σύστημα συναρμογής βασικού τρίματος .

### Συστήματα συναρμογής βασικού άξονα:

Στο σύστημα συναρμογής βασικού άξονα, οι συναρμοζόμενες διαστάσεις αξόνων παίρνουν το πεδίο ανοχής **h**. Οι συνεργαζόμενες αντίστοιχες οπές κατασκευάζονται με διάφορες κατηγορίες ανοχών για την πραγματοποίηση της επιθυμητής συναρμογής. Το μέγιστο του άξονα αντιστοιχεί προς την ονομαστική διάσταση, δηλαδή η άνω απόκλιση είναι μηδέν.



Σύστημα συναρμογής βασικού άξονα:

**Πίνακας: Συστήματα συναρμογών κατά ISO Οριακές διαστάσεις τρύματος.**

Ποσότης	Κατηγορία	Σήμειον	Περιοχαι διαμέτρων εις mm													
			1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
			Ανοχαι εις μικρα													
6	F 6	μ έλ	+	14	18	22	27	33	41	49	58	68	79	88	98	108
		μ έλ	+	7	10	13	16	20	25	30	36	43	50	56	62	68
	G 6	μ έλ	+	10	12	14	17	20	25	29	34	39	44	49	54	60
		μ έλ	+	3	4	5	6	7	9	10	12	14	15	17	18	20
	H 6	μ έλ	+	7	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
		μ έλ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	J 6	μ έλ	+	3	4	5	6	8	10	13	16	18	22	25	29	33
		μ έλ	-	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7
M 6		μ έλ	+			2	2	2	3	4	4	4	5	5	7	8
		μ έλ	-			7	9	11	13	15	18	21	24	27	29	32
		μ έλ	-	0	1	3	4	4	4	5	6	8	8	9	10	10
		μ έλ	-	7	9	12	15	17	20	24	28	33	37	41	46	50
N 6		μ έλ	-	4	5	7	9	11	12	14	16	20	22	25	26	27
		μ έλ	-	11	13	16	20	24	28	33	38	45	51	57	62	67
7	E 7	μ έλ	+	23	32	40	50	61	75	90	107	125	146	162	182	198
		μ έλ	+	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100	110	125	135
	F 7	μ έλ	+	16	22	28	34	41	50	60	71	83	96	108	119	131
		μ έλ	+	7	10	13	16	20	25	30	36	43	50	56	62	68
	G 7	μ έλ	+	12	16	20	24	28	34	40	47	54	61	69	75	83
		μ έλ	+	3	4	5	6	7	9	10	12	14	15	17	18	2
	H 7	μ έλ	+	9	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
		μ έλ	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	J 7	μ έλ	+	3	5	8	10	12	14	18	22	26	30	36	39	43
		μ έλ	-	6	7	7	8	9	11	12	13	14	16	16	18	20
K 7		μ έλ	-			5	6	6	7	9	10	12	13	16	17	18
		μ έλ	-			10	12	15	18	21	25	28	33	36	40	45
M 7		μ έλ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		μ έλ	-	9	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
N 7		μ έλ	-	4	4	4	5	7	8	9	10	12	14	14	16	17
		μ έλ	-	13	16	19	23	28	33	39	45	52	60	66	73	80
D 8		μ έλ	+	34	48	62	77	98	119	146	174	208	242	271	299	327
		μ έλ	+	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170	190	210	230
E 8		μ έλ	+	28	38	47	59	73	89	106	126	148	172	191	214	232
		μ έλ	-	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100	110	125	135

(Συνεχίζεται)

**Πίνακας: Συστήματα συναρμογών κατά ISO Οριακές διαστάσεις τρύματος .**  
(Συνέχεια)

Ποσότης	Κατηγορία	μ έλ	Σημείον	Περιοχαί διαμέτρων εις mm												
				1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	120-250	250-315	315-400	400-500
				Άνοχαί εις μικρά												
8	F 8	μ έλ	+	21 7	28 10	35 13	43 16	53 20	64 25	76 30	90 36	106 43	122 50	137 56	151 62	195 68
	G 8	μ έλ	+	17 3	22 4	27 5	33 6	40 7	48 9	56 10	66 12	77 14	87 15	98 17	107 18	117 20
	H 8	μ έλ	+	14 0	18 0	22 0	27 0	33 0	39 0	46 0	54 0	63 0	72 0	81 0	89 0	97 0
	J 8	μ έλ	+	7 7	9 9	12 10	15 12	20 13	24 15	28 18	34 20	41 22	47 25	55 26	60 29	66 31
	K 8	μ έλ	+			6 16	8 19	10 23	12 27	14 32	16 38	20 43	22 50	25 56	28 61	29 68
	M 8	μ έλ	+			1 21	2 25	4 29	5 34	5 41	6 48	8 55	9 63	9 72	11 78	11 86
	N 8	μ έλ	-	1 15	2 20	3 25	3 30	3 36	3 42	4 50	4 58	4 67	5 77	5 86	5 94	6 103
9	D 9	μ έλ	+	45 20	60 30	76 40	93 50	117 65	142 80	174 100	207 120	245 145	285 170	320 190	350 210	385 230
	E 9	μ έλ	+	39 14	50 20	61 25	75 32	92 40	112 50	134 60	159 72	185 85	215 100	240 110	265 125	290 135
	H 9	μ έλ	+	25 0	30 0	36 0	43 0	52 0	62 0	74 0	87 0	100 0	115 0	130 0	140 0	155 0
	J 9	μ έλ	+	12 13	15 15	18 18	21 22	26 26	31 31	37 37	43 44	48 50	57 58	65 65	70 70	77 78
10	D 10	μ έλ	+	60 20	78 30	98 40	120 50	149 65	180 80	220 100	260 120	305 145	355 170	400 190	440 210	480 230
	H 10	μ έλ	+	40 0	48 0	58 0	70 0	84 0	100 0	120 0	140 0	160 0	185 0	210 0	230 0	250 0
	(1) J 10	μ έλ	+	20 20	24 24	29 29	35 35	42 42	50 50	60 60	70 70	80 80	92 93	105 105	115 115	125 125
11	D 11	μ έλ	+	80 20	105 30	130 40	160 50	195 65	240 80	290 100	340 120	395 145	460 170	510 190	570 210	630 230
	H 11	μ έλ	+	60 0	75 0	90 0	110 0	130 0	160 0	190 0	220 0	250 0	290 0	320 0	360 0	400 0
	(1) J 11	μ έλ	+	30 30	37 38	45 45	55 55	65 65	80 80	95 95	110 110	125 125	145 145	160 160	180 180	200 200

**Πίνακας: Συστήματα συναρμογών κατά ISO Οριακές διαστάσεις άξονα.**

Ποσότης	Κατηγορία	Σημείον	Περιοχαί διαμέτρων εις mm													
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180	180—250	250—315	315—400	400—500	
			Διαστάσεις εις μικρά													
5	g 5	μ έλ	—	3 8	4 9	5 11	6 14	7 16	9 20	10 23	12 27	14 32	15 35	17 40	18 43	20 47
	h 5	μ έλ	0	0 5	0 5	0 6	0 8	0 9	0 11	0 13	0 15	0 18	0 20	0 23	0 25	0 27
	j 5	μ έλ	+	4 1	4 1	4 2	5 3	5 4	6 5	6 7	6 9	7 11	7 13	7 16	7 18	7 20
	k 5	μ έλ	+			7 1	9 1	11 2	13 2	15 2	18 3	21 3	24 4	27 4	29 5	32 5
	m 5	μ έλ	+	7 2	9 4	12 6	15 7	17 8	20 9	24 11	28 13	33 15	37 17	43 20	46 21	50 23
	n 5	μ έλ	+	11 6	13 8	16 10	20 12	24 15	28 17	33 20	38 24	45 28	51 33	57 40	62 46	67 50
				+	6	8	10	12	15	17	20	23	27	31	34	37
6	f 6	μ έλ	—	7 14	10 18	13 22	16 27	20 33	25 41	30 49	36 58	43 68	50 79	56 88	62 98	68 108
	g 6	μ έλ	—	3 10	4 12	5 14	6 17	7 20	9 25	10 29	12 34	14 39	15 44	17 49	18 54	20 60
	h 6	μ έλ	0	0 7	0 8	0 9	0 11	0 13	0 16	0 19	0 22	0 25	0 29	0 32	0 36	0 40
	j 6	μ έλ	+	6 1	7 1	7 2	8 3	9 4	11 5	12 7	13 9	14 11	16 13	16 16	18 18	20 20
	k 6	μ έλ	+			10 1	12 1	15 2	18 2	21 2	25 3	28 3	33 4	36 4	40 4	45 5
	m 6	μ έλ	+	9 2	12 4	15 6	18 7	21 8	25 9	30 11	35 13	40 15	46 17	52 20	57 21	63 23
	n 6	μ έλ	+	13 6	16 8	19 10	23 12	28 15	33 17	39 20	45 23	52 27	60 31	66 34	73 37	80 40
	p 6	μ έλ	+	15 9	20 12	24 15	29 18	35 22	42 26	51 32	59 37	68 43	79 50	88 56	98 62	108 68
				+	9	12	15	18	22	26	32	37	43	50	56	62
7	e 7	μ έλ	—	14 23	20 32	25 40	32 50	40 61	50 75	60 90	72 107	85 125	100 146	110 162	125 182	135 198
	f 7	μ έλ	—	7 16	10 22	13 28	16 34	20 41	25 50	30 60	36 71	43 83	50 96	56 108	62 119	68 131
	h 7	μ έλ	0	0 9	0 12	0 15	0 18	0 21	0 25	0 30	0 35	0 40	0 46	0 52	0 57	0 63
	j 7	μ έλ	+	7 2	9 3	10 5	12 6	13 8	15 10	18 12	20 15	22 18	25 21	26 26	29 28	31 32
	k 7	μ έλ	+			16 1	19 1	23 2	27 2	32 2	38 3	43 3	50 4	56 4	61 4	68 5
				+	2	3	5	6	8	10	12	15	18	21	26	28

(Συνεχίζεται)

**Πίνακας: Συστήματα συναρμογών κατά ISO Οριακές διαστάσεις άξονα.**  
(Συνέχεια)

Ποσότης	Κατηγορία		Σημείον	Περιοχαι διαμέτρων εις mm													
				1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180	180—250	250—315	315—400	400—500	
				Διαστάσεις εις μικρά													
7	m 7	μ	+	11	16	21	25	29	34	41	48	55	63	72	78	86	
		έλ	+	2	4	6	7	8	9	11	13	15	17	20	21	23	
	n 7	μ	+	15	20	25	30	36	42	50	58	67	77	86	94	103	
		έλ	+	6	8	10	12	15	17	20	23	27	31	34	37	40	
8	d 8	μ	—	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170	190	210	230	
		έλ	—	34	48	62	77	98	119	146	174	208	242	271	299	327	
	e 8	μ	—	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100	110	125	135	
		έλ	—	28	38	47	59	73	89	106	126	148	172	191	214	232	
	f 8	μ	—	7	10	13	16	20	25	30	36	43	50	56	62	68	
		έλ	—	21	28	35	43	53	64	76	90	106	122	137	151	165	
	h 8	μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		έλ	—	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97	
	( <sup>1</sup> )	j 8	μ	+	7	9	11	14	17	20	23	27	32	36	41	45	49
	έλ		—	7	9	11	13	16	19	23	27	31	36	40	44	48	
	( <sup>1</sup> )	k 8	μ	+	14	18	22	27	33	43	46	54	63	72	81	89	97
	έλ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	d 9	μ	—	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170	190	210	230	
		έλ	—	45	60	76	93	117	142	174	207	243	285	320	350	385	
	e 9	μ	—	14	20	25	32	40	50	60	72	85	100	110	125	135	
		έλ	—	39	50	61	75	92	112	134	159	185	215	240	265	290	
	h 9	μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		έλ	—	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155	
( <sup>1</sup> )	j 9	μ	+	13	15	18	22	26	31	37	44	50	58	65	70	78	
έλ		—	12	15	18	21	26	31	37	43	50	57	65	70	77		
( <sup>1</sup> )	k 9	μ	+	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155	
έλ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	d 10	μ	—	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170	190	210	230	
		έλ	—	60	78	98	120	149	180	220	260	305	355	400	440	480	
	h 10	μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		έλ	—	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250	
k 10	μ	+	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250		
	έλ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	d 11	μ	—	20	30	40	50	65	80	100	120	145	170	190	210	230	
		έλ	—	80	105	130	160	195	240	290	340	395	460	510	570	630	
	h 11	μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		έλ	—	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400	
( <sup>1</sup> )	k 11	μ	+	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400	
έλ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

**Πίνακας: Συστήματα συναρμογών κατά DIN Οριακές διαστάσεις  
(βασικού άξονα).**

Ποιότητα	Κατηγορία	Μέγιστον ή ελάχιστον	Σημείον	Περιοχαί διαμέτρων εις mm													
				1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180	180—260	260—360	360—500		
				Άνοχαί εις μικρά													
Αξονες	eW	μ έλ	0 —		0 6	0 7	0 9	0 11	0 13	0 15	0 17	0 20	0 22	0 25	0 28		
				e	Τρύματα	eF	μ έλ	— —	8 15	10 20	12 25	15 30	18 35	20 40	22 45	25 50	30 60
eT	μ έλ	— —	4 12			5 15	6 18	8 22	9 25	10 30	11 35	13 40	15 45	18 50	20 60		
eH	μ έλ	0 —	0 8			0 10	0 12	0 15	0 18	0 20	0 22	0 25	0 30	0 35	0 40		
eS	μ έλ	+ —	4 4			5 5	6 6	8 8	9 9	10 10	11 11	13 13	15 15	18 18	20 20		
eG	μ έλ	+ 0	8 0			10 0	12 0	15 0	18 0	20 0	22 0	25 0	30 0	35 0	40 0		
Αξονες	W	μ έλ	0 —			0 6	0 8	0 10	0 12	0 15	0 18	0 20	0 22	0 25	0 30	0 35	0 40
						f	Τρύματα	P	μ έλ	— —	7 15	10 22	15 30	20 38	25 45	35 60	45 75
F	μ έλ	— —	3 12	4 15	5 20			6 25	8 30	9 35	10 40	11 45	13 50	15 50	18 70	20 80	
T	μ έλ	0 —	0 9	0 12	0 15			0 18	0 22	0 25	0 30	0 35	0 40	0 45	0 50	0 60	
M	μ έλ	+ —	3 6	4 8	5 10			6 12	8 15	9 18	10 20	11 22	13 25	15 30	18 35	20 40	
S	μ έλ	+ —	6 3	8 4	10 5			12 6	15 8	18 9	20 10	22 11	25 13	30 15	35 18	40 20	
G	μ έλ	+ 0	9 0	12 0	15 0			18 0	22 0	25 0	30 0	35 0	40 0	45 0	50 0	60 0	
EL	μ έλ	+ +	12 3	15 4	20 5			25 6	30 8	35 9	40 10	45 11	50 13	60 15	70 18	80 20	
L	μ έλ	+ +	20 9	30 12	35 15			40 18	50 22	60 25	70 30	80 35	95 40	105 45	120 50	140 60	
LL	μ έλ	+ +	35 18	45 25	55 30			65 35	80 45	95 50	110 60	130 70	150 80	170 90	190 100	220 120	
WL	μ έλ	+ +	50 30	60 40	80 50			100 60	120 70	140 80	160 100	180 120	210 140	240 150	270 170	300 200	

**Πίνακας: Συστήματα συναρμογών κατά DIN Οριακές διαστάσεις  
(βασικού τρύματος).**

Ποιότης	Κατηγορία	Μέγιστον ή ελάχιστον	Σημείον	Περιοχαι διαμέτρων εις mm													
				1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180	180—260	260—360	360—500		
				Άνοχαι εις μικρά													
Τρύμ.	eB	μ έλ	+ 0		8 0	10 0	12 0	15 0	18 0	20 0	22 0	25 0	30 0	35 0	40 0		
e	α ξ ο ν ε ς	eF	μ έλ	+ +		15 10	20 12	25 15	30 18	35 22	40 25	45 28	50 32	60 38	70 43	80 50	
		eT	μ έλ	+ +		12 6	15 7	18 9	22 11	25 13	30 15	35 17	40 20	45 22	50 25	60 28	
		eH	μ έλ	+ +		8 2	10 2	12 3	15 4	18 4	20 5	22 6	25 7	30 8	35 9	40 10	
		eS	μ έλ	+ —		4 2	5 2	6 3	8 4	9 4	10 5	11 6	13 7	15 8	18 9	20 10	
		eG	μ έλ	0 —		0 6	0 7	0 9	0 11	0 13	0 15	0 17	0 20	0 22	0 25	0 28	
		Τρύμ.	B	μ έλ	+ 0	9 0	12 0	15 0	18 0	22 0	25 0	30 0	35 0	40 0	45 0	50 0	60 0
f	α ξ ο ν ε ς	P	μ έλ	+ +	15 10	22 15	30 20	38 25	45 32	60 40	75 55	90 65	105 80	130 100	155 120	180 140	
		F	μ έλ	+ +	12 6	15 8	20 10	25 12	30 15	35 18	40 20	45 22	50 25	60 30	70 35	80 40	
		T	μ έλ	+ +	9 3	12 4	15 5	18 6	22 8	25 9	30 10	35 11	40 13	45 15	50 18	60 20	
		H	μ έλ	+ 0	6 0	8 0	10 0	12 0	15 0	18 0	20 0	22 0	25 0	30 0	35 0	40 0	
		S	μ έλ	+ —	3 3	4 4	5 5	6 6	8 8	9 9	10 10	11 11	13 13	15 15	18 18	20 20	
		G	μ έλ	0 —	0 6	0 8	0 10	0 12	0 15	0 18	0 20	0 22	0 25	0 30	0 35	0 40	
		EL	μ έλ	— —	3 9	4 12	5 15	6 18	8 22	9 25	10 30	11 35	13 40	15 45	18 50	20 60	
		L	μ έλ	— —	9 18	12 25	15 30	18 35	22 45	25 50	30 60	35 70	40 80	45 90	50 100	60 120	
		LL	μ έλ	— —	18 30	25 40	30 50	35 60	45 70	50 80	60 100	70 120	80 140	90 160	100 170	120 200	
		WL	μ έλ	— —	30 50	40 60	50 75	60 90	70 110	80 130	100 150	120 180	140 200	160 220	170 250	200 280	



## ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Οι διαστάσεις των κατασκευαζόμενων εξαρτημάτων μετρούνται με όργανα μέτρησης .

Ανάλογα με τη σπουδαιότητα της κατασκευής , χρησιμοποιείται και το ανάλογο όργανο με την απαιτούμενη ακρίβεια . Στη μαζική παραγωγή , η μέτρηση όλων των εξαρτημάτων και των επιμέρους διαστάσεων είναι δύσκολη και χρονοβόρα . Αν υπολογιστεί και το ανθρώπινο λάθος , τότε το πρόβλημα είναι σημαντικό .

Για να μειωθεί το πρόβλημα που προκύπτει σε αυτές τις περιπτώσεις , έχουν επινοηθεί διάφοροι τρόποι ελέγχου των διαστάσεων .

### Ελεγκτήρες :

Οι **ελεγκτήρες** είναι συγκριτικά όργανα με τα οποία γίνεται σύγκριση των κατασκευαζόμενων διαστάσεων με τις επιθυμητές (πρότυπες) .

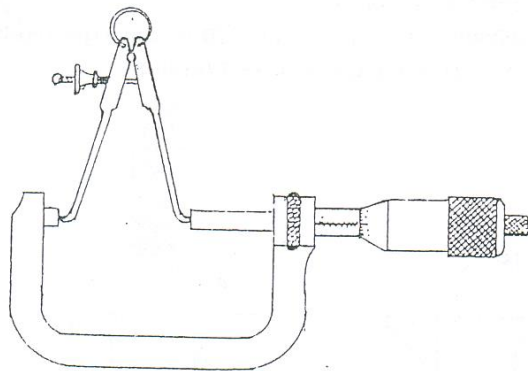
Υπάρχουν διάφοροι τύποι ελεγκτήρων και αναφέρονται στη συνέχεια οι κυριότεροι .

### Κομπάσα :

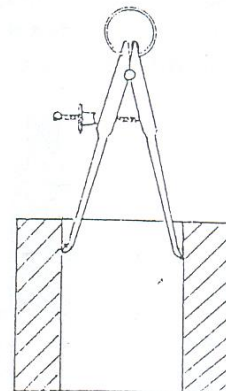
Τα **κομπάσα** είναι απλοί ελεγκτήρες με μορφή διαβήτη περίπου και χρησιμοποιούνται για ελέγχους κατασκευής μικρής ακρίβειας .

Η επιθυμητή διάσταση , δίνεται στα άκρα των σκελών του κομπάσου , αφού χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό κάποιο ενδεικτικό όργανο , παχύμετρο ή μικρόμετρο . Ο έλεγχος της διάστασης με τον τρόπο αυτό είναι εύκολος και σύντομος διότι δεν παίρνεται καμία ένδειξη αλλά γίνεται διαπίστωση , ήτοι :

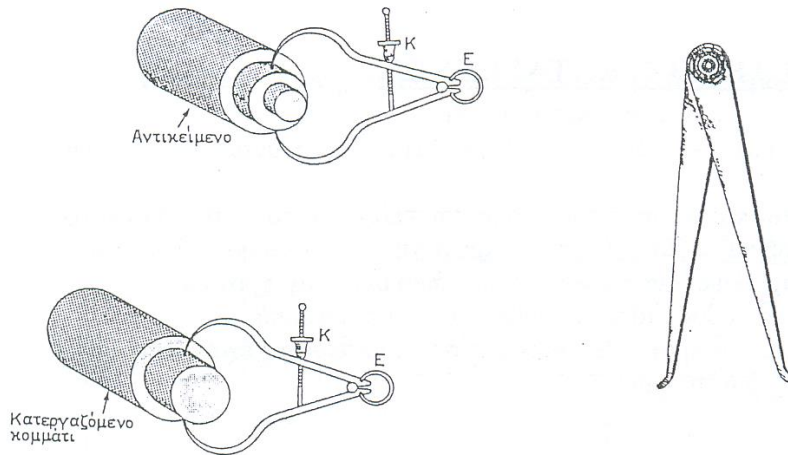
- Αν τα σκέλη περνούν με απλή επαφή τη συγκεκριμένη διάσταση , τότε είναι μέσα στα όρια και θεωρείται σωστή .
- Αν τα σκέλη δεν περνούν ή περνούν χωρίς επαφή , τότε η διάσταση είναι ακατάλληλη .



Ρύθμιση εσωτερικού κομπάσου με μικρόμετρο.



Έλεγχος διάστασης με εσωτερικό κομπάσο.



Έλεγχος διάστασης  
με εξωτερικό κομπάσο.

Απλά κομπάσα (εσωτερικό-εξωτερικά)  
χωρίς ρυθμιστικό κοχλία

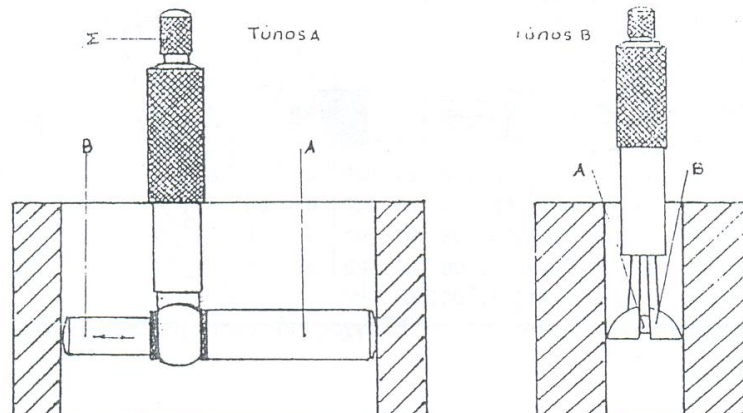
### Όργανα σύγκρισης εσωτερικών διαστάσεων :

Δύο άλλοι τύποι ελέγχου εσωτερικών διαστάσεων , φαίνονται στα σχήματα που ακολουθούν .

Είναι απαραίτητοι για τον έλεγχο ειδικά μικρών διαστάσεων . Κυκλοφορούν στην αγορά σε σειρές .

- Ο πρώτος τύπος αποτελείται από έναν απλό μηχανισμό με δύο συνεργαζόμενα στελέχη (A-B) .
- Το A στέλεχος παραμένει σταθερό και το B κινείται εντός και κατά μήκος του A με τη βοήθεια ενός ελικοειδούς επανατατικού ελατηρίου . Μία ασφάλεια Σ χρησιμεύει για την ακινητοποίηση του κινητού στελέχους B .
- Ο δεύτερος βασίζεται στη συνεργασία δύο κώνων . Ο εξωτερικός κώνος B έχει τη δυνατότητα να αυξομειώνει τη διάμετρο του σε συγκεκριμένες οριακές τιμές (ελάχιστη – μέγιστη) . Ο εσωτερικός κώνος A κινείται εντός του B και αυξομειώνεται έτσι η διάμετρος του προηγούμενου .

Τα δύο άκρα των προαναφερόμενων τεμαχίων καταλήγουν σε περικόχλιο και κοχλία αντίστοιχα ώστε να γίνει δυνατή η κατά μήκος μετακίνηση .



## Κριτήρια για τον έλεγχο με ελεγκτήρες:

### Για τους άξονες :

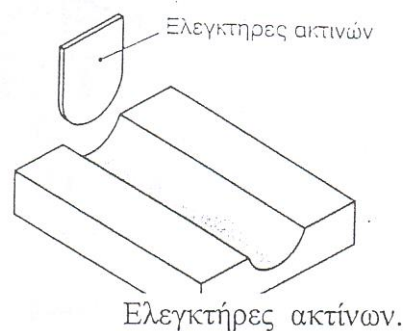
- Αν ο άξονας περνά από το ένα σκέλος και δεν περνά από το άλλο , τότε η διάσταση είναι στα προβλεπόμενα όρια .
- Αν περνά και από τα δύο σκέλη η δεν περνά από κανένα , τότε η διάσταση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την προκαθορισμένη .

### Για τα τρύματα :

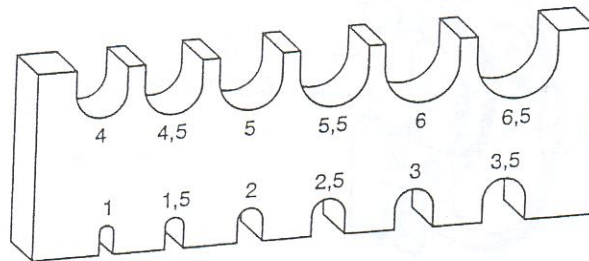
- Αν περνά ο ένας κύλινδρος και δεν περνά ο άλλος , η διάσταση είναι σωστή .
- Αν περνούν και οι δύο κύλινδροι ή δεν περνά κανένας , η διάσταση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την προκαθορισμένη .

**Προσοχή** κατά την χρήση ελεγκτηρίων ορίων: Όλες οι επιφάνειες πρέπει να καθαρίζονται πριν από τον έλεγχο. Και κατά τον έλεγχο δεν πρέπει να ασκηθεί υπερβολική δύναμη. Η πλευρά (περνά ) πρέπει να διέρχεται με μόνη δύναμη το βάρος του ελεγκτήρα.

**Ελεγκτήρες ακτίνων :** με τους ελεγκτήρες ακτίνων ή (**μορφής**) μπορεί κανείς να ελέγξει τη μορφή στρογγυλεμάτων . Εδώ ο αρμός φωτός μεταξύ αντικείμενου και ελεγκτήρα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν μικρός.



Ελεγκτήρες διαστάσεων : είναι απλοί ελεγκτήρες εργασίας, για την χονδρική εξακρίβωση του πάχους ελασμάτων , κλπ., χρησιμοποιούνται συχνά ελεγκτήρες πάχους λαμαρίνας . εδώ, ο ελεγκτήρας υλοποιεί της απαιτούμενες διαστάσεις στο μηχανουργείο ή στην αποθήκη υλικών.



Ελεγκτήρες εργασίας για τον καθορισμό πάχους

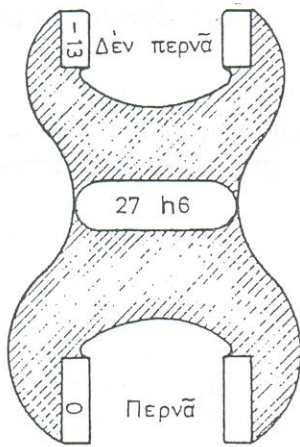
## Οριακοί ελεγκτήρες :

Οι **οριακοί ελεγκτήρες** ή καλίμπρες χρησιμοποιούνται στη μαζική παραγωγή με μεγάλη επιτυχία λόγω της ακρίβειας που παρέχουν . με ελεγκτήρες ορίου μπορεί κανείς να ελέγξει αν η πραγματική τιμή βρίσκεται μέσα στα όρια μιας διαστάσεως με ανοχές. Για τον πλήρη έλεγχο με ελεγκτήρες ορίου, χρειάζονται δύο υλοποιήσεις διαστάσεων, μια για την ελάχιστη διάσταση και μια για την μέγιστη διάσταση.

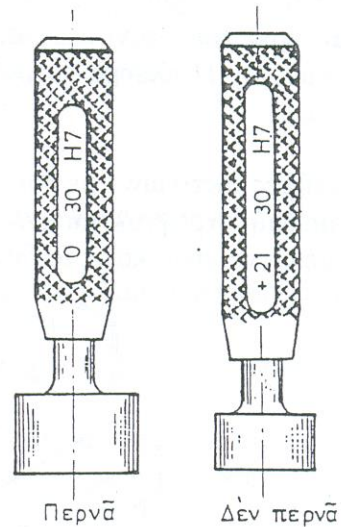
Οι οριακοί ελεγκτήρες είναι ποικιλόμορφοι και διακρίνονται σε :

- α) Σταθερούς
- β) Ρυθμιζόμενους

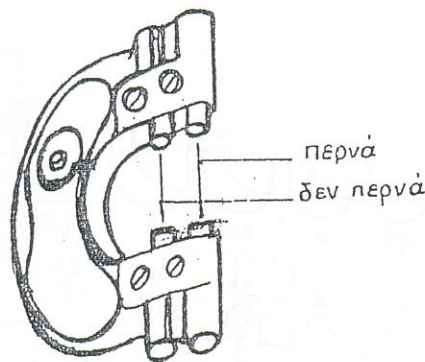
Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται οι πιο συνηθισμένες μορφές οριακών ελεγκτήρων .



Οριακός ελεγκτήρας αξόνων (σταθερός)



Οριακός ελεγκτήρας τρυμάτων (σταθερός)

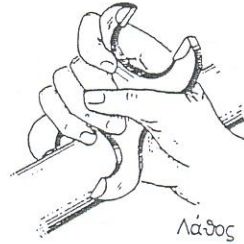


Οριακός ελεγκτήρας αξόνων (ρυθμιζόμενος)

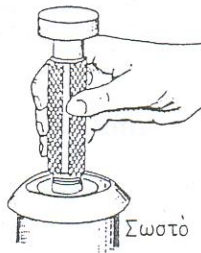
Η σωστή χρήση των ελεγκτήρων γίνεται από ειδικά εκπαιδευμένα άτομα, και προ παντός ευσυνείδητα. Οι χειρισμοί πρέπει να είναι λεπτοί και προσεκτικοί. Απαγορεύεται να εξασκηθεί οποιαδήποτε δύναμη ή κρούση στον ελεγκτήρα. Στα κυλινδρικά τεμάχια ο έλεγχος να μη γίνεται σε ένα σημείο αλλά σε δύο και τρία τουλάχιστον. Στα παρακάτω σχήματα βλέπουμε την σωστή και την λάθος χρήση των οριακών ελεγκτήρων.



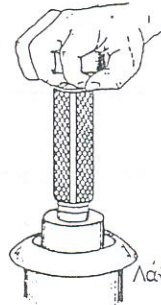
Σωστό



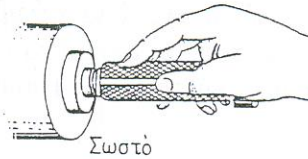
Λάθος



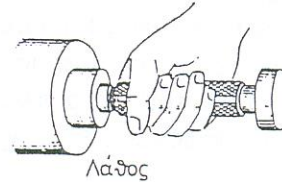
Σωστό



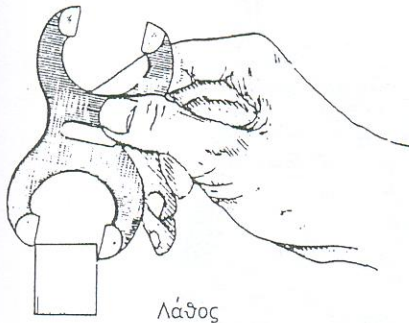
Λάθος



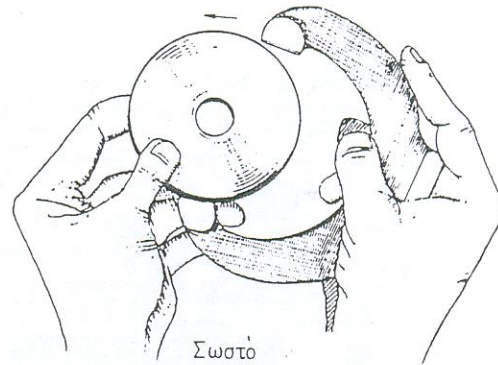
Σωστό



Λάθος



Λάθος



Σωστό

## Πρότυπα πλακίδια:

Τα πρότυπα πλακίδια είναι πρισματικής ή κυλινδρικής μορφής από βαμμένο χάλυβα ή σκληρομέταλλα με δύο παράλληλες και τελείως επίπεδες επιφάνειες. Τα πλακίδια αυτά είναι πιο ακριβείς και πιο σπουδαίες υλοποιήσεις διαστάσεων για τον έλεγχο μηκών. Η επιτρεπόμενη απόκλιση εξαρτάται από την ονομαστική διάσταση και το βαθμό ακριβείας όπως φαίνονται στον πίνακα .

Βαθμός Ακρίβειας	Συμβολισμός	Ανοχές για παραλληλότητα και επιπεδότητα	Επιτρεπόμενη απόκλιση από την ονομαστική διάσταση για $I = 10 \text{ mm}$	Χρήση
0	0	0,10	$\pm 0,12$	Καλιμπράρισμα (μέτρηση, έλεγχος) άλλων μετρητικών οργάνων
1	-	0,16	$\pm 0,20$	Ρύθμιση μετρητικών οργάνων και ελεγκτήρων
2	=	0,30	$\pm 0,45$	Έλεγχος στο μηχανουργείο
Καλιμπράρισμα	K	0,05	$\pm 0,20$	Καλιμπράρισμα άλλων προτύπων πλακιδίων

Πίνακας πρότυπα πλακίδια (τιμές σε  $\mu\text{m}$  )

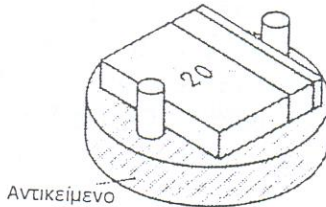
Τα πλακίδια από σκληρομέταλλο έχουν μεγαλύτερη αντίσταση στη φθορά κατά 20 φορές και κατά 50 % μικρότερη θερμική διαστολή από τα πλακίδια χάλυβα. Επειδή η διαφορετική διαστολή του οργάνου μετρήσεως και του αντικειμένου μπορεί να δημιουργήσει αποκλίσεις, προβλέπεται, για πλακίδια μεγαλύτερα των 10mm, επένδυση με σκληρομέταλλο μόνο στις επιφάνειες επαφής.



(Σχ. Πλ. 1 )τοποθέτηση προτύπων πλακιδίων.

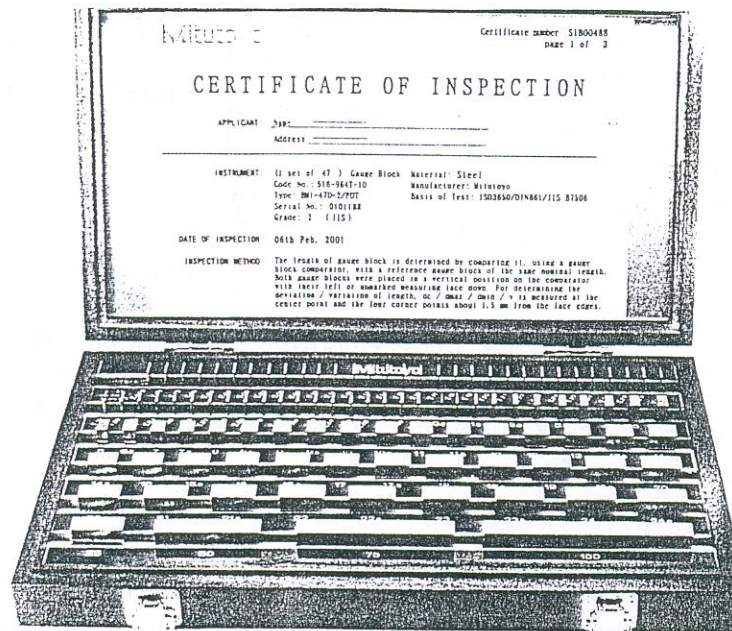
Τα πλακίδια με μεγάλο βαθμό ακριβείας μπορούν να προστεθούν χωρίς πίεση ( Σχ. πλ 1 ). Αυτό κάνει δυνατό τον σχεδόν χωρίς σφάλματα συνδυασμό πλακιδίων για τη ρύθμιση έλεγχο διαστάσεων (Σχ. πλ 2 ). Οι μοριακές δυνάμεις, όμως, έως 400 N ανά  $\text{cm}^2$  επιφανείας επαφής ,μπορούν να οδηγήσουν τα πλακίδια σε ψυχρή συγκόλληση, μετά την πάροδο κάποιου χρόνου.

Κατά την δημιουργία ενός συνδυασμού πλακιδίων (πρόσθεση) , αρχίζουμε με το τελευταίο ψηφίο της διαστάσεως, δηλαδή με το λεπτότερο πλακίδιο.



( Σχ. Πλ. 2 ) έλεγχος αποστάσεων με πλακίδια.

Οι συλλογές πλακιδίων είναι κλιμακωτές σε σειρές σύμφωνα με τη δημιουργία των διαστάσεων. Η κανονική συλλογή έχει 5 σειρές και συνολικά 45 πλακίδια(σχ πλ 3 ).



( Σχ. Πλ. 3 ) συλλογή πλακιδίων

## Μετρητικά ρολόγια :

Τα **μετρητικά ρολόγια** είναι όργανα συγκριτικών μετρήσεων υψηλής σχετικά ακρίβειας . Τα μετρητικά ρολόγια διακρίνονται ανάλογα με τον μηχανισμό λειτουργίας τους σε :

- Μηχανικά
- Ψηφιακά

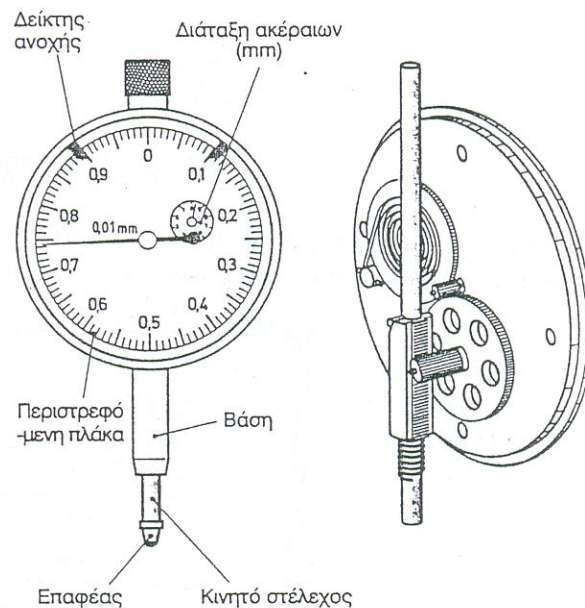
Υπάρχουν μετρητικά ρολόγια για :

- Εσωτερικούς ελέγχους
- Εξωτερικούς ελέγχους
- Για έλεγχο βάθους

Τέλος υπάρχουν μετρητικά ρολόγια μετρικού και αγγλικού συστήματος . Ο μηχανισμός των μηχανικών ρολογιών , που διαθέτει και το εργαστήριο είναι απλός όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί και είναι κλεισμένος σε μια κυλινδρική μεταλλική θήκη .

Στηρίζεται και μετατοπίζεται με τη βοήθεια αρθρωτών μοχλών . Όλος ο μηχανισμός συνήθως στηρίζεται σε μια μαγνητική βάση . Οι υποδιαρέσεις των οργάνων είναι συνήθως σε 0,01mm και 0,001” . Υπάρχουν και όργανα μεγαλύτερης ακρίβειας , με υποδιαρέσεις σε 0,001mm και 0,0001” .

Επαφείας  
Δείκτης πλήρων περιστροφών  
Βαθμονομημένοι δίσκοι  
Όρια απόκλισης  
Οδοντωτός κανόνας  
Ελατήριο  
Μοχλίσκος  
Οδοντωτοί τροχοί  
Λειτουργία :  
Με ώθηση του επαφεία ο οδοντωτός κανόνας περιστρέφει τους οδον. τροχούς και αυτοί τους αξονίσκους των δεικτών.  
Ο μοχλίσκος και το ελατήριο επαναφέρουν τον επαφεία .



( Α).Πρόοψη ( Β)Οπίσθια όψη (μηχανισμός)  
ΜΕΤΡΗΤΙΚΟ ΡΟΛΟΙ.

## **Τρόπος χρήσης :**

Το μετρητικό ρολόι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συγκρίσεις διαστάσεων , για ελέγχους εκκεντρότητας τροχαλιών , αξόνων , προσδιορισμού κλίσεων διαφόρων επιφανειών ή και αποκλίσεων . Υπάρχουν δύο τρόποι ελέγχου :



### 1<sup>ος</sup> τρόπος Σύγκριση με το πρότυπο :

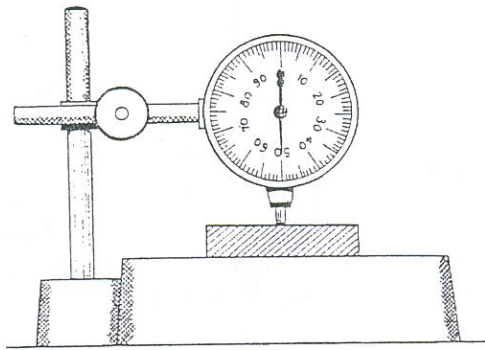
Ακινητοποιούμε τη μαγνητική βάση σε μία πλάκα εφαρμογής . Παρεμβάλουμε το εξάρτημα (πρότυπο) μεταξύ πλάκας και επαφά του οργάνου . Μηδενίζουμε στη συνέχεια το δείκτη του οργάνου , αφού φέρουμε τον επαφέα σε επαφή με την ελεγχόμενη επιφάνεια . Κατόπιν ελέγχουμε το προς εξέταση εξάρτημα .

- Εάν ο δείκτης δείξει μηδέν , η διάσταση είναι ίδια με αυτή του προτύπου .
- Εάν ο δείκτης στραφεί δεξιά , η διάσταση είναι μεγαλύτερη .
- Εάν ο δείκτης στραφεί αριστερά , η διάσταση είναι μικρότερη .
- Εάν οι αποκλίσεις και των δύο περιπτώσεων είναι σε επιτρεπτά όρια , το εξάρτημα είναι κατάλληλο , εάν όχι είναι ακατάλληλο .

### 2<sup>ος</sup> τρόπος Σύγκριση με πρότυπα πλακίδια:

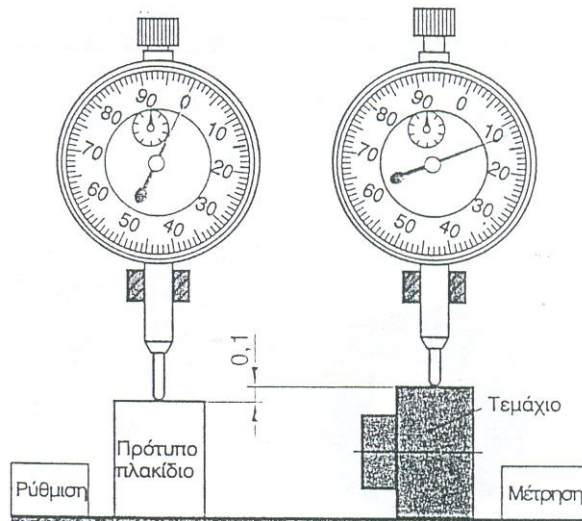
Στην περίπτωση αυτή αντί να χρησιμοποιήσουμε το πρότυπο εξάρτημα , χρησιμοποιούμε πρότυπα πλακίδια ακριβείας και "κτίζουμε" την ονομαστική διάσταση του εξαρτήματος.

Στη συνέχεια μηδενίζουμε τον δείκτη και ελέγχουμε το εξάρτημα όπως και στην πρώτη περίπτωση .



Παράδειγμα εφαρμογής ελέγχου ανοχών και σφαλμάτων Με απλό μετρητικό ρολόι.

**Προσοχή:** κατά την μέτρηση με τα Μετρητικά ρολόγια οι επιφάνειες μετρήσεων και ελέγχου πρέπει να είναι καθαρές από γρέζια. Το ρολόι να είναι κάθετο προς την ελεγχόμενη επιφάνεια. Και το μετρητικό ρολόι πρέπει να ρυθμιστεί με μεγάλη προσοχή.



Μέτρηση διαφορών με μετρητικό ρολόι.

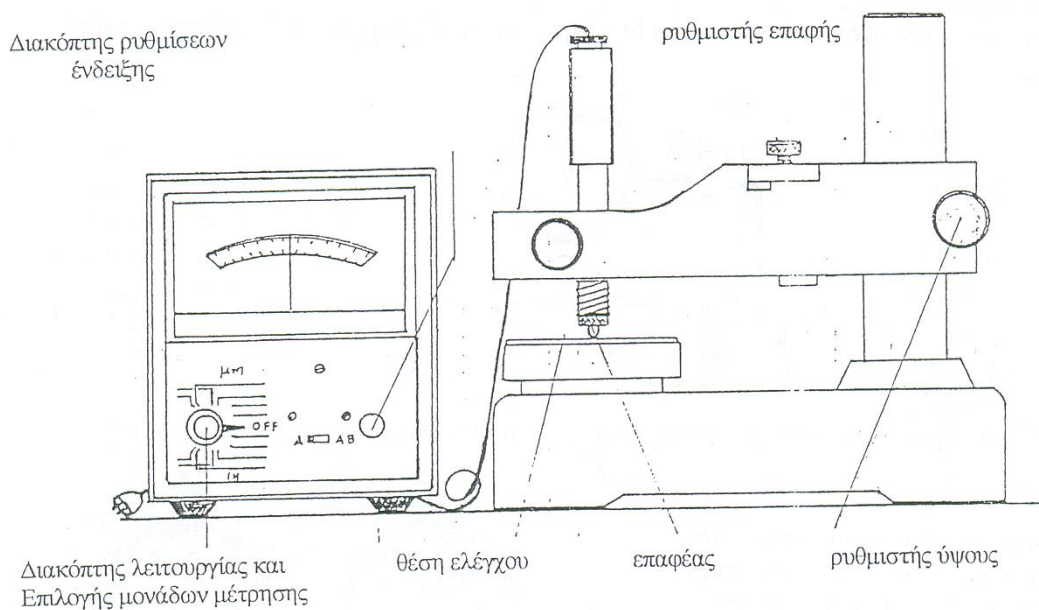
## ΣΥΣΚΕΥΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΟΧΩΝ - ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

Η συσκευή του εργαστηρίου λειτουργεί με ηλεκτρικό και πνευματικό σύστημα .  
Λόγω έλλειψης παρελκομένων , είναι δυνατή η λειτουργία με ηλεκτρική τροφοδοσία και για απλές εφαρμογές μόνο .

Αποτελείται από την κυρίως συσκευή , μια βάση για πραγματοποίηση ελέγχων και ένα αισθητήριο όργανο .

### Λειτουργία :

- Πρώτα ελέγχονται οι συνδέσεις και τροφοδοτείται ηλεκτρικά η συσκευή .
- Με τον διακόπτη λειτουργίας , γίνεται επιλογή της ακρίβειας ελέγχου και των μονάδων (μετρικών ή αγγλικών) .
- Τοποθετείται το πρότυπο εξάρτημα ή τα πλακίδια και με τη βοήθεια του περιστρεφόμενου διακόπτη , μηδενίζεται ο δείκτης .
- Η συσκευή είναι έτοιμη για έλεγχο .



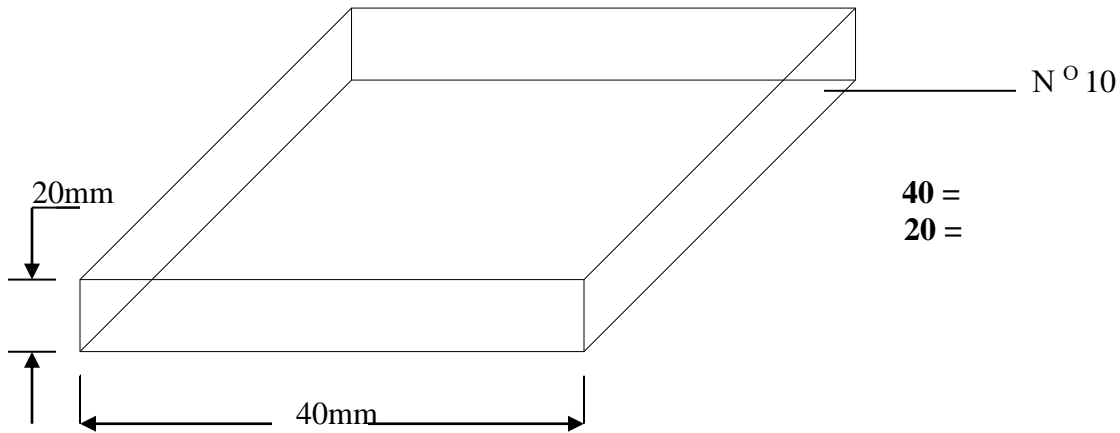
### ΣΥΣΚΕΥΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΟΧΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

	Μονάδες	Θέση διακόπτη	Διαβάθμιση ανοχής
	Μετρικού Συστήματος	15 ± 50 ± 150 ± 500 ±	0,0005 – 0,001mm 0,005 – 0, 010mm
	Αγγλικού συστήματος	0,5 ± 1,5 ± 5,0 ± 15,0 ±	0,00001- 0,00005 ih 0,00010 – 0,00050 ih

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

**1:** Με την ηλεκτρική συσκευή ελέγχου , βρείτε τις αποκλίσεις από τις ονομαστικές διαστάσεις του εξαρτήματος N<sup>ο</sup> 10 .

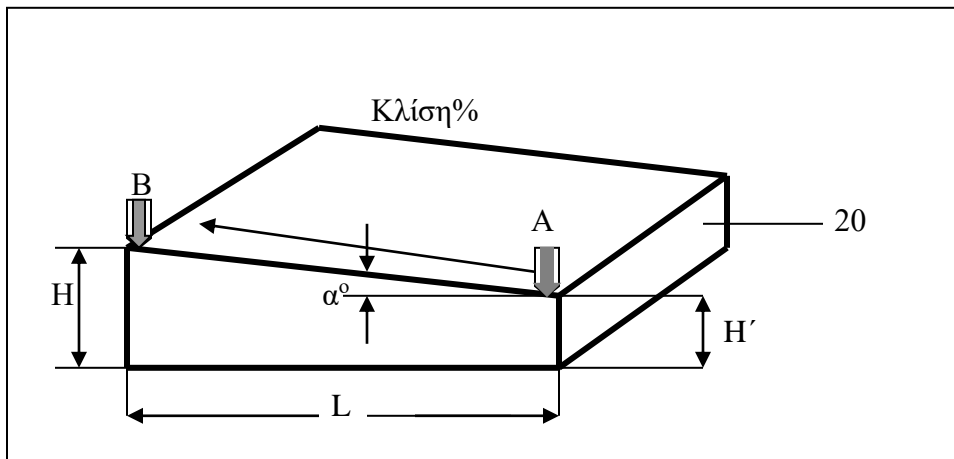
- Χρησιμοποιήστε τα πρότυπα πλακίδια για το "κτίσιμο" των ονομαστικών διαστάσεων .
- Απαιτούμενη ακρίβεια : (1μm)
- Τοποθετήστε τις πραγματικές διαστάσεις στον κενό χώρο .



**2:** Με το απλό μετρικό ρολόι , βρείτε την κλίση επί τοις εκατό (%) και τη γωνία ( $\alpha^\circ$ ) της λοξοτομημένης πλευράς του εξαρτήματος N<sup>ο</sup> 20 .

Κλίση % =

Εφα =



**3:** Με το απλό μετρητικό ρολόι ελέγξτε την τροχαλία του εργαστηρίου

α) έλεγχος ομοκεντρότητας

β) έλεγχος πλάγιας απόκλισης

Διαδικασία :

- Ο έλεγχος να γίνει πάντα στην πλάκα εφαρμογής
- Τοποθετήστε τον άξονα σε δύο ειδικές βάσεις τύπου (ν)
- Θέστε το όργανο στη θέση (Α) και διαπιστώστε αν η τροχαλία είναι ομόκεντρη .
- Θέστε το όργανο στη θέση (Β) και διαπιστώστε αν υπάρχει πλάγια απόκλιση .

Εκκεντρότητα =

Πλάγια απόκλιση =

### Σχηματική παράσταση ελέγχου τροχαλίας

**4:** Με τον ελεγκτήρα ορίων αξόνων , ελέγξτε τους τρεις αξονίσκους N° 30 , N° 40 και N° 50 και διαπιστώστε ποιοι από αυτούς είναι εντός ή εκτός των προκαθορισμένων ορίων ανοχής .

Ονομαστική διάμετρος :	Διάμετρος με όρια ανοχής :	Διάμετρος με σύμβολα ανοχής :
<b>D</b> = .....	<b>D</b> = ..... +..... -.....	<b>D</b> = .....
Άξονας N° 30	.....	
Άξονας N° 40	.....	
Άξονας N° 50	.....	

**5:** Μετρήστε τις διαστάσεις του εμβόλου και του πείρου (εξαρτήματα 5 , 3) με μικρόμετρο ακριβείας 0,001mm και θέστε τις διαστάσεις στο σχέδιο (πλήρεις διαστάσεις) . Αποδείξτε το είδος της συναρμογής μεταξύ των δύο εξαρτημάτων , αφού συμβουλευτείτε πρώτα τους πίνακες συναρμογών .

**Σημείωση :**

Να μετρηθούν μόνο οι διαστάσεις που αφορούν τη συναρμογή .

**α)Τιμές διαστάσεων πείρου : (.....)**

**β)Τιμές διαστάσεων εμβόλου : (.....)**

Έμβολο και πείρος Μ.Ε.Κ.

## ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ)

### Επιφανειακή τραχύτητα :

Η τραχύτητα μιας μεταλλικής επιφάνειας , είναι αποτέλεσμα της κατεργασίας κοπής , το δε μέγεθος και η μορφή της εξαρτώνται : από τη μορφή και το είδος του κοπτικού ή του λειαντικού μέσου , την ταχύτητα κοπής , την ταχύτητα πρόωσης και τη σχετική κίνηση του κοπτικού προς το εξάρτημα ή και αντίστροφα .

### Μέσο ύψος τραχύτητας (Ra)

Ονομάζεται η μέση αριθμητική τιμή των αποκλίσεων όλων των σημείων του πραγματικού περιγράμματος από την κεντρική γραμμή των ανωμαλιών :

$$\left[ R_a = \frac{1}{L} \int_0^L y dx \right]$$

### Περιβάλλουσα

### Κεντρική γραμμή

### Κατώτερη περιβάλλουσα

### Μήκος παρατήρησης

Η τιμή της τραχύτητας έχει μονάδες (μm) ή (μ'')

1μm = 0.001mm      1μ'' = 0,000001'' = 0,0000254mm




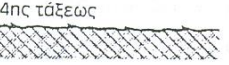
### Η μέτρηση της τραχύτητας γίνεται με δύο τρόπους :

**α)** Με ειδικές συσκευές οι οποίες ονομάζονται τραχύμετρα . Η μέθοδος αυτή είναι πολύ ακριβής και η πιο κατάλληλη για σωστές μετρήσεις .

**β)** Με τη μέθοδο της σύγκρισης :

Η μέθοδος αυτή δεν είναι ακριβής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει έλλειψη τραχυμέτρου ή αν δεν απαιτείται μεγάλη ακρίβεια.

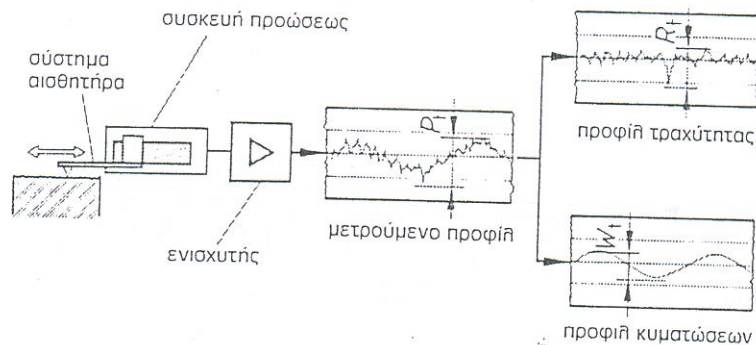
- Η γεωμετρικά ιδανική επιφάνεια είναι η οποία ορίζεται από το σχέδιο.
- Η πραγματική επιφάνεια παρουσιάζει, λόγω του τρόπου δημιουργίας της, αποκλίσεις από τη γεωμετρικά ιδανική επιφάνεια.
- Η μετρούμενη επιφάνεια είναι αυτή, η οποία προκύπτει από τις μετρήσεις. διαφορετικές μέθοδοι μετρήσεων μπορεί να δώσουν διαφορετικές επιφάνειες.
- Το σύνολο όλων των αποκλίσεων της μετρούμενης επιφάνειας από τη γεωμετρικά ιδανική επιφάνεια χαρακτηρίζεται ως αποκλίσεις διαμορφώσεως (πίνακας αποκλίσεων διαμορφώσεως επιφανειών ).

Απόκλιση διαμορφώσεως	Παραδείγματα	Αιτία	
1ης τάξεως απόκλιση σχήματος 	Στρεβλώσεις οβάδ	Κάμψη, Σφάλματα στις γνήστρες της μηχανής	
2ης τάξεως κυματώσεις 	Κυματώσεις	Ταλαντώσεις	
3ης τάξεως 	Τραχύτητα	Αυθακώσεις	Πρόωση
4ης τάξεως 		Χαραγές λεπτά	Δημιουργία αποβλήτου

(Πίνακας αποκλίσεων διαμορφώσεως επιφανειών )

### Προφίλ επιφανειών:

Με ηλεκτρικούς αισθητήρες συλλαμβάνονται οι αποκλίσεις διαμορφώσεως μιας επιφάνειας και μετασχηματίζονται κατάλληλα σε ηλεκτρικά μεγέθη (Σχ. Τρ. 1)



(Σχ. Τρ. 1) Αρχή λειτουργίας συσκευής με αισθητήρα.

**Το μετρούμενο προφίλ (προφίλ P)** παριστά το άθροισμα όλων των αποκλίσεων, τις οποίες αντήληφθηκε ο αισθητήρας (Σχ. Τρ.2) . Η μέση γραμμή είναι η γραμμή αναφοράς στο υπόψη προφίλ. Εμφανίζεται στο μετρητικό όργανο με ηλεκτρικό τρόπο. Η μέση γραμμή διαιρεί το μετρούμενο προφίλ και το προφίλ τραχύτητας έτσι, ώστε τα εμβαδά των εξάρσεων και τα εμβαδά των κοιλωμάτων να είναι ίσα.



(Σχ. Τρ. 2) Μετρούμενο (προφίλ P)

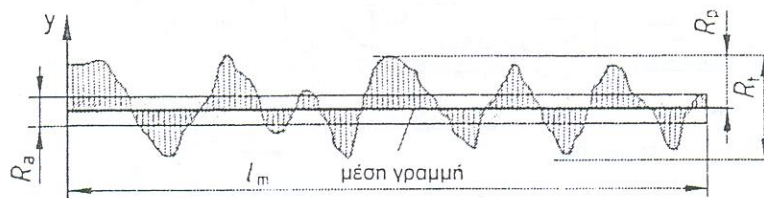
**Το προφίλ τραχύτητας (προφίλ R)** δημιουργείται από το μετρούμενο προφίλ με απόσβεση των ανωμαλιών λόγω κυματώσεων (Σχ Τρ 3) .

**Το προφίλ των κυματώσεων (προφίλ W)** δημιουργείται από το μετρούμενο προφίλ με απόσβεση των ανωμαλιών λόγω τραχύτητας. Περιλαμβάνει μόνον τις κυματώσεις και μέρη της αποκλίσεως σχήματος. Από το προφίλ κυματώσεων προσδιορίζεται το βάθος κυματώσεως  $W_t$ .

**Μετρούμενα μεγέθη τραχύτητας :**

Τα μετρούμενα μεγέθη τραχύτητας προσδιορίζονται από το προφίλ τραχύτητας και εκφράζονται σε  $\mu\text{m}$ .

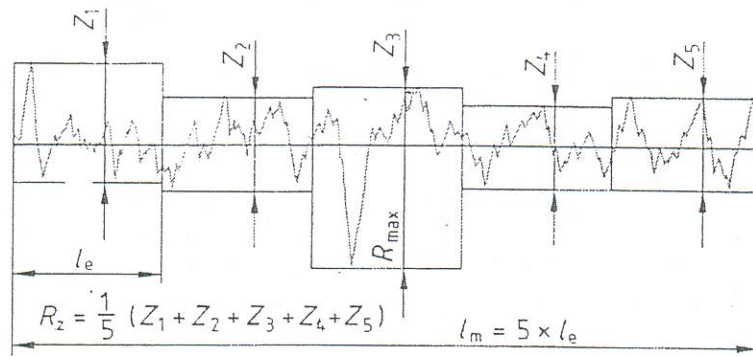
**Η μέση τιμή τραχύτητας  $R_a$**  είναι ο αριθμητικός μέσος όρος όλων των αποστάσεων του προφίλ από την μέση γραμμή (Σχ. Τρ. 3).



(Σχ. Τρ. 3) . Προφίλ τραχύτητας (προφίλ R)



Το μέσο βάθος τραχύτητας  $R_z$  είναι ο αριθμητικός μέσος όρος της επί μέρους τραχύτητας (  $Z_1$  έως  $Z_5$  ) πέντε διαδοχικών μηκών ( Σχ. Τρ. 4 ).

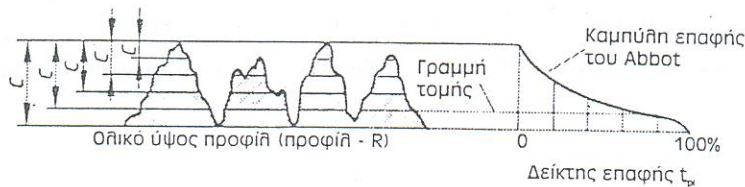


(Σχ. Τρ. 4 ) Μέγιστο και μέσο βάθος τραχύτητας.

Το μέγιστο βάθος τραχύτητας  $R_{max}$  είναι το μεγαλύτερο βάθος από τα επί μέρους, τα οποία υπάρχουν στο μήκος αναφοράς (Σχ. Τρ. 4).

Το βάθος λειότητας  $R_p$  αντιστοιχεί στη μέγιστη απόκλιση του προφίλ τραχύτητας από τη μέση γραμμή (Σχ. Τρ.3 ).

Ο δείκτης επαφής  $t_{pi}$  είναι ο λόγος του φέροντος μήκους προς το μήκος αναφοράς, στο βάθος  $c$  ( Σχ. Τρ. 5 ).



(Σχ. Τρ. 5 ) Δείκτης επαφής.

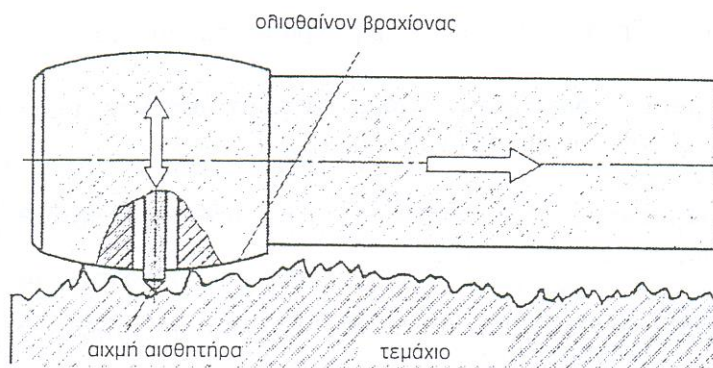
### Μέθοδοι ελέγχου ποιότητας επιφάνειας:

Με σύγκριση με το νύχι του δακτύλου ή με ένα πλακίδιο σαν αισθητήρα και ένα δείγμα συγκρίσεως και με κάποια πείρα μπορούν να εξακριβωθούν διαφορές τραχύτητας της τάξεως των  $2\mu m$  (Σχ.Τρ 6 ). Επειδή κάθε μέθοδος κατεργασίας παρουσιάζει μία επιφάνεια, που είναι τυπική της μεθόδου, θα πρέπει να γίνεται η σύγκριση με επιφάνειες που έγιναν με την ίδια μέθοδο.

τόρνωση κατά μήκος							
$R_f$ μm ~	9	15	25	40	60	125	200
$R_p$ μm	5	10	15	25	35	80	125
$R_a$ μm	2,5	4	6	10	15	35	50
$R_z$ μm	8	12	23	37	53	110	160

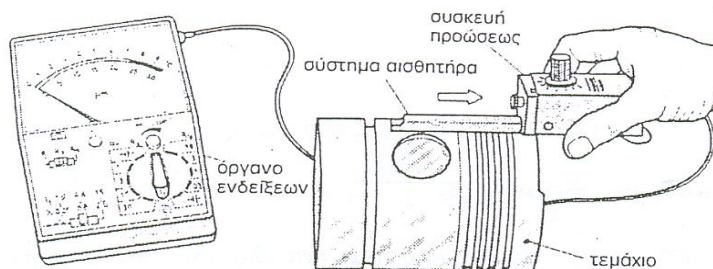
(Σχ. Τρ. 6) Δείγμα επιφάνειας. Κατά μήκος τόνωση.

Τα μετρητικά όργανα των επιφανειών, τα οποία εργάζονται με την επαφή ενός αισθητήρα, συλλαμβάνουν τις αποκλίσεις διαμορφώσεως της επιφάνειας με αισθητήρα, ο οποίος έχει αιχμή από διαμάντι (Σχ. Τρ 7).



(Σχ. Τρ. 7) Σύστημα αισθητήρα.

Ένα σύστημα προώσεως κινεί τον αισθητήρα επάνω στην επιφάνεια. Ανάλογα με τις κυματώσεις και την τραχύτητα εμφανίζονται αλλαγές της θέσεως της αιχμής, σε σχέση με τον κινούμενο βραχίονα. Οι αλλαγές αυτές μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα, τα οποία μεταφέρονται στο όργανο ενδείξεων ή στην συσκευή προώσεως (Σχ. Τρ. 8).



(Σχ. Τρ. 8) Συσκευή μετρήσεων επιφανειών.

**Οι επιδράσεις στην τραχύτητα της επιφάνειας στην καταργασία με αφαίρεση υλικού είναι:**

- Οι ιδιότητες καταργασίας του υλικού
- Υλικό εργαλείων και βαθμός φθοράς
- Ακτίνα στρογγυλέματος στην αιχμή του εργαλείου και γωνίας αποβλήτου
- Πρόωση, ταχύτητα κοπής και πάχος αποβλήτου
- Χρήση ψυκτικού υγρού
- Ακαμψία εργαλειομηχανής, ελαστικότητα εργαλείου
- Αποκλίσεις στις ευθυντήριες της εργαλειομηχανής και των εργαλείων

**Καταχωρήσεις ποιότητας επιφανειών στα σχέδια:**

Σε πολλές περιπτώσεις, η ποιότητα της επιφάνειας ενός αντικειμένου έχει τόση σημασία για τη λειτουργία του, όση και η γεωμετρική του μορφή. Επομένως, πρέπει στα τεχνικά σχέδια να καταχωρούνται όλα τα απαραίτητα για την ποιότητα της επιφάνειας του πίνακα (καταχωρήσεις ποιότητας επιφανειών).

Πίνακας καταχωρήσεις ποιότητας επιφάνειας

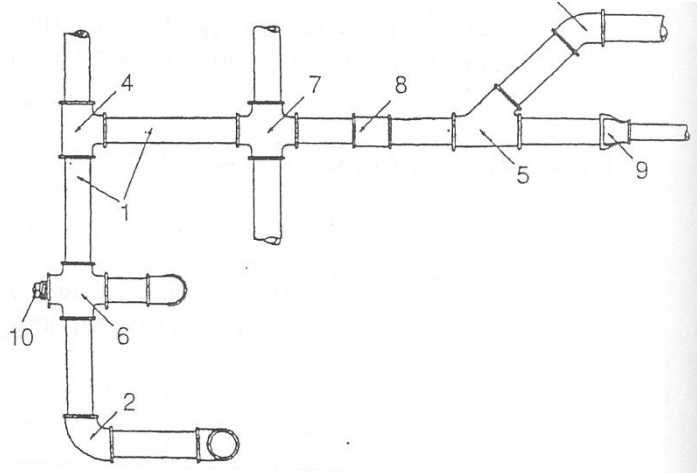
σύμβολο	επεξήγηση
	βασικό σύμβολο (μόνο του δεν επεξηγεί τίποτα)
	κατασκευή χωρίς αφαίρεση υλικού
	κατασκευή με αφαίρεση υλικού
	μέγιστη μέση τιμή τραχύτητας Ra=3,2 μm
	μέγιστη και ελάχιστη τιμή τραχύτητας Ra. προσαύξηση λόγω καταργασίας : 1,2 mm
	κατασκευή με αφαίρεση υλικού. καταργασία Lapping, μέσο βάθος τραχύτητας Rz ≤ 1μm
	διεύθυνση αυθακώσεων ως προς το επίπεδο προβολής

## ΣΩΛΗΝΕΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

Όταν πολλοί σωλήνες μαζί συνδέονται στεγανά με τη χρήση κάποιων εξαρτημάτων, δημιουργείται μια **σωλήνωση** ή ένα **δίκτυο σωληνώσεων**.

Μια σωλήνωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μεταφορά ρευστών (υγρών, αερίων, ατμών) ή στερεών σε λεπτόκοκκοι μορφή (π.χ. τσιμέντο, σιτάρι, κλπ.). αναλόγως προς τη χρήση τους οι σωληνώσεις διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Ύδρευσης .
- Αποχέτευσης.
- Ψύξης –κλιματισμού.
- Κεντρικής θέρμανσης.
- Άρδευσης.
- Φυσικού αερίου.
- Μεταφοράς καυσίμου.
- Δικτύων πυρασφαλείας.
- Βιομηχανικών χρήσεων.



Μια σωλήνωση αποτελείται από :

- Ευθύγραμμα τμήματα σωλήνων.
  - Καμπύλες – γωνίες.
  - Διακλαδώσεις ( ταυ, σταυρούς κτλ.)
  - Αποφρακτικά όργανα (βάνες, κρουνοί, δικλείδες, διακόπτες κλπ.).
- (σχηματική παράσταση σωλήνωσης).

Εκτός από τις σωληνώσεις, οι σωλήνες χρησιμοποιούνται και σε διάφορες μεταλλικές και μηχανολογικές κατασκευές, όπως: στις κατασκευές υποστατικών μεταλλικών επίπλων, ανυψωτικών και χωματουργικών μηχανημάτων, σιδηροδρομικών οχημάτων, γεφυρών, σκαλωσιών κτλ., συμβάλλοντας στη μείωση του βάρους τους.

### Προδιαγραφές σωληνώσεων:

Μια σωλήνωση για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις μιας εγκατάστασης πρέπει να πληροί ορισμένες προδιαγραφές.

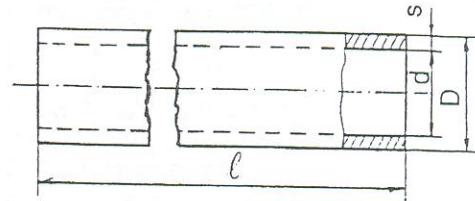
1. Το υλικό κατασκευής της να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εφαρμογής αναφορικά με:
  - Την υγιεινή (π.χ. σωληνώσεις πόσιμου νερού, σωληνώσεις σε βιομηχανίες τροφίμων).
  - Την αντοχή (αντοχή σε θραύση λόγω της εσωτερικής πίεσης ή των θερμικών διαστολών, εάν μεταφέρονται θερμά ρευστά).
  - Την ανθεκτικότητα τους σε διάβρωση και επομένως την αύξηση της διάρκειας ζωής του.
2. Να είναι στεγανή.
3. Να είναι προσιτή για εύκολο έλεγχο και επισκευή.
4. Να έχει όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος αγοράς και εγκατάστασης.

5. Να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις λειτουργίας της εγκατάστασης (κατάλληλη διάμετρος, μικρές αντιστάσεις ροής, χαμηλή θερμική αγωγιμότητα, κατάλληλος συντελεστής θερμικής διαστολής).
6. **Χαρακτηριστικά στοιχεία σωλήνων:**

Οι σωλήνες χαρακτηρίζονται από τα εξής στοιχεία:

**1. Τις διαστάσεις τους σε mm ή σε ίντσες.**

- Εξωτερική διάμετρος **D**
- Εσωτερική διάμετρος **d**
- Πάχος τοιχωμάτων **S**
- Μήκος



Διαστάσεις σωλήνα.

**2. Το υλικό κατασκευής τους, δηλαδή:**

- Το είδος του υλικού (χυτοσίδηρος, χάλυβας, αλουμίνιο, πλαστικό, μόλυβδος, κτλ.)
- Την ποιότητά του.
- Το συμβολισμό και τον αριθμό τυποποίησης. Η τυποποίηση των σωλήνων κατά τα διεθνή πρότυπα ISO, τα ευρωπαϊκά πρότυπα EN, και τα Ελληνικά πρότυπα ΕΛΟΤ.

**3. Τον τρόπο κατασκευής τους:**

- Σωλήνες με ραφή ή χωρίς ραφή (τούμπα).

**4. Την ύπαρξη ή μη σπειρώματος στις άκρες τους.**

**5. την ονομαστική πίεση και την πίεση λειτουργίας τους.**

**Σωλήνες χυτοσιδήρου (μαντεμένιοι):**

Χρησιμοποιούνται σε δίκτυα νερού, ατμού, φωταερίου και στις αποχετεύσεις. Είναι ανθεκτικότεροι από τους χαλυβδοσωλήνες στις χημικές διαβρώσεις και στις υπόγειες σωληνώσεις, υστερούν όμως στην αντοχή σε θραύση.

**Χαλύβδινοι σωλήνες:**

Χρησιμοποιούνται σε δίκτυα υδρεύσεις, κεντρικής θέρμανσης, φυσικού αερίου η σε δίκτυα με μεγάλες πιέσεις και θερμοκρασίες, όπως ατμού υψηλής πίεσης κ. α. έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τους χυτοσιδερένιους σωλήνες, είναι ελαφρότεροι απ' αυτούς και κατασκευάζονται σε μεγαλύτερα μήκη, με ραφή (συγκολλητή) ή χωρίς ραφή (τούμπα).

Οι χαλυβδοσωλήνες με ραφή κατασκευάζονται από χάλυβα ST 33, ST 34-2 ST 37-2 (DIN 2458 ΕΛΟΤ 281/79). Οι χαλυβδοσωλήνες χωρίς ραφή απαντώνται συνήθως με δύο ποιότητες: την κοινή ποιότητα του εμπορίου (αντιστοιχεί σε ST 00) και την ποιότητα με προδιαγραφές DIN- ISO 4200 (αντιστοιχεί σε ST 35). Στα δίκτυα ύδρευσης χρησιμοποιούνται αποκλειστικά γαλβανισμένοι σωλήνες, για μεγαλύτερη αντοχή στην οξειδωση και στην διάβρωση. Για την μεταφορά ρευστών σε βιομηχανίες τροφίμων χρησιμοποιούνται οι σωλήνες από ανοξείδωτο χάλυβα.

- Οι χαλυβδοσωλήνες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Βαρέως τύπου με διακριτικό χρώμα το πράσινο.
- Ημιβαρέως τύπου με διακριτικό χρώμα το κόκκινο.
- Ελαφρού τύπου με διακριτικό χρώμα το κίτρινο .

Στον πίνακα δίνονται οι χαρακτηριστικές διαστάσεις των χαλυβδοσωλήνων βαρέως τύπου.

### **Χαλκοσωλήνες :**

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία αύξηση στη χρήση των χαλκοσωλήνων, ιδίως στις εγκαταστάσεις ύδρευσης, ψύξης- κλιματισμού, κεντρικής θέρμανσης κ.α. έναντι των σιδηροσωλήνων (χαλυβδοσωλήνων και χυτοσιδερένιων σωλήνων) παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Είναι τελείως λεία εσωτερικά και παρουσιάζουν μικρότερη αντίσταση στη ροή.
- Δεν διαβρώνονται από τα οικοδομικά υλικά (ασβέστη, τσιμέντο κτλ.) και δεν οξειδώνονται, έχουν επομένως μεγαλύτερη διάρκεια ζωής .
- Είναι πολύ ελαφρότεροι από τους σιδηροσωλήνες και μεταφέρονται εύκολα.
- Αντέχουν σε υψηλές πιέσεις.
- Είναι εύκαμπτοι, συνδέονται εύκολα και γρήγορα με τα εξαρτήματα τους και γενικά το κόστος εγκατάστασης είναι χαμηλό.
- Αντικαθίστανται εύκολα σε περίπτωση βλάβης.

Τα μειονεκτήματα είναι : έχουν μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής διαστολής από τους σιδηροσωλήνες . και κοστίζουν ακριβά ,ιδιαίτερα στις μεγάλες διαμέτρους.

Στο εμπόριο διατίθενται σε δύο κατηγορίες βαρέως τύπου και ελαφρού τύπου, ανάλογα προς το πάχος των τοιχωμάτων τους.

### **Πλαστικοί σωλήνες –P.V.C. :**

Οι πλαστικοί σωλήνες παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα και τα τελευταία χρόνια έχουν αντικαταστήσει σε πολλές εφαρμογές τους σιδηροσωλήνες, όπως στις εγκαταστάσεις ύδρευσης, κεντρικής θέρμανσης, στα δίκτυα αποχετεύσεων κ.α.

Οι πλαστικοί σωλήνες από πολυβινυλοχλωρίδιο (P.V.S.) χρησιμοποιούνται για την μεταφορά κρύου νερού, στα δίκτυα αποχετεύσεων και στην υδροροές. Κατασκευάζονται σε δύο τύπους σκληρό και μαλακό. Για την κατασκευή σωλήνων ζεστού νερού χρησιμοποιείται το χλωριωμένο (C.P.V.C.). Οι σωλήνες από το υλικό αυτό χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ζεστού νερού θερμοκρασίας 90° C (π.χ. εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης ).

### **Πλεονεκτήματα:**

- Είναι ανθεκτική στη διάβρωση, γι' αυτό χρησιμοποιούνται σε υπόγεια δίκτυα, σε χώρους με υγρασία.
- Τα εσωτερικά τους τοιχώματα είναι τελείως λεία και παρουσιάζουν μικρή αντίσταση στη ροή.
- Δεν αλλοιώνονται από διαβρωτικά υλικά (οξέα, βάσεις).
- Έχουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας 400 φορές μικρότερο από τους σιδηροσωλήνες, επομένως παρουσιάζουν μικρότερες θερμικές απώλειες.
- Έχουν μικρό βάρος .
- Είναι εύκαμπτοι, συνδέονται εύκολα και γρήγορα με τα εξαρτήματα τους .
- Σε περίπτωση βλάβης αντικαθίστανται εύκολα.

Μειονεκτήματα : έχουν επτά φορές μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής διαστολής από τους σιδηροσωλήνες. Και η συνεχής έκθεση τους στην ηλιακή ακτινοβολία έχει σαν αποτέλεσμα την φθορά τους.

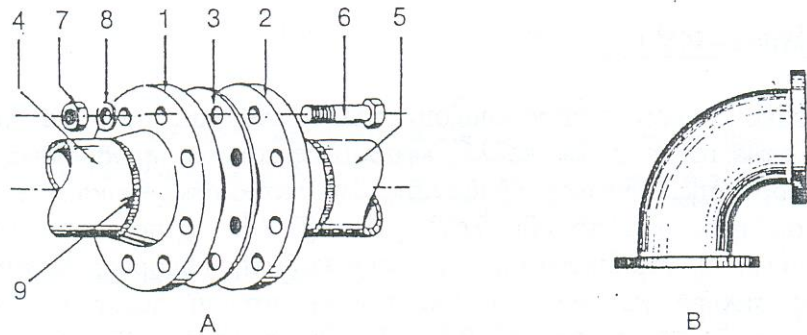
### **Σύνδεση σωλήνων και εξαρτήματα σωληνώσεων:**

Σε ένα δίκτυο σωληνώσεων η σύνδεση των σωλήνων επιτυγχάνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

- Με φλάντζες.
- Με μούφες
- Με συγκόλληση.
- Με βιδωτά εξαρτήματα.
- Με συνδέσμους.

### Σύνδεση με φλάντζες:

Φλάντζα είναι ένας μεταλλικός δίσκος που φέρει στην περιφέρεια του οπές σε καθορισμένες αποστάσεις. Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση σωλήνων από χάλυβα και χυτοσίδηρο, μεγάλων συνήθως διαμέτρων. Μπορεί να είναι κατασκευασμένες έτσι, ώστε να αποτελούν ένα σώμα με το σωλήνα (χυτές) ή ως ξεχωριστά κομμάτια που ή βιδώνονται στην άκρη του σωλήνα ή συγκολλούνται με αυτόν. Ακόμη κατασκευάζονται χυτές φλάντζες γωνιακής ή καμπύλης μορφής.



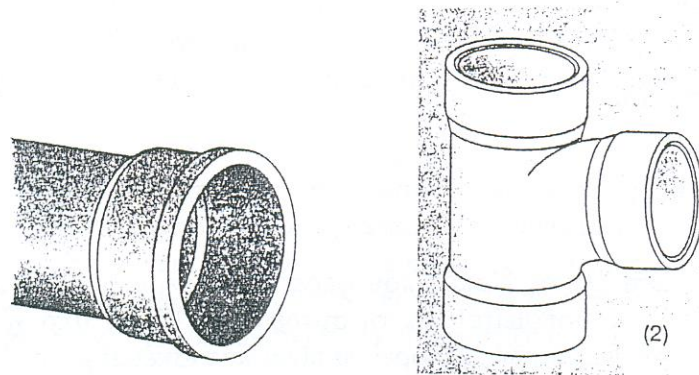
Σύνδεση σωλήνα με φλάντζες

Η σύνδεση δύο σωλήνων με φλάντζες γίνεται με κοχλίες και μεταξύ των φλαντζών, παρεμβάλλεται ένας δακτύλιος στεγανότητας. Ως δακτύλιος στεγανότητας χρησιμοποιείται συνήθως λάστιχο ή ενισχυμένο πλέγμα από λάστιχο.

### Σύνδεση με μούφες:

Μούφα ονομάζεται το διευρυμένο άκρο ενός σωλήνα, το οποίο δεν είναι ξεχωριστό κομμάτι αλλά αποτελεί ενιαίο σώμα με αυτόν (χυτό). Με ενσωματωμένη μούφα κατασκευάζονται σχεδόν όλα τα είδη των σωλήνων και κυρίως αυτά με τις μεγάλες διαμέτρους. Στους χαλκοσωλήνες μικρής διαμέτρου ο σχηματισμός της μούφας μπορεί να γίνει και με ειδικά εργαλεία χειρός. Για την πραγματοποίηση της σύνδεσης, το άκρο του ενός σωλήνα που φέρει τη μούφα δέχεται το άκρο του άλλου σωλήνα που δεν φέρει μούφα. Ανάμεσά τους παρεμβάλλεται στεγανοποιητικό υλικό (κανάβι, λάστιχο) και συγκολλητικό υλικό ή ειδική κόλλα για τους πλαστικούς σωλήνες. Με μούφα κατασκευάζονται και τα διάφορα εξαρτήματα των χαλκοσωλήνων, πλαστικών κ.α..





Σωλήνες με ενσωματωμένη μούφα (χυτή) και εξαρτήματα.

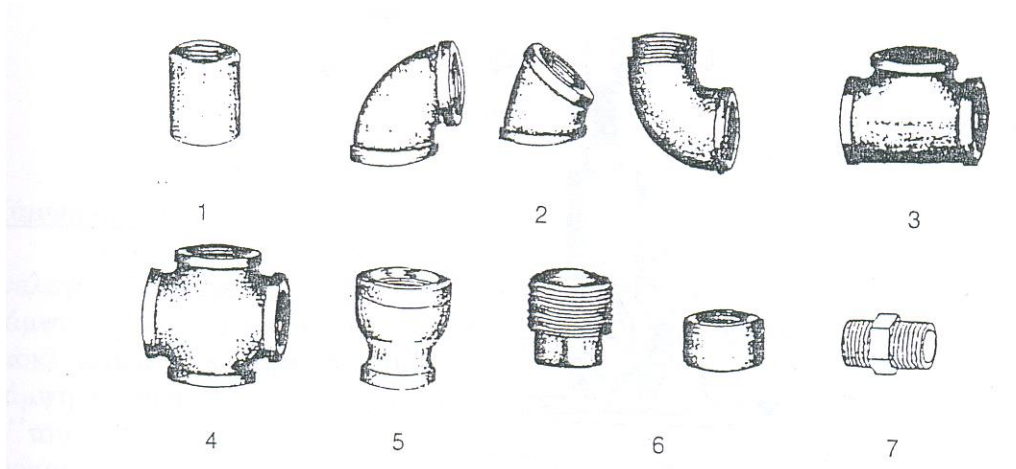
### Σύνδεση με συγκόλληση :

Οι χαλυβδοσωλήνες, μετά από κατάλληλη προετοιμασία των άκρων τους, συγκολλούνται μεταξύ τους ή με τα εξαρτήματά τους με τη μέθοδο της οξυγονοσυγκόλλησης ή της ηλεκτροσυγκόλλησης. Οι χαλκοσωλήνες με μούφα συγκολλούνται μεταξύ τους ή με τα εξαρτήματά τους, με κασιτεροσυγκόλληση ή χαλκοσυγκόλληση. Οι πλαστικοί σωλήνες με μούφα συγκολλούνται μεταξύ τους ή με τα εξαρτήματά τους, με αυτογενή συγκόλληση, και ζεστό αέρα.

### Σύνδεση με βιδωτά εξαρτήματα :

Τα βιδωτά εξαρτήματα φέρουν σπείρωμα και βιδώνουν στα άκρα των σωλήνων που πρόκειται να συνδεθούν. Η στεγανοποίηση της σύνδεσης εξασφαλίζεται με χρήση καναβιού εμποτισμένο με μίνιο ή με χρήση ταινίας τεφλόν. Τα χρησιμοποιούμενα κοχλιωτά εξαρτήματα είναι:

- **Μούφες**, για τη σύνδεση των σωλήνων κατά μήκος.
- **Γωνίες και καμπύλες**, για την αλλαγή της διεύθυνσης της σωλήνωσης . κατασκευάζονται σε γωνίες 90° και 135°.
- **Ταυ – σταυροί**, για τη διακλάδωση της σωλήνωσης.
- **Συστολικά**, για τη σύνδεση σωλήνων διαφορετικής διαμέτρου.
- **Τάπες**, για την διακοπή της ροής.
- **Μαστοί και μουφομαστοί.**
- **Ρακόρ.**
- **Βιδωτές φλάντζες.**



Βιδωτά εξαρτήματα σωληνώσεων : 1 μούφα , 2 γωνιές, 3 ταυ, 4 σταυρός, 5 συστολή, 6 τάπες, 7 μαστός.

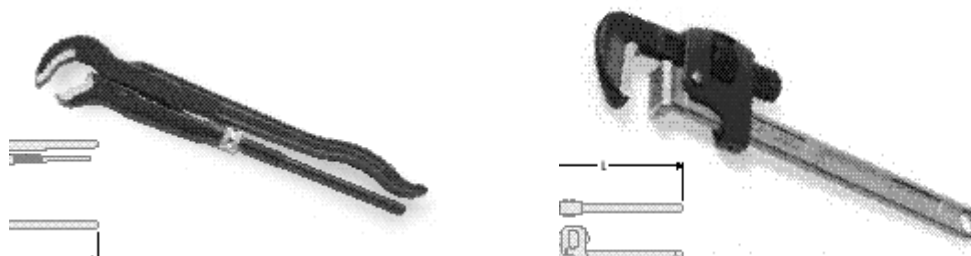
**Σύνδεση με συνδέσμους:**

Σε περιπτώσεις που θέλουμε εύκολη και γρήγορη σύνδεση και αποσύνδεση των σωλήνων, π.χ. σωληνώσεις άρδευσης, μεταφοράς καυσίμων, μεταφοράς αποβλήτων κτλ. Χρησιμοποιούμε συνδέσμους.

**Ειδικά εργαλεία και συσκευές σωληνοκατασκευών**

**Σωληνοκάβουρες:**

Είναι ειδικά κλειδιά που χρησιμοποιούνται για να κοχλιώσουν ή να αποκοχλιώσουν βιδωτά εξαρτήματα σωληνώσεων ( γωνιές μούφες ταυ ).τα δόντια που φέρουν στις σιαγόνες τους είναι τοποθετημένα υπό γωνία κατά μιας κατεύθυνση, ώστε να " γραπώνουν " το στρογγυλό εξάρτημα σταθερά.

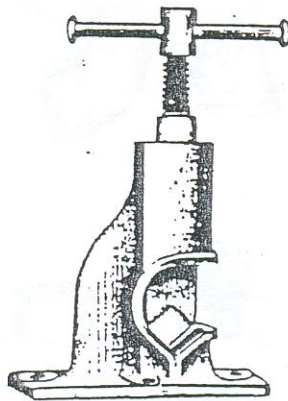


Σωληνοκάβουρες

**Σωληνομέγγνες :**

Για να συγκρατήσουμε τους σωλήνες σταθερά κατά τις εργασίες διαμόρφωσης τους, χρησιμοποιούμε την ειδική μέγγνη για σωλήνες. Η συγκράτηση του σωλήνα

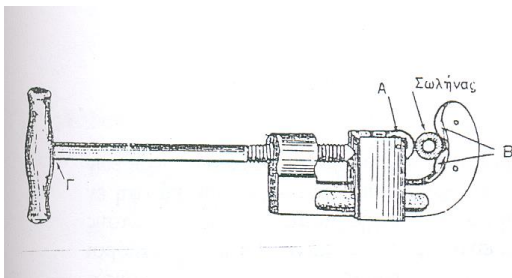
γίνεται από τέσσερις πλευρές και οι αυλακώσεις των σιαγόνων της δεν επιτρέπουν την περιστροφή τους.



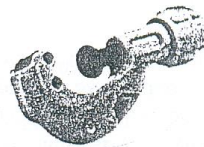
Σωληνομέγγενη.

### Σωληνοκόφτες :

Το κόψιμο των σωλήνων, όταν αυτό είναι απαραίτητο, πραγματοποιείται με ένα ειδικό εργαλείο, το **σωληνοκόφτη**. Αποτελείται από ένα κοπτικό δίσκο Α κατασκευασμένο από χάλυβα εργαλείων και από δύο κύλιστρα ( οδηγούς ) Β. Ο σωλήνας παρεμβάλλεται μεταξύ του κοπτικού εργαλείου και των κυλίστρων.

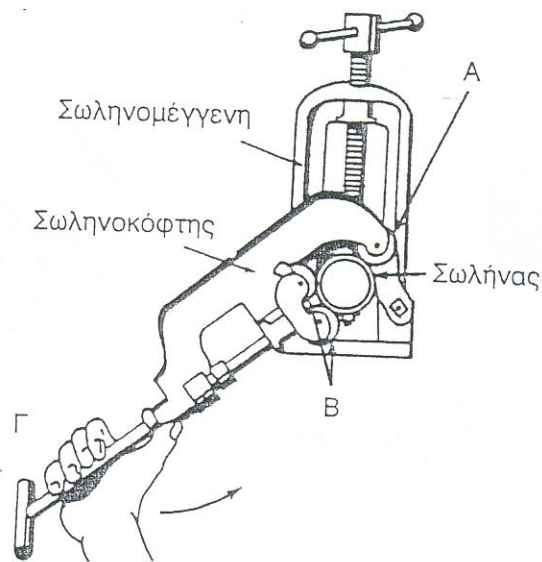


Σωληνοκόφτης σιδηροσωλήνων,



Σωληνοκόφτης χαλκοσωλήνων.

Κοχλιώνοντας δεξιόστροφα το χειρομοχλό Γ και περιστρέφοντας το σωληνοκόφτη κατά μια πλήρη στροφή κάθε φορά, επιτυγχάνουμε την προοδευτική εισχώρηση του κοπτικού δίσκου και την κοπή του σωλήνα. Διακρίνονται σε σωληνοκόφτες σιδηροσωλήνων και σωληνοκόφτες χαλκοσωλήνων.



Αποκοπή σωλήνα με σωληνοκόφτη.

### **Κάμψη σωλήνων:**

Η **κάμψη** των σωλήνων είτε αυτοί είναι με ραφή είτε χωρίς ραφή μπορεί, ανάλογα με το μέγεθος τους, να γίνει εν ψυχρώ ή εν θερμώ.

Κάμψη εν **ψυχρώ** γίνεται σε σωλήνες με ονομαστικές διαστάσεις μέχρι 1''. εκτελείται αποκλειστικά σε **κουρμπαδόρους**.

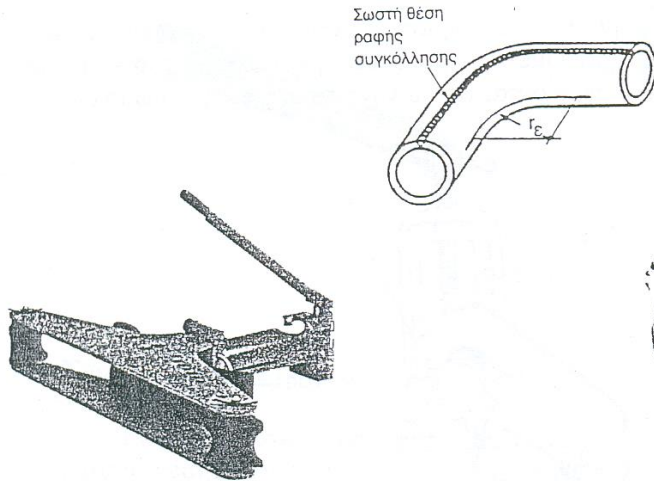
Κάμψη εν **θερμώ** γίνεται σε σωλήνες μεγαλύτερους από 1''. Σωλήνες 1 ¼'' και 1 ½'' τους κάμπτομε χωρίς να τους γεμίσουμε με άμμο. Αν όμως ο σωλήνας έχει ονομαστική διάσταση μεγαλύτερη από 1 ½'', τότε, πριν από την κάμψη, τον γεμίζουμε με άμμο. Αυτό γίνεται για να αποφύγουμε απαράδεκτες αλλαγές στο σχήμα του σωλήνα. η άμμος που χρησιμοποιούμε πρέπει να είναι **λεπτή** (το μέγεθος των κόκκων της να είναι κατά μέσον όρο 0.5 mm) και οπωσδήποτε **στεγνή**.

Στην συνέχεια των θερμαίνουμε τον σωλήνα στην περιοχή όπου θέλουμε να σχηματιστεί η καμπή, σε εστία ή οξυγόνο και ασετυλίνη.

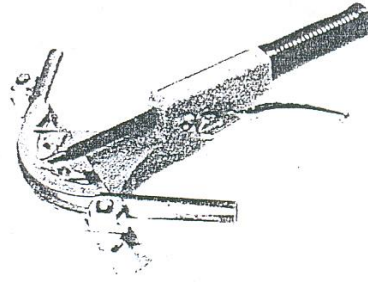
Η κάμψη εν Θερμώ είναι δυνατό να εκτελεσθεί στη μέγγενη, ή επάνω στην πλάκα με ειδικά στηρίγματα, ή με τη βοήθεια καλίμπρας.

### **Κουρμπαδόροι:**

Είναι συσκευές κάμψης σωλήνων. Διακρίνονται σε κουρμπαδόρους σωληνώσεων και σε κουρμπαδόρους χαλκοσωλήνων. Οι πρώτοι χρησιμοποιούνται για την κάμψη εν ψυχρώ χαλβδοσωλήνων με ραφή ή χωρίς ραφή, ονομαστικής διαμέτρου έως 2''. Στους σωλήνες με ραφή προσέχουμε ώστε η ραφή να είναι προς τα επάνω. Οι κουρμπαδόροι χαλκοσωλήνων χρησιμοποιούνται για την εν ψυχρώ κάμψη χαλκοσωλήνων εξωτερικής διαμέτρου έως 22mm.



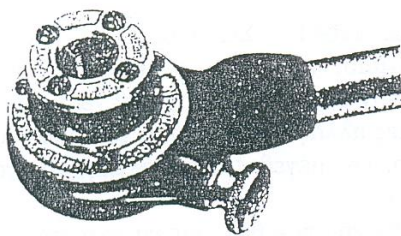
Υδραυλικός κουρμαδόρος σιδηροσωλήνων.



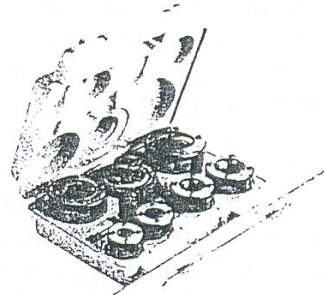
Κουρμαδόρος χαλκοσωλήνων.

### Σπειροτόμοι σωλήνων:

Για την κοπή εξωτερικού σπειρώματος σε ένα σωλήνα χρησιμοποιούνται κατάλληλοι σπειροτόμοι ή βιδολόγοι. Οι βιδολόγοι μπορεί να είναι χειροκίνητοι ή ηλεκτροκίνητοι. Οι χειροκίνητοι βιδολόγοι μπορεί να είναι τύπου αναστολέα (καστάνιας) ή τύπου σταθερής πλάκας.



Χειροκίνητος βιδολόγος με καστάνια.



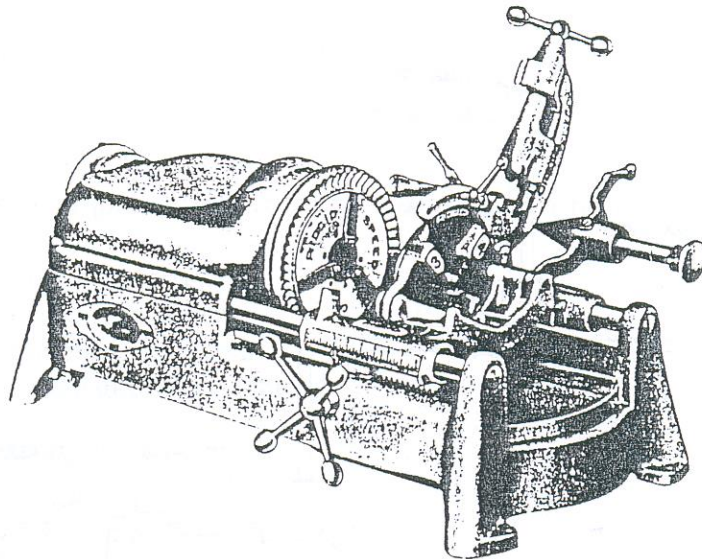
Σετ κεφαλών (κουκουνάρες) βιδολόγου.

Για την κοπή εξωτερικού σπειρώματος σε σωλήνα με χειροκίνητο βιδολόγο ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Δένουμε σταθερά το σωλήνα στη σωληνομέγγενη.
- Καθαρίζουμε από τα γρέζια το μέσα μέρος των χειλών του σωλήνα με απογρεζωτή ή ξύστρα.
- Τοποθετούμε στο βιδολόγο την κατάλληλη κεφαλή (μαχαίρι), αναλόγως προς την ονομαστική διάμετρο του σωλήνα στον οποίο θα κόψουμε σπείρωμα.
- Προσαρμόζουμε το βιδολόγο στο χείλος του σωλήνα και αρχίζουμε την περιστροφή του κρατώντας τον από τη μανέλλα και κάνοντας μισή στροφή εμπρός και  $\frac{1}{4}$  της στροφής πίσω, για να φύγει το γρέζι.
- Μόλις κόψουμε περίπου 2 με 3 σπείρες (βόλτες) ρίχνουμε λίγο λάδι κοπής και συνεχίζουμε την περιστροφή, με τον τρόπο που προαναφέραμε .

- Όταν έχουμε κόψη το μισό και πλέον μήκος του σπειρώματος, περιστρέφουμε με αντίθετη φορά το βιδολόγο, για να απομακρυνθούν τα γρέζια που έχουν δημιουργηθεί.
- Στην συνέχεια επαναλαμβάνουμε την διαδικασία, έως ότου κόψουμε και το υπόλοιπο μήκος του σπειρώματος.
- Όταν κοπεί το σπείρωμα και αφαιρέσουμε το βιδολόγο, πριν συνδέσουμε στο σωλήνα κάποιο από τα εξαρτήματα σύνδεσης, το αλείφουμε με μίνιο, τυλίγουμε γύρω του κανάβι και αλείφουμε και αυτό με μίνιο. Η επάλειψη με μίνιο είναι αναγκαία κυρίως στους γαλβανισμένους χαλυβδοσωλήνες, διότι, με το κόψιμο του σπειρώματος απομακρύνεται η επίστρωση ψευδαργύρου, και γίνονται ευπρόσβλητοι στην οξείδωση.

Για την κοπή εξωτερικού σπειρώματος σε σωλήνα με ηλεκτροκίνητη ενέργεια, υπάρχουν αυτόματα μηχανήματα κοπής και κατασκευής σπειρωμάτων .



Μηχάνημα κοπής σπειρωμάτων σωλήνων.

Ένα αυτόματο μηχανήματα κοπής σπειρωμάτων είναι αυτό που βλέπουμε στην πάνω εικόνα. Η συγκεκριμένη μηχανή αποτελείται από των κινητήρα ,το αυτόματο τσόκ πρόσδεσης των σωλήνων , τους ρυθμιζόμενους κοπτήρες σπειρωμάτων , του κόφτη σωλήνων, και του απογρεζωτή.

### Άσκηση κατασκευής δικτύου:

- Ζητείτε να κατασκευαστεί το δίκτυο σωληνώσεων του σχήματος 001.
- Να ελεγχθεί η στεγανότητα του δικτύου .
- Και να δοκιμαστή η αντοχή του δικτύου, σε πίεση **10 bar**.

Σκοπός της άσκησης είναι η εξάσκηση των σπουδαστών στη σύνδεση σωλήνων με τα εξαρτήματα ,και η εξοικείωση με τα εργαλεία για την κατασκευή του δικτύου.

**Υλικά:**

- Σωλήνας ½
- Ταυ ½
- Σύνδεσμος (μούφα) ½
- σύνδεσμος διαιρετός ½
- διακόπτης ( βάνα ) ½
- Τάπα ½
- Κανάβη ή τεφλόν
- Μίνιο

**Εργαλεία:**

- Σωληνομέγγενη
- Σωληνοκόφτης
- Μέτρο ή κανόνα
- Βιδολόγο σωλήνων (φιλλιέρα) ½
- Σωληνοκάβουρα
- Κουρμπαδόρο
- Λαδικό

Σχήμα 001 Κατασκευή δικτύου .

## ΧΥΤΕΥΣΗ

**Η χύτευση** είναι μια κατεργασία διαμόρφωσης μεταλλικών υλικών , κατά την οποία ρευστή μεταλλική μάζα μετατρέπεται σε στοιχεία μηχανών ,εργαλεία ή άλλα αντικείμενα με καθορισμένη γεωμετρική μορφή και διαστάσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με τη θέρμανση μετάλλων ή κραμάτων σε ειδικές καμίνους και σε κατάλληλη θερμοκρασία (μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία τήξης τους) και την έγχυσή τους στη συνέχεια σε ειδικά προετοιμασμένες κοιλότητες ( καλούπια ) ,όπου αφήνονται να στερεοποιηθούν και να αποψυχθούν. Έτσι παράγεται ένα χυτό κομμάτι. Μετά την απόψυξή του χυτού αφαιρείται από το καλούπι, καθαρίζεται και τελειοποιείται με ελαφρά κατεργασία κοπής (τόρνευση , φρεζάρισμα κτλ.) ,εάν αυτό είναι απαραίτητο. **Χύτευση , επομένως ,ονομάζεται η μετατροπή της μεταλλικής ρευστής μάζας σε χυτά στοιχεία μηχανών, εργαλεία ή άλλα αντικείμενα με καθορισμένη γεωμετρική μορφή και διαστάσεις.**

Τα εργασιακός χώρος μέσα στον οποίο γίνεται η διαμόρφωση μεταλλικών υλικών με τη μέθοδο της χύτευσης, ονομάζεται χυτήριο . Τα χυτήρια διακρίνονται αναλόγως προς το βασικό υλικό που χρησιμοποιούν σε:

- Χυτήρια χυτοσιδήρου
- Χυτήρια χάλυβα
- Χυτήρια αλουμινίου
- Χυτήρια χαλκού (και άλλων μετάλλων).

Ένα σύγχρονο χυτήριο αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα:

- Τμήμα κατασκευής προτύπων.
- Τμήμα κατασκευής πυρήνων.
- Τμήμα κατασκευής καλουπιών.
- Τμήμα τήξης των μετάλλων.
- Τμήμα χύτευσης.
- Τμήμα καθαρισμού των χυτών.
- Τμήμα ανόπτησης των χυτών.
- Τμήμα ποιοτικού ελέγχου

Μεταλλικά υλικά χύτευσης : τα πιο πολλά από τα γνωστά υλικά μπορούν να χυτευτούν, διότι, όταν θερμανθούν πέρα από το σημείο τήξης τους., αποκτούν μεγάλη ρευστότητα , δηλαδή συμπεριφέρονται σαν πυκνόρρευστα υγρά.

Τα μεταλλικά υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως στη χύτευση είναι: **χυτοσίδηρος, χάλυβας, αλουμίνιο και τα κράματά του, τα κράματα μαγνησίου, χαλκού, ψευδαργύρου, αντιμονίου.**



### Μέθοδοι χύτευσης –ταξινόμηση

Η ταξινόμηση των μεθόδων χύτευσης γίνεται με βάση δύο κριτήρια:

- Τον τρόπο εισαγωγής του ρευστού μετάλλου στο καλούπι.
  - Τον αριθμό των χυτών που μπορούν να παραχθούν από ένα καλούπι.
- Με βάση το πρώτο κριτήριο ταξινόμησης, οι μέθοδοι χύτευσης διακρίνονται σε:
- **Μέθοδοι χύτευσης με βαρύτητα:** η ρευστή μεταλλική μάζα εισέρχεται στο καλούπι και καταλαμβάνει το διαθέσιμο χώρο υπό την επίδραση της βαρύτητας .
  - **Μέθοδοι χύτευσης υπό πίεση:** η ρευστή μεταλλική μάζα εισέρχεται στο καλούπι και καταλαμβάνει το διαθέσιμο χώρο υπό την επίδραση της πίεσης που ασκείται κατά την έγχυση.

Με βάση το δεύτερο κριτήριο ταξινόμησης, οι μέθοδοι χύτευσης διακρίνονται σε:

- **Μέθοδοι χύτευσης σε καλούπια μίας χρήσης .** Χυτεύεται μόνο ένα χυτό, διότι το καλούπι καταστρέφεται, όταν αφαιρείται το χυτό. Χρησιμοποιείται πάντοτε πρότυπο για την κατασκευή του καλουπιού.
- **Μέθοδοι χύτευσης σε καλούπια πολλών χρήσεων ή ( μόνιμα ) καλούπια.** Σε κάθε καλούπι είναι δυνατόν να χυτευτεί διαδοχικά μεγάλος αριθμός χυτών. Στην περίπτωση αυτή δε χρησιμοποιείται πρότυπο για κατασκευή του καλουπιού.

### Χύτευση στην άμμο με βαρύτητα.

Είναι η παλιότερη και πλέον διαδεδομένη μέθοδος χύτευσης. Τα στάδια που ακολουθούνται είναι τα εξής:

- Κατασκευή προτύπου.
- Κατασκευή του πυρήνα, όπου χρειάζεται .
- Αποτύπωση του προτύπου στην άμμο (κατασκευή του καλουπιού).
- Τήξη της μεταλλικής μάζας (π.χ. χυτοσιδήρου).
- Έγχυση της ρευστής μάζας στο καλούπι.
- Αφαίρεση του χυτού από το καλούπι, καθαρισμός και έλεγχος.

### Κατασκευή του προτύπου (μοντέλου).

Το πρότυπο είναι ομοίωμα (πιστό αντίγραφο) του προϊόντος που πρόκειται να παραχθεί. Συνήθως κατασκευάζεται από ξύλο ,μέταλλο ή πλαστικό.

- **Τα ξύλινα πρότυπα** συνήθως είναι **δρύινα** , αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για χύτευση μεγάλου αριθμού αντικειμένων ή από **έλατο**, όταν οι διαστάσεις του προτύπου είναι μεγάλες και οι επιφάνειες ομαλές. Πολύπλοκα πρότυπα κατασκευάζονται με συναρμολόγηση πολλών επιμέρους κραμάτων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι ίνες τους να είναι κάθετες μεταξύ τους. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η παραμόρφωση των προτύπων.
- **Τα μεταλλικά πρότυπα** κατασκευάζονται συνήθως από χυτοσίδηρο, χάλυβα ή ελαφρά μέταλλα. Επειδή η κατασκευή μεταλλικών προτύπων κοστίζει ακριβιά, χρησιμοποιούνται κυρίως στην παραγωγή μεγάλου αριθμού χυτών.
- **Όλα τα πρότυπα κατασκευάζονται με διαστάσεις κατά τι μεγαλύτερες από αυτές των προτύπων** διότι, όταν στερεοποιηθεί το χυτό, οι διαστάσεις του συρρικνώνονται λόγω συστολής.

### **Κατασκευή του πυρήνα (καρδιά).**

Αν το χυτό αντικείμενο έχει κοιλότητα στο εσωτερικό του τότε, πριν την έγχυση του τήγματος, τοποθετείται ο πυρήνας στο καλούπι, ώστε να δημιουργηθεί η κοιλότητα. Στην ουσία ο πυρήνας αποτελεί ένα ομοίωμα κοιλότητας.

Συνήθως οι πυρήνες κατασκευάζονται από δύο υλικά: το **βασικό υλικό** (άμμος άριστης ποιότητας) και το **συνδετικό υλικό**, το οποίο μπορεί να είναι λινέλαιο ή πυριτικό νάτριο με διοξείδιο του άνθρακα ή κάποιο συνθετικό υλικό.

Μετά την κατασκευή του ο πυρήνας τοποθετείται σε ειδικό κλίβανο (φούρνο), όπου ψήνεται σε καθορισμένη θερμοκρασία και για ορισμένο χρόνο, ώστε να αποκτήσει μεγαλύτερη αντοχή.

### **Αποτύπωμα του προτύπου στην άμμο (κατασκευή του καλουπιού).**

Η κατασκευή του καλουπιού είναι η πιο σημαντική εργασία καθ' όλη την πορεία της χύτευσης στην άμμο. Από την ποιότητα και το βαθμό ακριβείας στην κατασκευή του καλουπιού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα, αλλά και η ακρίβεια διαστάσεων του χυτού.

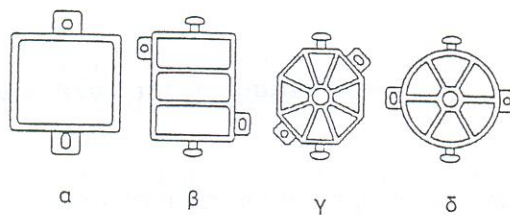
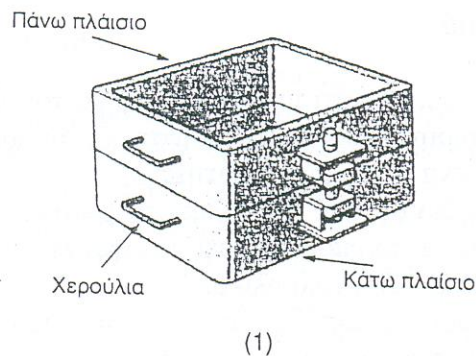
Για να κατασκευάσουμε το καλούπι χρειαζόμαστε το πρότυπο, την άμμο χυτηρίου, τα πλαίσια (κάσες), τον πυρήνα και ορισμένα ειδικά εργαλεία.

**Η άμμος χυτηρίου** που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή του καλουπιού πρέπει να πληροί ορισμένες απαιτήσεις, όπως:

- Να έχει ικανοποιητικό βαθμό συνεκτικότητας (για να μην καταστρέφεται το καλούπι μετά την αφαίρεση του προτύπου).
- Να είναι χημικά αδρανής (για να μην αντιδρά με τη ρευστή μεταλλική μάζα).
- Να είναι πορώδης (για να επιτρέπει τη διαφυγή των αερίων που εκλύονται κατά την έγχυση της μεταλλικής μάζας).
- Να αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Να είναι εύπλαστη (για να παίρνει εύκολα τη μορφή του προτύπου).

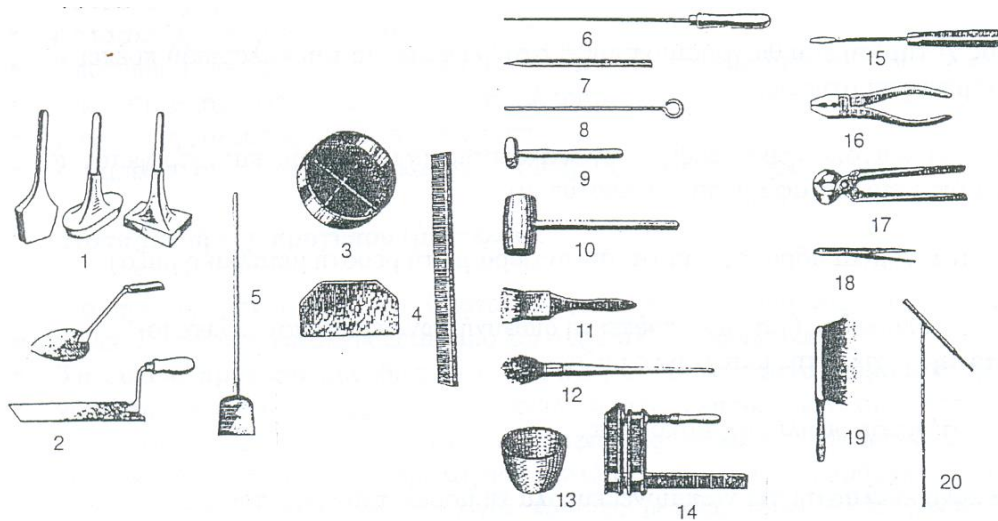
Η άμμος που χρησιμοποιείται στη χύτευση είναι ορυκτή άμμος με βασικά συστατικά της πυριτικό οξύ και άργιλο.

Τα **πλαίσια (κάσες)** κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο ή χάλυβα και είναι ανοιχτά επάνω και κάτω. Διακρίνονται σε σταθερά ή λυόμενα. Κατασκευάζονται σε διάφορα σχήματα (τετραγωνικά, ορθογωνικά, κυκλικά, πολυγωνικά). (Σχ.Χυ 1)



(Σχ.Χυ 1) Πλαίσια χυτηρίου διάφοροι τύποι.

Τα ειδικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την αποτύπωση του προτύπου στην άμμο χυτηρίου, δηλαδή για την κατασκευή του καλουπιού, φαίνονται στο(Σχ.Χυ 2).



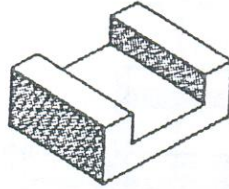
Ειδικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του καλουπιού στην άμμο, 1. Ειδικό κόπανο, 2. Διάφορα μυστριά, 3. Κόσκινο, 4. Λεπίδες επιπέδωσης της άμμου, 5. Φτυαράκι, 6. Εργαλείο για τη διάνοιξη οπής διαφυγής των αερίων, 7. Βελόνα, 8. Γάντζος αφαίρεσης των προτύπων από το καλούπι, 9. Ξυλόσφυρο, 10. Σφυρί λαστιχένιο, 11. Βουρτσάκι επίπεδο, 12. Βουρτσάκι στρόγγυλο, 13. Δοχείο νερού, 14. Σφιχτήρας, 15. Κατσαβίδι, 16. Πένσα, 17. Τανάλια, 18. Τσιμπίδα, 19. Βούρτσα, 20. Σωλήνας αναρρόφησης.

(Σχ. Χυ.2 ) Ειδικά εργαλεία .

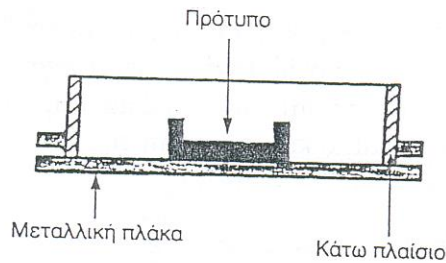
## Διαδικασία χύτευσης στην άμμο.

Στην συνέχεια περιγράφεται η πορεία κατασκευής καλουπιού στην άμμο, για τη χύτευση απλού μηχανολογικού χυτοσιδερένιου εξαρτήματος.

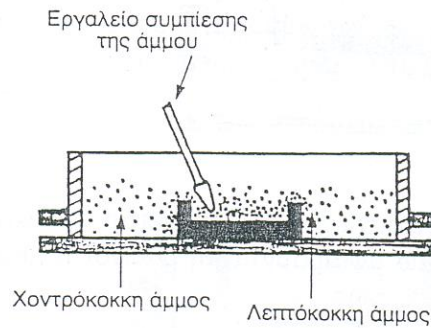
**Πρότυπο** από μηχανολογικό εξάρτημα (οδηγός).



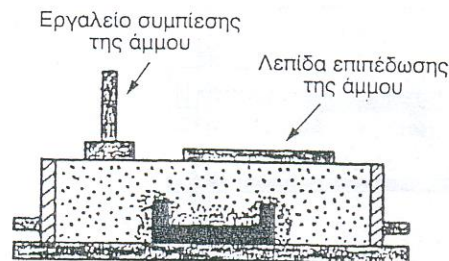
**Πορεία εργασίας : 1)** Επιλέγουμε πλαίσια με το μέγεθος κατάλληλο για το χυτό που θα κατασκευαστεί. Το κάτω πλαίσιο τοποθετείται αναποδογυρισμένο επάνω σε επίπεδη μεταλλική ή ξύλινη πλάκα και στο κέντρο του τοποθετείται το πρότυπο.



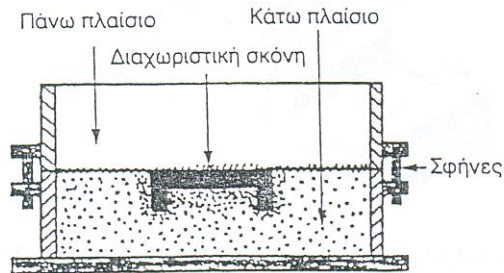
**2)** Το πρότυπο ραντίζεται με ειδική διαχωριστική σκόνη (σκόνη ξυλάνθρακα, πούδρα). Και καλύπτεται με στρώμα από άμμο, η οποία συμπιέζεται προσεκτικά γύρω-γύρω και πάνω από το πρότυπο με ειδικό εργαλείο συμπίεσης (κόπανος).



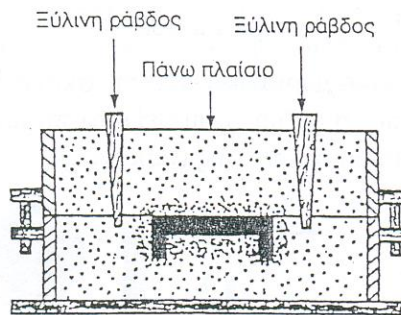
**3)** Η άμμος προστίθεται συνεχώς μέχρι την πλήρωση του πλαισίου και επιπεδώνεται με ξύλινη ή μεταλλική ράβδο, ενώ συμπιέζεται με τον κόπανο.



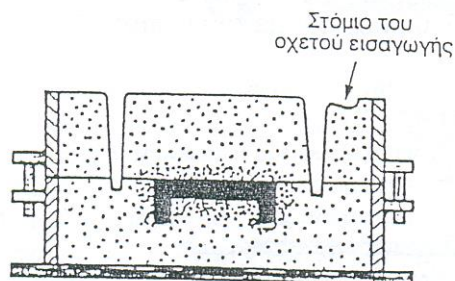
4) Το κάτω πλαίσιο αναποδογυρίζεται και όλη η επιφάνεια του ραντίζεται με διαχωριστική σκόνη. Πάνω του τοποθετείται το επάνω πλαίσιο και συγκρατείται με τη βοήθεια των πείρων συγκράτησης ή ευθυγράμμισης.



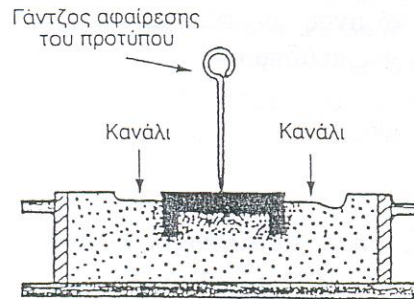
5) Πριν την πλήρωση με άμμο και του επάνω πλαισίου, τοποθετούνται δύο ξύλινες ή μεταλλικές κωνικές ράβδοι για τη δημιουργία οχετών εισαγωγής του ρευστού ,και εξαγωγής των αερίων. το πρότυπο καλύπτεται από στρώμα άμμου και συνεχίζεται η διαδικασία γεμίσματος του πλαισίου με άμμο και συμπίεση της.



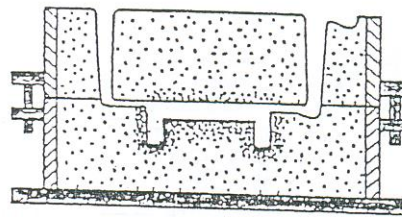
6) Στο επάνω άκρο του οχετού εισαγωγής δημιουργείται κοιλότητα για την έγχυση του ρευστού μετάλλου. Στην συνέχεια αφαιρούνται οι ξύλινοι ή μεταλλικοί ράβδοι των οχετών και στρογγυλεύονται οι γωνίες τους.



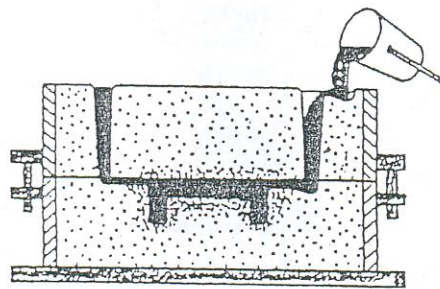
7) Αφαιρείται το επάνω πλαίσιο και κατασκευάζονται κανάλια για την επικοινωνία των οχετών με το καλούπι. Το πρότυπο αφαιρείται με προσοχή και αποκολληθεί από την άμμο.



8) Ακολουθεί στρογγύλεμα όλων των άκρων των καναλιών επικοινωνίας του καλουπιού, και επιδιόρθωση των μικροβλαβών που ενδεχομένως έχουν προκληθεί στο καλούπι κατά την αποκόλληση του προτύπου. Στην συνέχεια συναρμολογείται ξανά το επάνω πλαίσιο με το κάτω και συνδέονται με τους πείρους.



9) Η διαδικασία της κατασκευής του καλουπιού έχει ολοκληρωθεί και ακολουθεί η έγχυση του ρευστού μετάλλου από το χυτοσίδηρο στην κατάλληλη θερμοκρασία (θερμοκρασία χύτευσης).



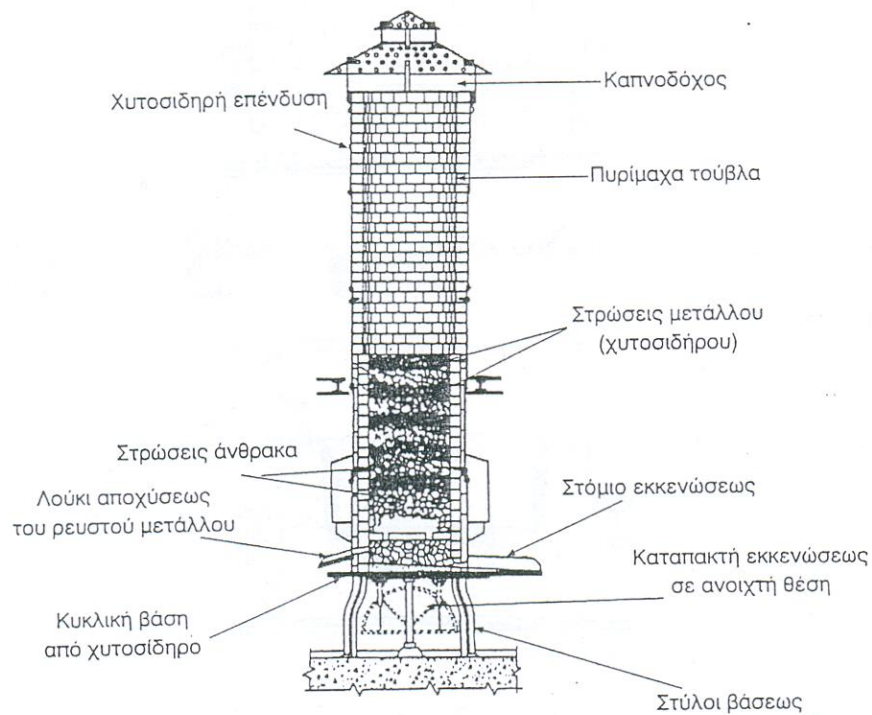
10) Μετά τη στερεοποίηση του χυτού το καλούπι καταστρέφεται και αφαιρείται το χυτό, το οποίο αφήνεται να αποψυχθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Οι ειδικές κάμινοι που χρησιμοποιούνται για την τήξη της ρευστής μάζας διακρίνονται σε διάφορου τύπους.

- Κάμινος ανάτηξης ή κάμινος κουπόλα (Σχ.Χυ 3).
- Φλογοκάμινος ή κάμινος ανάδευσης.
- Κάμινος χοάνης.
- Περιστρεφόμενη κάμινος.
- Ηλεκτρική κάμινος.

Η κάμινος ανάτηξης βρίσκει μεγαλύτερη εφαρμογή στην τήξη μεταλλικών υλικών χύτευσης από τα άλλα είδη καμίνων.



(Σχ.Χυ 3) Κάμινος ανάτηξης.

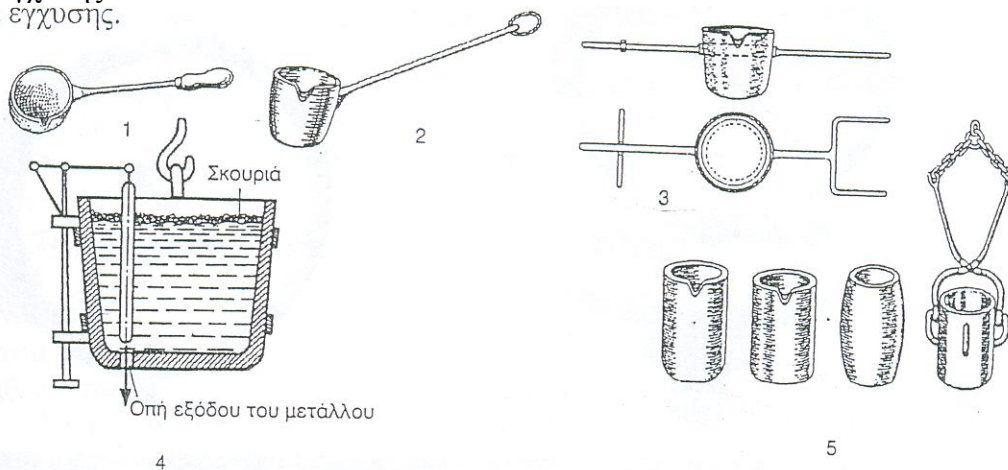
## Έγχυση της ρευστής μεταλλικής μάζας.

Όταν το μέταλλο αποκτήσει τη θερμοκρασία χύτευσης και ρευστοποιηθεί, τότε μεταφέρεται με ειδικούς κάδους από την κάμινο στον τόπο χύτευσης, όπου γίνεται η έγχυσή του στο καλούπι μέσω των οχετών εισαγωγής (μπουκαδούρων).

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και έγχυση του ρευστοποιούμενου μετάλλου απεικονίζονται στο (Σχ.Χυ 4 ) και είναι:

- Κουτάλα χύτευσης.
- Χωνί χύτευσης με χειρολαβή.
- Κάδος έγχυσης με χειρολαβές.
- Κάδος έγχυσης που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με γερανό.

Χωνί έγχυσης.  
Χωνί εγχυσης.



Μέσα μεταφοράς και έγχυσης της ρευστής μεταλλικής μάζας στο καλούπι. 1-Κουτάλα χύτευσης, 2-Χωνί χυτηρίου με χειρολαβή. 3- Κάδος έγχυσης με χειρολαβές, 4-Κάδος έγχυσης που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με γερανό, 5-Χωνιά έγχυσης

(Σχ.Χυ 4) Μέσα μεταφορά και έγχυσης.

## Αφαίρεση του χυτού από το καλούπι.

Μετά την αφαίρεση του χυτού από το καλούπι ακολουθούν οι εργασίες καθαρισμού του ως ακολούθως:

- Αφαίρεση των πυρήνων (αν έχουν χρησιμοποιηθεί).
- Αποκοπή και αφαίρεση των οχετών έγχυσης και εξαερισμού.
- Καθαρισμός των τοιχωμάτων των χυτών από τα χρώματα με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα ή άμμου (αμμοβολή).ο καθαρισμός σιδηρούχων χυτών με νερό δεν ενδείκνυται, διότι οξειδώνονται.
- Λείανση των ανώμαλων επιφανειών (π.χ. των σημείων αποκοπής των οχετών έγχυσης και εξαερισμού).

Μετά τον καθαρισμό γίνεται αρχικά οπτικός έλεγχος για ανίχνευση ελαττωμάτων στην εξωτερική επιφάνεια του χυτού και κατόπιν στέλνεται στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου για να ελεγχθεί .



## ΡΕΥΣΤΟΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

### Εισαγωγή:

Μεγέθη που επηρεάζουν την κίνηση των ρευστών (υγρών και αερίων) είναι πολλά π.χ. θερμοκρασία  $T$ , πίεση  $P$ , όγκος  $V$ , πυκνότητα  $\rho$ , μάζα  $m$ , κινηματική συνεκτικότητα  $\nu$ , ειδική θερμοχωρητικότητα  $c$  ( $c_p$ ,  $c_v$  για αέρια), ταχύτητα ροής  $w$ , και άλλα.

Η σωστή λειτουργία των εγκαταστάσεων και συστημάτων διανομής στηρίζεται στη μέτρηση ορισμένων μεγεθών, όπως πίεση, θερμοκρασία, όγκος ροής, ενώ άλλα υπολογίζονται. Για τον λόγο αυτό υπάρχουν ειδικά όργανα μέτρησης για το κάθε μέγεθος.

### ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Τα μεταβαλλόμενα μεγέθη μετρούνται με χρησιμοποίηση ειδικών συσκευών που καλούνται όργανα.

Όργανο είναι κάθε ευαίσθητη συσκευή μέτρησης, μετάδοσης ή ελέγχου, συσδεδεμένη με το σύστημα ή το δίκτυο.

Τα όργανα κατατάσσονται ανάλογα με το σκοπό της μέτρησης σε τρεις κύριους τύπους :

- ενδεικτικά
- καταγραφικά
- αθροιστικά

Τα ενδεικτικά μας παρέχουν την στιγμιαία τιμή της μετρούμενης μεταβλητής. Χρησιμοποιούνται για την μέτρηση των μεταβλητών διεργασίας που δεν χρειάζονται για μελλοντική χρήση. (βλ. σχήμα)

1

2

1. Ενδεικτική βελόνα                      2. Βαθμονομημένη κλίμακα  
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Τα καταγραφικά είναι όργανα που καταγράφουν μόνιμα τις τιμές μερικών μεταβλητών σε ένα σύστημα ή διεργασία. Στα όργανα αυτά η βελόνα έχει αντικατασταθεί από μια γραφίδα η οποία πάνω σε ένα φύλλο χαρτιού, που κινείται από έναν ωρολογιακό μηχανισμό, καταγράφει συνεχώς τις τιμές που λαμβάνει η μεταβλητή σε συνάρτηση με το χρόνο.

Καταγραφικά όργανα χρησιμοποιούνται όταν η πληροφορία για την τιμή της μεταβλητής πρόκειται να τεθεί στο αρχείο για μελλοντική χρήση. (βλ. σχήμα)

#### ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Τα αθροιστικά (καλούνται επίσης «μετρητές») αναφέρονται στο ολικό ποσό της μετρούμενης τιμής της μεταβλητής σε μια χρονική περίοδο κατά την διάρκεια της οποίας δούλεψε ο μετρητής π.χ.

**α)** στη μέτρηση της απόστασης που κάλυψε ένα αυτοκίνητο (χιλιομετρικός μετρητής).

**β)** στη μέτρηση του όγκου της παροχής ύδατος σε κατοικία (μετρητής υγρού).

**γ)** στη μέτρηση της καταναλωθείσης ηλεκτρικής ενέργειας (ηλεκτρικός μετρητής)

**δ)** θερμοδομετρητής σώματος (βλ. σχήμα)

## **ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

Απλά όργανα όπως τα απλά θερμομέτρα, τα κατ'ευθείαν μανόμετρα χρησιμοποιούνται ευρέως στις χημικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις σαν τοπικά ενδεικτικά. Τα περισσότερα όργανα μέτρησης είναι πιο πολύπλοκα και περιέχουν τρία θεμελιώδη στοιχεία:

-το ευαίσθητο στοιχείο (ο ανιχνευτής ή πρωταρχικό στοιχείο) το οποίο έχει σκοπό να ανιχνεύσει την τιμή του μετρούμενου μεταβλητού μεγέθους (θερμοκρασία, πίεση).

-το στοιχείο της μέτρησης, το οποίο έχει σκοπό να μετατρέπει την τιμή που έχει ανιχνεύσει το ευαίσθητο στοιχείο σε ένδειξη, παράδειγμα η ένδειξη μιας βελόνας (δείκτη) πάνω σε μια διαβαθμισμένη κλίμακα .

-το στοιχείο της μετάδοσης ή σύνδεσης το οποίο ενώνει τα δύο πρώτα στοιχεία.

Μεταδότης ονομάζεται το στοιχείο που μεταφέρει την μέτρηση σε κάποια απόσταση από τον ανιχνευτή. Σύνδεση ονομάζουμε όταν ένα στοιχείο μέτρησης είναι σε άμεση γειννίαση με τον ανιχνευτή. (βλ. σχήμα)

A. κατ'ευθείαν απλό όργανο (θερμόμετρο φούσκας)

B. σύνθετο όργανο (θερμοστοιχείο)

1. ανιχνευτής (θερμοστοιχείο)

2. στοιχείο μέτρησης (βολτόμετρο)

3. μεταδότης

ΤΥΠΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

## **ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ**

Μια σωστή και αξιόπιστη λειτουργία ενός μεγάλου συστήματος απαιτεί ταυτόχρονη συλλογή και σύγκριση στοιχείων μεταξύ διαφόρων μεταβλητών της διεργασίας. Αυτό θα ήταν αδύνατο να γίνει αν οι μετρήσεις δεν μπορούσαν να μεταφερθούν σε απόσταση από τον ανιχνευτή.

Τα συστήματα μετάδοσης επιτρέπουν στις πιο σημαντικές μετρήσεις για τον έλεγχο της εγκατάστασης, να συγκεντρωθούν όλες μαζί σε ένα κεντρικό χώρο (control room), όπου υπάρχουν μόνιμοι χειριστές που παρακολουθούν όλα τα όργανα και μ'αυτόν τον τρόπο όλα τα στοιχεία που αφορούν τη λειτουργία της εγκατάστασης είναι στη διάθεσή τους όλο το χρόνο. (βλ. σχήμα)

#### ΘΑΛΑΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ (CONTROL ROOM)

Υπάρχουν διάφορα συστήματα για την από μακριά μετάδοση των μετρήσεων. Κάθε σύστημα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά που το κάνουν ειδικά αποδεκτό στη χρήση του σε κάθε ιδιαίτερη εγκατάσταση.

Ένα σύστημα με ευρεία χρήση είναι η πνευματική μετάδοση, η οποία μας εξασφαλίζει μεγαλύτερη ασφάλεια έναντι των κινδύνων φωτιάς και έκρηξης. Μια εξαίρεση σ' αυτό είναι η μετάδοση της μέτρησης της θερμοκρασίας με τη χρησιμοποίηση θερμοστοιχείων ή θερμοαντιστάσεων. Εξ' αιτίας της φύσης της θερμοκρασίας θα πρέπει η μετάδοση να είναι ηλεκτρική. Η χρήση της μεθόδου αυτής είναι πλήρως αποδεκτή στις εγκαταστάσεις, επειδή το αναπτυσσόμενο ρεύμα στα κυκλώματα είναι χαμηλής τάσης, δεν δημιουργεί κινδύνους και σε εγκαταστάσεις που έχουμε διεργασίες εύφλεκτων υλικών. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι τα πνευματικά συστήματα δεν αποδίδουν όταν έχουμε πολύ μεγάλες αποστάσεις οπότε μεταχειριζόμαστε άλλα συστήματα μετάδοσης μέτρησης μεγεθών όπως είναι τα ηλεκτρονικά.

#### **ΚΥΡΙΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

Από τα μετρούμενα μεγέθη στις διεργασίες ρευστών οι σπουδαιότερες μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι : η θερμοκρασία, η πίεση, ο ρυθμός ροής, η στάθμη υγρού. Επομένως οι ομάδες οργάνων που μετρούν αντίστοιχα τις τιμές των παραπάνω μεταβλητών είναι:

- Τα όργανα μέτρησης των θερμοκρασιών καλούνται «θερμόμετρα»
- Τα όργανα μέτρησης της πίεσης καλούνται «μανόμετρα»
- Τα όργανα μέτρησης του ρυθμού ροής καλούνται «δείκτες ροής ή ροόμετρα»
- Τα όργανα μέτρησης της στάθμης υγρού καλούνται «δείκτες στάθμης»

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

### Εισαγωγή :

Η ανθρώπινη ευαισθησία μας επιτρέπει να έχουμε μια κατά προσέγγιση εκτίμηση, εάν ένα σώμα είναι θερμότερο ή ψυχρότερο από ένα άλλο. Αν ακουμπήσουμε ένα κομμάτι πάγου, μετά ένα τραπέζι και μετά ένα θερμό ηλεκτρικό λαμπτήρα μπορούμε να διακρίνουμε τις αντίστοιχες μεταβολές από το κρύο στο ζεστό. Η ευαισθησία μας όμως αυτή είναι υποκειμενική και δεν χρησιμεύει σε επιστημονικούς ή τεχνικούς σκοπούς. Με την επαφή μπορούμε να διακρίνουμε αν ένα σώμα είναι θερμότερο ή ψυχρότερο από το άλλο, δεν μπορούμε όμως να πούμε ποια είναι η θερμοκρασία του. Το χαρακτηριστικό μέγεθος το οποίο μας διευκρινίζει πόσο ένα σώμα είναι θερμότερο ή ψυχρότερο από ένα άλλο καλείται «θερμοκρασία». Η θερμοκρασία διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στις περισσότερες διεργασίες και συχνά ενεργεί με άλλες μεταβλητές στη δημιουργία αποτελεσμάτων που αλληλοσυνδέονται.

### Μέτρηση θερμοκρασίας:

Η θερμοκρασία είναι η μόνη σπουδαία μεταβλητή διεργασίας της οποίας η ποσοτική τιμή δεν μπορεί να προσδιοριστεί με άμεσους τρόπους. Τα πιο πολλά όργανα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά για τη μέτρηση θερμοκρασίας βασίζονται στις χαρακτηριστικές ιδιότητες της ύλης, οι οποίες αλλάζουν με τη θερμοκρασία όπως:

- Διαστολή στερεών, υγρών και αερίων σωμάτων
- Μεταβολή της ηλεκτρικής αντίστασης
- Ένταση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης
- Ένταση της φωτεινής και θερμικής ακτινοβολίας

Με άλλα λόγια, για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία, μετρούμε τη μεταβολή ορισμένων ιδιοτήτων οι οποίες μεταβάλλονται υπό την επίδραση της θερμοκρασίας. Τα πεδία μέτρησης των διαφόρων οργάνων μέτρησης της θερμοκρασίας δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

## Θερμομετρικές κλίμακες:

Το να μετρήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος σημαίνει να εκφράσουμε τη θερμοκρασία με έναν αριθμό ο οποίος δίνει την ακριβή ένδειξη της θερμικής στάθμης του σώματος. Με άλλα λόγια είναι αναγκαία μια κλίμακα θερμοκρασιών για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του σώματος.

Όλα τα θερμόμετρα είναι βαθμονομημένα. Η αρχή επί της οποίας βασίζεται η βαθμονόμηση των θερμομέτρων όλων των τύπων είναι η εξής. Εκλέγουμε δύο σταθερές και εύκολα λαμβανόμενες θερμοκρασίες, καλούμενες «ανώτερο και κατώτερο σημείο», μετά χωρίζουμε το μεταξύ τους διάστημα σε έναν αριθμό ίσων μερών τα οποία καλούνται «βαθμοί».

Αυτό το χωρισμένο διάστημα καλείται «θερμομετρική κλίμακα».

Σαν ανώτερο σταθερό σημείο επιλέγουμε τη θερμοκρασία που έχει ο ατμός όταν το νερό βράζει σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση 760 mm HG.

Σαν κατώτατο σταθερό σημείο επιλέγουμε τη θερμοκρασία που έχει ο πάγος όταν λειώνει ή το καθαρό νερό όταν πήζει.

Υπάρχουν διάφορες κλίμακες θερμοκρασίας. Οι πιο συνηθισμένες είναι: η εκατοντάβαθος ή κλίμακα Κελσίου και η κλίμακα Φαρενάιτ.

Στην εκατοντάβαθμο κλίμακα το διάστημα μεταξύ των θερμοκρασιών των δύο σταθερών σημείων (σημείο βρασμού και σημείο τήξης ) χωρίστηκε σε 100 ίσες αποστάσεις (βαθμοί).

- Το σημείο τήξης του πάγου θεωρήθηκε μηδέν βαθμοί.
- Το σημείο του βρασμού θεωρήθηκε 100 βαθμοί.

Η μονάδα μέτρησης είναι ο «βαθμός εκατοντάβαθμης κλίμακας θερμομέτρου» και εκφράζεται με το σύμβολο °C.

Στην κλίμακα Φαρενάιτ τα δυο σταθερά σημεία είναι τα ίδια με αυτά της εκατοντάβαθμης κλίμακας, το σημείο τήξης και το σημείο βρασμού του νερού.

Διαφέρουν όμως οι τιμές και οι υποδιαιρέσεις.

- Το σημείο πήξης θεωρήθηκε 32 βαθμοί.
- Το σημείο βρασμού θεωρήθηκε 212 βαθμοί.

Το διάστημα μεταξύ του σημείου πήξης και βρασμού χωρίστηκε σε 180 μέρη.

Το σύμβολο του βαθμού Φαρενάιτ είναι το °F.

Προκειμένου να μετατρέψουμε μια θερμοκρασία από τη μια κλίμακα στην άλλη συμβουλευόμαστε ειδικούς πίνακες.

Εάν δεν έχουμε τους πίνακες αυτούς, η μετατροπή μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας τους παρακάτω τύπους:

Για να μετατρέψουμε βαθμούς της εκατοντάβαθμης °C σε βαθμούς Φαρενάιτ °F :

$$^{\circ}\text{F} = (9 / 5) ^{\circ}\text{C} - 32$$

Για να μετατρέψουμε βαθμούς Φαρενάιτ °F σε βαθμούς °C :

$$^{\circ}\text{C} = (5 / 9)(^{\circ}\text{F} - 32)$$

Οι όροι °F και °C δείχνουν τους βαθμούς στην αντίστοιχη κλίμακα.

Υπάρχει και τρίτη κλίμακα η απόλυτη κλίμακα ή κλίμακα Κέλβιν όπου η ελάχιστη θεωρητική θερμοκρασία τοποθετήθηκε στους  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$  και αντιστοιχεί στους  $0\text{ K}$ . Για να μετατρέψουμε βαθμούς Κέλβιν σε βαθμούς  $^{\circ}\text{C}$  ή το αντίστροφο χρησιμοποιούμε τους παρακάτω τύπους:

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$$

### Θερμόμετρα θερμικής διαστολής:

Τα πιο κοινά θερμόμετρα που στηρίζονται στη θερμική διαστολή είναι:

- Θερμόμετρα τριχοειδούς γυάλινου σωλήνα.
- Θερμόμετρα γεμάτου συστήματος.
- Διμεταλλικά θερμόμετρα.

### Θερμόμετρα τριχοειδούς γυάλινου σωλήνα:

Το γυάλινο θερμόμετρο είναι το πιο γνωστό όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας στα διυλιστήρια, στις εγκαταστάσεις των πετροχημικών και ιδιαίτερα στα χημικά εργαστήρια.

Συνίσταται από μια γυάλινη αμπούλα, μια διαβαθμισμένη κλίμακα, ένα τριχοειδή γυάλινο σωλήνα συνδεδεμένο με την αμπούλα και ένα γυάλινο προστατευτικό περίβλημα. Όταν η αμπούλα θερμαίνεται το θερμομετρικό υγρό διαστέλλεται και ανέρχεται στον τριχοειδή σωλήνα (βλ. σχήμα)

- |                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1. αμπούλα               | 2.. σωλήνας γυάλινου τριχοειδούς |
| 3. βαθμολογημένη κλίμακα | 4. γυάλινο περίβλημα             |

#### ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ

Το πιο συνηθισμένο υγρό που χρησιμοποιούμε είναι ο υδράργυρος. Ο υδράργυρος χρησιμοποιείται περισσότερο επειδή ως μέταλλο έχει, καλή θερμική αγωγιμότητα, χαμηλή ειδική θερμότητα, υψηλό συντελεστή θερμικής διαστολής. Χρησιμοποιείται για μετρήσεις μέχρι  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , εάν περιέχει δε άζωτο η περιοχή χρήσης του επεκτείνεται μέχρι τους  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  και, εάν αντί για κοινό γυαλί χρησιμοποιηθεί γυαλί από χαλαζία, τότε φθάνει μέχρι τους  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Το κατώτερο όριό τους περιορίζεται από το σημείο πήξης του χρησιμοποιούμενου υγρού. π.χ. για τον υδράργυρο σημείο πήξης ( $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) κατώτερο σημείο μέτρησης  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Για μετρήσεις μικρότερων θερμοκρασιών, χρησιμοποιούνται άλλα υγρά και κυρίως οινόπνευμα, τολουόλη και πεντάνιο.

Επειδή σχεδόν ποτέ δεν αποκτά όλη η μάζα του υγρού ενός θερμομέτρου τη θερμοκρασία που πρόκειται να μετρηθεί, διότι ένα μέρος του προβάλλει από το δοχείο,

για ακριβείς μετρήσεις είναι απαραίτητη η διόρθωση των ενδείξεων. Στην περίπτωση υδραργυρικού θερμομέτρου χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

$$\Delta t = n * (t_a - t_f) / 6300 \text{ σε } ^\circ\text{C}.$$

$n$  = ο αριθμός των θερμοκρασιακών βαθμών που προβάλλει ο υδράργυρος

$t_a$  = η θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο

$t_f$  = η θερμοκρασία της στήλης στη μέση του ύψους που προβάλλει ο υδράργυρος

Η διόρθωση αυτή προστίθεται στη θερμοκρασία που διαβάζουμε στο θερμόμετρο, εκτός εάν το θερμόμετρο έχει την ένδειξη ότι κατά τη βαθμονόμησή του έχει γίνει και η κατάλληλη διόρθωση.

Τα χρησιμοποιούμενα στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις γυάλινα θερμόμετρα προστατεύονται με μεταλλικό κλωβό ο οποίος καλείται και θερμοκλωβός αποτελώντας μέρος της κατασκευής του θερμομέτρου αλλά με τον τρόπο αυτό επηρεάζεται κατά πολύ η ακρίβειά του.

### **Θερμόμετρα γεμάτου συστήματος:**

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται:

- Από μια μεταλλική αμπούλα που περιέχει ένα ρευστό (ατμό, αέριο, υγρό) του οποίου ο όγκος μεταβάλλεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας.
- Από ένα τριχοειδή σωλήνα που χρησιμεύει για να μεταδώσει τη μεταβολή από
- την αμπούλα στο ενδεικτικό μέρος της συσκευής όπου χρησιμοποιείται ένας σπειροειδής σωλήνας τύπου Μπουρντόν για να κινεί έναν δείκτη ή μια καταγραφική γραφίδα. Όταν η θερμοκρασία ανέρχεται, η θερμική διαστολή του ρευστού δια μέσου του τριχοειδούς (λεπτού) σωλήνα μεταδίδεται στο σωλήνα Μπουρντόν ο οποίος κατά την παραμόρφωσή του κινεί ένα δείκτη πάνω σε μια βαθμονομημένη κλίμακα.

Ένα βιομηχανικό θερμόμετρο αμπούλας συνήθως αποτελείται από τον ανιχνευτή θερμοκρασίας που βρίσκεται στην αμπούλα και τοποθετείται στον εξοπλισμό της εγκατάστασης και ένα μικρό τριχοειδή (λεπτό) σωλήνα που μεταφέρει το μήνυμα στο ενδεικτικό μέρος του οργάνου. (βλ. σχήμα)

1. μεταλλική αμπούλα
2. τριχοειδής λεπτός σωλήνας
3. σωλήνας Μπουρντόν
4. δείκτης
5. βαθμονομημένη κλίμακα

#### ΤΥΠΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΓΕΜΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα θερμόμετρα γεμάτων συστημάτων χρησιμοποιούνται πολύ στις βιομηχανικές διεργασίες διότι διαθέτουν πολλά πλεονεκτήματα για ειδικές εφαρμογές. Είναι απλά στη μελέτη τους, και σχετικά φθηνά στην κατασκευή τους. Δεν παρουσιάζουν συχνές ανωμαλίες και είναι αρκετά ακριβή για τις περισσότερες εργασίες. Διακρίνονται σε :



### **Θερμόμετρα διαστολής με ελατήριο:**

Περιέχουν υγρό π.χ. υδράργυρο ή καθαρό πετρέλαιο, το οποίο βρίσκεται σ' ένα σωλήνα. Ο σωλήνας αυτός συνδέεται με έναν τριχοειδή σωλήνα με το σωληνοειδές ελατήριο του δείκτη του οργάνου. Η διαστολή του υγρού κατά τη θέρμανσή του αυξάνει την πίεση κατά τρόπο που εξαρτάται από την αύξηση της θερμοκρασίας. Η κλίμακα των ενδείξεων αυτών των θερμομέτρων δε χρειάζεται να είναι κοντά στη θέση της μέτρησης. Μπορεί να απέχει αρκετά μέτρα που σε ειδικές περιπτώσεις φτάνουν μέχρι 50 μέτρα περίπου. Το υγρό του τριχοειδούς σωλήνα έχει θερμοκρασία διαφορετική από το υγρό του βυθισμένου σωλήνα και αν το μήκος του είναι μεγάλο επηρεάζεται η ακρίβεια της μέτρησης. Το λάθος αυτό αναιρείται αυτόματα εάν προστεθεί ένας δεύτερος τριχοειδής σωλήνας (αντισταθμιστικός), ο οποίος κινεί ένα ελατήριο κατά την αντίθετη διεύθυνση. Το όργανο πρέπει να ελέγχεται σε τακτά διαστήματα και να συγκρίνεται με ένα γυάλινο θερμομέτρο. Η ακρίβεια των οργάνων αυτών είναι περίπου  $\pm 1$  έως  $3\%$  του πεδίου τους Έχουν μεγάλη αδράνεια κατά τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα.

Με μια συσκευή καταγραφής τα όργανα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον αυτόματα έλεγχο της θερμοκρασίας.

Υδραργυρικό θερμομέτρο με ελατήριο

Θερμόμετρο πίεσης ατμών

### **-Θερμόμετρα που λειτουργούν με την πίεση ατμών (πιεστικά θερμομόμετρα).**

Εξωτερικά μοιάζουν με τα θερμομόμετρα διαστολής με ελατήριο. Ο σωλήνας όμως που «αισθάνεται» τη θερμοκρασία, περιέχει ένα εξατμιζόμενο υγρό που συνδέεται με το σωληνοειδές ελατήριο της ενδεικτικής διάταξης. Το υγρό του συνδετικού σωλήνα μεταφέρει μόνο την πίεση ώστε να μη χρειάζεται αντισταθμιστικός σωλήνας.

Η λειτουργία του οργάνου βασίζεται στο χαρακτηριστικό των ατμών ότι η πίεσή τους εξαρτάται μονοσήμαντα από τη θερμοκρασία και επειδή η πίεση των ατμών ενός υγρού, σε ένα κλειστό δοχείο, μεγαλώνει πιο γρήγορα από την πίεση των ιδανικών αερίων, επιτυγχάνεται μεγάλη ακρίβεια. Συνήθως τα υγρά που χρησιμοποιούνται είναι αιθέρας, αιθυλοχλωρίδιο, υδράργυρος και άλλα. Η ακρίβεια των οργάνων είναι +- 1 έως 2 % του πεδίου τους. Τα όργανα αυτά είναι ευαίσθητα στις υπερθερμάνσεις.

#### **Διμεταλλικά θερμομέτρα:**

Θερμόμετρα του τύπου αυτού συνήθως φτιάχνονται με την συνένωση δυο λεπτών ελασμάτων δυο διαφορετικών μετάλλων με διαφορετικούς συντελεστές διαστολής. Τα ελάσματα τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο. Η διαφορετική διαστολή προκαλεί την παραμόρφωση του ενιαίου κλάσματος η οποία θα είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας.

Η μια άκρη του ελάσματος μπορεί να στερεωθεί σταθερά στο πλαίσιο του οργάνου, ενώ η άλλη να αφεθεί ελεύθερη να λυγίζει ή να στρίβει.

Εάν η ελεύθερη άκρη του διμεταλλικού ελάσματος είναι συνδεδεμένη σε ένα δείκτη ο οποίος ολισθαίνει πάνω σε μια (θερμομετρική) κλίμακα τότε η παραμόρφωση του ελάσματος μπορεί να μεταφραστεί σε βαθμούς θερμοκρασίας.

Η μορφή των ελασμάτων στα βιομηχανικά θερμομέτρα είναι σπειροειδής ή ελικοειδής και λεπτή χάριν ευαισθησίας όπως στους σωλήνες Μπουρντόν ή στα μανόμετρα. Η μια άκρη του ελάσματος είναι στερεωμένη ακίνητη ενώ η άλλη κινείται ελεύθερα ανάλογα με τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Αυτή η κίνηση μεταδίδεται σ'ένα δείκτη ο οποίος προσδιορίζει τη θερμοκρασία πάνω σε μια διαβαθμισμένη κλίμακα.(βλ.σχήμα).

#### ΔΙΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ ΜΕ ΔΕΙΚΤΗ

#### **ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ**

Οι δύο κύριοι περιορισμοί των συστημάτων που μέχρι τώρα αναφέραμε είναι ότι:

- Δεν μπορούν να μετρήσουν θερμοκρασία πάνω από 650-750 °C.
  - Δύσκολα μας μεταδίδουν σε μεγάλη απόσταση τις τιμές της θερμοκρασίας.
- Τα ηλεκτρικά συστήματα μέτρησης της θερμοκρασίας υπερνικούν και τα δύο προαναφερθέντα μειονεκτήματα. Με τα συστήματα αυτά μπορούμε:
- Να μετρήσουμε θερμοκρασίες μέχρι 2500 – 3000 °C.
  - Να μας δώσουν απaráμιλλη ακρίβεια.
  - Να τα κατασκευάσουμε σε πολύ μικρές διαστάσεις.

Θερμόμετρα βασιζόμενα σε ηλεκτρικά συστήματα είναι:

- Τα θερμόμετρα αντίστασης.
- Τα θερμόμετρα θερμοηλεκτρικού ζεύγους.

### **Θερμόμετρα αντίστασης:**

Η ηλεκτρική αντίσταση των περισσότερων μετάλλων είναι γραμμική συνάρτηση της θερμοκρασίας. Τα οξείδια μερικών μετάλλων όπως είναι του χαλκού, του σιδήρου, του νικελίου, του ψευδαργύρου έχουν ηλεκτρική αντίσταση χαρακτηριστική για κάθε θερμοκρασία η οποία διαφέρει απ'αυτή των καθαρών μετάλλων, είναι όμως αρνητική. Δηλ. η αντίσταση μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Τα κονιοποιημένα οξείδια συμπιέζονται και παίρνουν ορισμένα σχήματα και στη συνέχεια θερμαίνονται και σχηματίζουν σώματα όπως τα κεραμικά.

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας αυτής μπορούμε να ενσωματώσουμε ηλεκτρικά καλώδια και στο τελικό σώμα μπορούμε να επιμεταλλώσουμε τις επαφές.

Βασικά το θερμόμετρο αντίστασης είναι ένα όργανο για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης και στο οποίο η ανάγνωση της τιμής εκφράζεται σε μονάδες θερμοκρασίας (βαθμούς).

Σε αντίθεση με τα θερμοστοιχεία, τα θερμόμετρα αντίστασης δεν παράγουν τα ίδια, καμιά ηλεκτροκινητική δύναμη. Επομένως προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε για μέτρηση τέτοιο θερμόμετρο πρέπει να προβλέψουμε μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος που θα το τροφοδοτήσει.

Η ροή ρεύματος δια μέσου της αντίστασης του στοιχείου πρέπει να διατηρείται σε πολύ χαμηλό για να μη θερμανθεί το στοιχείο με αποτέλεσμα την αλλοίωση των αποτελεσμάτων της μέτρησης.

1. αντίσταση (στοιχείο ανίχνευσης θερμοκρασίας)

2. εξωτερικά καλώδια

3. όργανο μέτρησης

4. μπαταρία ή ξηρό στοιχείο

#### ΚΥΚΛΩΜΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Κανονικά, το στοιχείο ανίχνευσης της θερμοκρασίας είναι ένα ελικοειδές λεπτό σύρμα που προστατεύεται από ένα μεταλλικό σωλήνα. Ο σωλήνας έχει τοποθετηθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι σε επαφή με το σώμα του οποίου πρόκειται να μετρηθεί η θερμοκρασία.

## Θερμόμετρα θερμοηλεκτρικού ζεύγους:

Τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη είναι συσκευές που κατασκευάζονται με την ένωση δυο διαφορετικών αγωγών. Χρησιμοποιούν δε στη μέτρηση μεγάλης περιοχής θερμοκρασιών από  $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$  περίπου μέχρι  $1700\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Πολλά θερμοηλεκτρικά φαινόμενα έχουν σχέση με τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη αλλά ενδιαφερόμαστε για εκείνο που προκαλεί τη ροή ρεύματος όταν οι δύο συνδέσεις ενός θερμοηλεκτρικού ζεύγους βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία.

Η παραπάνω εικόνα δείχνει τις αρχές λειτουργίας των θερμοηλεκτρικών ζευγών. Στην πράξη μετρούμε μια διαφορά δυναμικού (βολτάζ) και τη μετατρέπουμε σε μονάδες θερμοκρασίας (βαθμούς). Οι μετρητές είναι ήδη ρυθμισμένοι σε βαθμούς εκατοντάβαθμης θερμομετρικής κλίμακας.

Όταν η θερμοκρασία είναι η ίδια και στις δύο συμβολές τότε δεν υπάρχει ροή ρεύματος, αλλά εάν η μια συμβολή θερμανθεί, θα υπάρξει ροή ρεύματος η οποία εμφανίζεται σαν διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται μεταξύ δύο συμβολών. Οι συμβολές μπορούν να προσδιοριστούν σαν θερμή και ψυχρή συμβολή, στην πράξη όμως είναι καλλίτερα να προσδιορίζονται ως συμβολή μέτρησης και συμβολή αναφοράς για να αποφεύγονται συγχύσεις.

Όταν μια συμβολή θερμαίνεται σε θερμοκρασία υψηλότερη από την άλλη, θα υπάρξει ροή ρεύματος προς μια ορισμένη διεύθυνση και εάν στη συνέχεια η άλλη συμβολή θερμανθεί σε υψηλότερη θερμοκρασία η διεύθυνση της ροής του ρεύματος αντιστρέφεται. Τα θετικά και αρνητικά σημεία που υπάρχουν στο γαλβανόμετρο αντιστοιχούν στα τερματικά του μετρητή, και όταν το θετικό και αρνητικό καλώδιο μιας πηγής ρεύματος συμφωνεί με την πολικότητα των τερματικών ο δείκτης του μετρητή θα αποκλίνει προς τα δεξιά και το αντίστροφο.

A. συμβολές στην ίδια θερμοκρασία

B. μια συμβολή θερμαίνεται

(συμβολή μέτρησης)

Γ. θερμαίνεται η απέναντι συμβολή

(συμβολή αναφοράς)

1. σύρμα χαλκού
2. σύρμα κονσταντάνης
3. γαλβανόμετρο
4. συμβολή μέτρησης
5. συμβολή αναφοράς
6. θερμική πηγή

## ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΖΕΥΓΩΝ

Συμβολές είναι οι συνδέσεις που ενώνουν δύο ανόμοια μέταλλα, οι συνδέσεις αυτές μπορούν να γίνουν στρίβοντας μαζί δύο μεταλλικά σύρματα ή με συγκόλληση, ή με μπρουτζοκόλληση. Η ηλεκτροσυγκόλληση είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος, διότι μας δίνει μια σύνδεση ελάχιστης μάζας και έχει πολύ καλή αντοχή

Θερμοηλεκτρική τάση διαφόρων - θερμοηλεκτρικών στοιχείων

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός θερμοστοιχείου, καθώς και ο τρόπος σύνδεσης αυτών μεταξύ τους, εξαρτώνται από την περιοχή της θερμοκρασίας που θα εκτεθεί το θερμοστοιχείο.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι το θερμοηλεκτρικό ζεύγος δρα σαν μια ηλεκτρική γεννήτρια η οποία μεταμορφώνει διαφορές θερμοκρασίας σε διαφορές ηλεκτρικού δυναμικού (βολτάζ).

## ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ ΜΗ ΕΠΑΦΗΣ

Είναι θερμόμετρα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Μετρούν την επιφανειακή θερμοκρασία ενός αντικειμένου. Μπορούμε μ' αυτά να μετρήσουμε με ασφάλεια τις επιφανειακές θερμοκρασίες θερμών, επικίνδυνων ή δυσπρόσιτων αντικειμένων χωρίς να υπάρχει καμιά υποδομή, ούτε να έρχονται σε επαφή με το όργανο. Το οπτικό τμήμα του οργάνου αντιλαμβάνεται την εκπεμπόμενη (E), την ανακλώμενη (R) και την μεταδιδόμενη (T) ενέργεια η οποία συγκεντρώνεται και εστιάζεται πάνω σ' ένα ανιχνευτή. Το ηλεκτρονικό τμήμα του οργάνου μεταφράζει την πληροφορία αυτή σε θερμοκρασία η οποία παρουσιάζεται σαν ένδειξη στο όργανο.

Πρόσθια όψη

Πλάγια όψη

Οπίσθια όψη

### ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ ΜΗ ΕΠΑΦΗΣ

Είναι δυνατόν να εφοδιαστούν με λέιζερ το οποίο χρησιμοποιείται αποκλειστικά για στόχευση της μετρούμενης περιοχής. Δεν συνιστάται για χρήση σε γυαλιστερές μεταλλικές επιφάνειες (ανοξείδωτο ατσάλι, αλουμίνιο). Για να μπορέσουμε να μετρήσουμε με ακρίβεια τη θερμοκρασία γυαλιστερών επιφανειών, καλύπτουμε την επιφάνεια με ταινία μαύρη ή τη βάφουμε με μαύρη βαφή και όταν περάσει λίγη ώρα για να αποκτήσει η ταινία την ίδια θερμοκρασία με το υλικό, μετρούμε τη θερμοκρασία της ταινίας ή της βαμμένης επιφάνειας. Το όργανο δεν μπορεί να μετρήσει δια μέσου επιφανειών, όπως είναι το γυαλί. Το αποτέλεσμα θα είναι να μας μετρήσει τη θερμοκρασία του γυαλιού. Ο ατμός, η σκόνη, ο καπνός, κλπ μπορεί να προκαλέσουν ανακριβείς μετρήσεις γιατί επηρεάζουν το οπτικό τμήμα του οργάνου. Η περιοχή μέτρησης είναι  $-18^{\circ}\text{C}$  έως  $260^{\circ}\text{C}$ . Σφάλμα μέτρησης  $\pm 2\%$  ή  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Επιλέγεται η μεγαλύτερη τιμή.

Το όργανο πρέπει να προφυλάσσεται από:

- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
- Στατικό ηλεκτρισμό.
- Θερμικό σοκ που προκαλείται από μεγάλη ή απότομη αλλαγή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος (αφήνουμε το όργανο να σταθεροποιηθεί για 30 λεπτά .
- Δεν πρέπει να εκτίθεται σε υψηλές θερμοκρασίες.

### **Οπτικά πυρόμετρα:**

Τα οπτικά πυρόμετρα μετρούν την ακτινοβολία που εκπέμπει ένα σώμα. Βασίζονται στο γεγονός ότι η ακτινοβολία ενός σώματος αυξάνει με την θερμοκρασία του. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για υψηλές θερμοκρασίες. Υπάρχουν όμως και όργανα τα οποία με κοίλους καθρέπτες συγκεντρώνουν την ακτινοβολία σε μια «θερμική αλυσίδα» και μετρούν έτσι θερμοκρασίες κάτω από 0 °C.

## **ΆΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

Θερμοκρασιακά χρώματα επαλείφονται με πινέλο και αλλάζουν χρώμα σε ορισμένη θερμοκρασία. Όταν η θερμοκρασία πέσει, αυτά δεν επανέρχονται.

Θερμοκρασιακά πλακίδια, συμπεριφέρονται με όμοιο τρόπο.

Πυρομετρικές πυραμίδες, χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία κεραμικών γίνονται μαλακές σε ορισμένες θερμοκρασίες.

### **Προβλήματα μέτρησης:**

Τα προβλήματα που παρουσιάζει μια σωστή μέτρηση της θερμοκρασίας, οφείλονται λιγότερο στο ίδιο το όργανο και περισσότερο στην τοποθέτησή του. Προσαγωγή ή απαγωγή θερμότητας, με αγωγιμότητα ή ακτινοβολία, στη θέση της μέτρησης μεταβάλλει την πραγματική θερμοκρασία και μας δίνει λάθος ενδείξεις. Πρέπει λοιπόν να δίνεται μεγάλη προσοχή στην τοποθέτηση και στη διάταξη των θερμομέτρων.

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

### Εισαγωγή:

Πίεση  $P$  ονομάζεται η δύναμη  $F$  που εξασκείται κάθετα στην επιφάνεια  $A$ .

$$P = F / A$$

Για μια στήλη υγρού ή αερίου ύψους  $h$  είναι :

$$P = \rho * g * h = \gamma * h$$

$\rho$  = η πυκνότητα ,  $g$  = η επιτάχυνση βαρύτητας,  $\gamma$  = ειδικό βάρος

Γενικά μετρείται σε μονάδα δύναμης ανά μονάδα επιφάνειας. Στον αυτόματο έλεγχο η μέτρηση της πίεσης, θα μπορούσαμε να πούμε η πιο απλή αλλά σημαντική παράμετρος, όχι για αυτή ταύτη την τιμή της μετρούμενης πίεσης, αλλά διότι η μέτρησή της χρησιμεύει σαν μέτρο ένδειξης και ελέγχου άλλων μεταβλητών, όπως για παράδειγμα ο ρυθμός ροής στο ελεγχόμενο σύστημα ή διεργασία.

Οι όροι που σχετίζονται με τη μέτρηση της πίεσης είναι οι παρακάτω:

- **Ατμοσφαιρική πίεση:** Είναι η πίεση που εξασκεί ο αέρας πάνω στην επιφάνεια της γης.
- **Κενό:** Λέμε ότι ένα δοχείο είναι υπό κενό, όταν η πίεση μέσα στο δοχείο (εσωτερικά) είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση.
- **Απόλυτο κενό:** Ένα δοχείο είναι υπό απόλυτο κενό όταν δεν εξασκείται ουδεμία πίεση (ουδεμία δύναμη) στα εσωτερικά τοιχώματα, επειδή εντός αυτού δεν υπάρχουν καθόλου μόρια ρευστού.
- **Σχετική (ή μετρούμενη) πίεση:** Είναι η πίεση που αναφέρεται στην ατμοσφαιρική πίεση.
- **Απόλυτη πίεση:** Είναι η πίεση που πραγματικά υπάρχει μέσα στο δοχείο και αναφέρεται στο απόλυτο κενό. Η απόλυτη πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική συν τη σχετική πίεση.  
 $P_{\text{απολ.}} = P_{\text{ατμ.}} + P_{\text{σχετ.}}$
- **Διαφορική πίεση:** Είναι η διαφορά πίεσης που υπάρχει μεταξύ δύο χώρων (δοχείων, δεξαμενών κλπ.).

Κατά τις μετρήσεις της πίεσης πρέπει να διαχωρίζεται η σχετική από την απόλυτη πίεση. Η πίεση αναφοράς της σχετικής πίεσης είναι κατά κανόνα η πίεση του αέρα, δηλαδή η πίεση στην επιφάνεια της γης. Τέτοιες υπερ- ή υποπίεσεις είναι οι περισσότερες πιέσεις της τεχνικής και αναφέρονται στην ατμοσφαιρική πίεση. π.χ η πίεση του ατμού σε ένα λέβητα, η πίεση του αέρα σε έναν αεραγωγό. Το απόλυτο ύψος της ατμοσφαιρικής πίεσης κυμαίνεται από 0,95 έως 1,05 bar. Εάν μετράμε διαφορές πιέσεων η πίεση αναφοράς είναι η μία από τις δύο πιέσεις.

Η πίεση αναφοράς της απόλυτης πίεσης είναι το μηδέν.

- Μονάδες της πίεσης στο σύστημα  $S I$  είναι:

$$1 \text{ Newton} / \text{m}^2 = 1 \text{ N} / \text{m}^2 = 1 \text{ Pascal (Pa)} \sim 0,1 \text{ mm Σ.Υ.}$$

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ N} / \text{m}^2 = 1000 \text{ mbar}$$

Για τη μετατροπή σε παλαιότερες μονάδες δίνεται ο πίνακας που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα.



## ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΙΕΣΗΣ

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Τα όργανα που μετρούν την πίεση καλούνται μανόμετρα και διαιρούνται σε δύο κύριους τύπους:

- Μανόμετρα με σωλήνα U.
- Μηχανικοί μετρητές πίεσης .

Τα μανόμετρα σωλήνα U κατασκευάζονται από γυαλί και μπορούν να θεωρηθούν εργαστηριακά όργανα.

Τα βιομηχανικά μανόμετρα γενικά μετρούν τη σχετική πίεση (υπερπίεση).

### ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ ΣΩΛΗΝΑ ΤΥΠΟΥ U

Τα μανόμετρα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετρήσουν τη σχετική, τη διαφορική και την απόλυτη πίεση.

Ένα μανόμετρο σωλήνα U αποτελείται από ένα γυάλινο σωλήνα σχήματος U με μια βαθμονομημένη κλίμακα .Ο σωλήνας είναι εν μέρει γεμάτος με ένα μανομετρικό υγρό (αποσταγμένο νερό, οινόπνευμα ή υδράργυρο).Όταν και στα δύο σκέλη του μανόμετρου επενεργεί η ίδια πίεση, τότε η στάθμη του υγρού και στα δύο σκέλη θα είναι στο ίδιο ύψος . Η περιοχή μέτρησής τους είναι από 0 έως 1000 mm στήλης υγρού, η δε ακρίβεια της μέτρησης είναι περίπου 1 mm στήλης υγρού.

Μικρές πιέσεις μετρούν τα μανόμετρα τύπου U, εάν πάνω από το βαρύτερο υγρό ρίξουμε και στα δύο σκέλη ένα άλλο ελαφρότερο, π.χ. βενζίνη πάνω σε νερό.

Για πάρα πολύ μικρές πιέσεις χρησιμοποιούνται τα μικρομανόμετρα, των οποίων το ένα σκέλος είναι πλάγια τοποθετημένο, συνήθως με κλίση 1:10. Η περιοχή μέτρησης του μανόμετρου είναι περίπου 1 έως 25 mm στήλης του υγρού και η ακρίβεια της μέτρησης περίπου 0,1 mm στήλης του υγρού. Μπορεί επίσης η κλίση του σκέλους να είναι μεταβλητή από 1 : 25 έως 1 : 2. Ειδικά μανόμετρα για πάρα πολύ μικρές πιέσεις επιτρέπουν τη μέτρηση πιέσεων μέχρι περίπου 1/1000 mm Σ.Υ.

Μανόμετρο τύπου U

Μανόμετρο δύο υγρών

Μανόμετρο πλάγιου τύπου

ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ ΣΩΛΗΝΑ ΤΥΠΟΥ U

Προκειμένου να μετρήσουμε την σχετική πίεση σε ένα κλειστό δοχείο, το ένα σκέλος του μανόμετρου συνδέεται στο δοχείο και το άλλο αφήνεται σε ελεύθερη επαφή με την ατμόσφαιρα. Με αυτό τον τρόπο το ένα σκέλος ανιχνεύει την πίεση του δοχείου και το άλλο την ατμοσφαιρική.

Όταν η πίεση στο δοχείο είναι υψηλότερη της ατμοσφαιρικής πίεσης σπρώχνει προς τα κάτω το μανομετρικό υγρό στο ένα σκέλος ενώ ανεβαίνει το υγρό που είναι σε επαφή με την ατμόσφαιρα στο άλλο σκέλος. Η σχετική πίεση δίνεται από τη διαφορά μεταξύ των σταθμών του υγρού των δύο σκελών.

Όταν η πίεση του δοχείου είναι χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική πίεση (κενό), η μέτρηση γίνεται με τον ίδιο τρόπο. Σε αυτή την περίπτωση το μανομετρικό υγρό μετατοπίζεται προς την αντίθετη κατεύθυνση και θεωρούμε τη διαφορά μεταξύ των δύο σκελών σαν «αρνητική πίεση» (κενό). (βλ. σχήμα)

1. ατμοσφαιρική πίεση
2. δοχείο σε πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική (κενό)
3. μετρούμενη (σχετική) πίεση στο δοχείο (αρνητική πίεση)

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΕΝΑ ΔΟΧΕΙΟ ΑΕΡΙΟΥ

Για να μετρήσουμε την διαφορική πίεση μεταξύ δύο δοχείων, είναι αναγκαίο να τα συνδέσουμε στα δύο σκέλη ενός μανόμετρου.(βλ. σχήμα)

1. δοχείο υψηλής πίεσης
2. δοχείο χαμηλής πίεσης
3. διαφορική πίεση

ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

### ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ ΜΕ ΔΑΚΤΥΛΙΟ

Αποτελούνται από ένα δακτύλιο ο οποίος είναι κατά ένα μέρος γεμάτος με υγρό. Το σημείο στήριξης του δακτυλίου βρίσκεται λίγο πιο πάνω από το κέντρο βάρους. Στη μηδενική θέση, το υγρό βρίσκεται και στις δύο πλευρές στο ίδιο ύψος. Εάν εφαρμοστεί μια υπερπίεση  $\Delta p$ , η ισορροπία διαταράσσεται, η στάθμη του υγρού στη μια πλευρά ανεβαίνει και έτσι δημιουργείται μια ροπή, η οποία εξισορροπείται από μια αντίθετη η οποία εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους της κατασκευής. Η πίεση που εφαρμόζεται είναι ανάλογη με το ημίτονο της απόκλισης  $\alpha$ . Η σύνδεση του οργάνου για την εκτέλεση μιας μέτρησης γίνεται ή με ελαστικό σωλήνα, ή, στις μεγαλύτερες πιέσεις, με εύκαμπτο σωλήνα. Το όργανο, χρησιμοποιείται και για τη μέτρηση διαφορών πίεσης.

Μανόμετρο τύπου δακτυλίου

Μανόμετρο τύπου καμπάνας

Μανόμετρο τύπου πλωτήρα

## **ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ ΤΥΠΟΥ ΚΑΜΠΑΝΑΣ ΚΑΙ ΠΛΩΤΗΡΑ**

Αποτελούνται από ένα δοχείο που περιέχει κάποιο υγρό και μια «καμπάνα» η οποία επιπλέει πάνω σε αυτό. Κάτω από αυτήν την καμπάνα διοχετεύεται η πίεση. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για μικρές πιέσεις και σαν καταγραφικά όργανα. Με παρόμοιο τρόπο λειτουργεί και το μανόμετρο με πλωτήρα .

## **ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ**

Μηχανικοί μετρητές πίεσης χαρακτηρίζονται αυτοί στους οποίους η ύπαρξη της πίεσης του ρευστού προκαλεί μηχανική κίνηση κάποιου μέρους του οργάνου. Τέτοιες συσκευές χρησιμοποιούνται εκτεταμένα σε ενδιάμεσες περιοχές πίεσης, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι είναι περιορισμένη η χρήση των μηχανικών μετρητών, διότι μπορούν να κατασκευαστούν έτσι ώστε να είναι ικανοί να μετρήσουν πιέσεις γύρω στο μηδέν. Το ευαίσθητο στοιχείο τους στην πίεση είναι συνήθως μεταλλικά ελατήρια διαφόρου κατασκευής. Διακρίνονται σε :

### **Μανόμετρα με δισκοειδές ελατήριο:**

Τα μανόμετρα αυτά φέρουν δισκοειδές ελατήριο το οποίο φέρει ομόκεντρους κυματοειδείς δακτυλίους ώστε η χαρακτηριστική ελατηρίου να είναι γραμμική. Τα μανόμετρα αυτά είναι κατάλληλα για μεγάλες πιέσεις. (βλ. σχήμα α)

### **Μανόμετρα με σωλήνα Μπουρντόν (BOURDON):**

Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος βιομηχανικών μετρητών πίεσης. Το στοιχείο ανίχνευσης (σωλήνας BOURDON) είναι ένας μεταλλικός εύκαμπτος σωλήνας, με πλατειά ελλειψοειδή διατομή, λυγισμένος σε κυκλικό τόξο, το ένα άκρο του οποίου είναι κλειστό. Υπό την επίδραση της πίεσης που ασκείται μέσα στο μεταλλικό σωλήνα μέσω της ανοικτής άκρης, ο σωλήνας παραμορφώνεται αλλάζοντας την ακτίνα κάμψης του, τείνοντας να γίνει ευθύγραμμος.

Η μετατόπιση του ελεύθερου άκρου μεταδίδεται, μέσω ενός συστήματος μοχλών και γραναζιών, σ' ένα δείκτη ο οποίος κινείται πάνω σε μια βαθμονομημένη κλίμακα όπου η πίεση μπορεί να αναγνωριστεί κατ'ευθείαν (βλ. σχήμα b)

a. Δισκοειδές ελατήριο

b. Σωληνοειδές ελατήριο

c. Μembrάνη

**Μανόμετρα με μεμβράνη:**

Τα μανόμετρα με μεμβράνη (κάψα) ή μοχλούς αποτελούνται από μια κάψα και μοχλούς με τους οποίους πολλαπλασιάζεται σημαντικά η μετακίνηση της βελόνας. Η πίεση εφαρμόζεται στον κενό χώρο. Τα όργανα αυτά είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για μικρές πιέσεις ή υποπίεσεις, π.χ. για την μέτρηση του ελκυσμού στις διάφορες εστίες.

Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση απόλυτων πιέσεων, εάν αφαιρεθεί ο αέρας από το εσωτερικό της μεμβράνης (βαρόμετρα κενού). (βλ. σχήμα c)

**Μετρητές πίεσης με μεταλλική φουσαρμόνικα:**

1. σύνδεση προς διεργασί
2. μεταλλική φουσαρμόνικα
3. δείκτης
4. βαθμονομημένη κλίμακα

ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΦΥΣΑΡΜΟΝΙΚΑΣ

Το αισθητήριο στοιχείο του μετρητή αυτού του τύπου, είναι μια μεταλλική φουσαρμόνικα κατασκευασμένη από λεπτό μεταλλικό φύλλο, το ένα άκρο της οποίας είναι κλειστό. Αυτό το άκρο είναι συνδεδεμένο μέσω ενός συστήματος μοχλών και γραναζιών με ένα δείκτη.

Η πίεση που πρόκειται να μετρηθεί εξασκείται στο εσωτερικό της μεταλλικής φουσαρμόνικας η οποία διαστέλλεται προκαλώντας την κίνηση ενός δείκτη πάνω σε μια βαθμονομημένη κλίμακα όπου μπορούμε να αναγνώσουμε κατ'ευθείαν τη πίεση.

Οι μετρητές πίεσης με μεταλλικές φουσαρμόνικες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μέτρηση διαφορικών πιέσεων. Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη μέτρηση της διαφορικής πίεσης με μετρητή με μεταλλικές φουσαρμόνικες.

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1. σύνδεση στο δοχείο 1 | 5. μεταλλικές φουσαρμόνικες |
| 2. σύνδεση στο δοχείο 2 | 6. βαθμονομημένη κλίμακα    |
| 3. σύνδεση στο δοχείο 3 | 7. στροφέας                 |
| 4. σύνδεση στο δοχείο 4 | 8. δείκτης                  |

#### ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Δύο μεταλλικές φουσαρμόνικες συνδέονται σε δύο δοχεία που έχουν διαφορετική πίεση. Η κάθε μια από τις δύο πιέσεις τείνει να διαστείλει τη φουσαρμόνικα στην οποία εφαρμόζεται η κάθε μία και να συμπιέζει την αντίθετη φουσαρμόνικα.

Όταν και στις δύο φουσαρμόνικες εξασκούνται ίσες πιέσεις, ο δείκτης θα δείχνει μηδέν. (σχήμα Α)

Όταν οι εξασκούμενες στις φουσαρμόνικες πιέσεις είναι διαφορετικές, ο δείκτης θα μετακινείται πάνω στη διαβαθμισμένη κλίμακα και θα δείξει την διαφορική πίεση. (σχήμα Β)

## **ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΥΘΜΟΥ ΡΟΗΣ**

### **Εισαγωγή:**

Μέτρηση ροής είναι η διαδικασία της μέτρησης της ποσότητας του ρευστού που περνά από ένα ειδικό σημείο σ' ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Έτσι μονάδες μέτρησης ροής είναι τα κυβικά μέτρα ανά ώρα και τα λίτρα ανά ώρα ή ανά λεπτό.

## **ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ**

### **Ζύγιση:**

Είναι η πιο απλή μέθοδος μέτρησης της παροχής. Δύο δοχεία γεμίζουν και αδειάζουν διαδοχικά και μετριέται ο χρόνος που χρειάζεται.

Ανατρεπόμενος μετρητής παροχής

Μετρητής με τύμπανο

### **Μετρητές ανατρεπόμενοι και μετρητές με τύμπανο:**

Είναι κατάλληλοι για μικρές ποσότητες υγρών με ατμοσφαιρική πίεση. Στους ανατρεπόμενους μετρητές υπάρχει ένα τυποποιημένο δοχείο, το οποίο ανατρέπεται, αφού γεμίσει και αδειάζει. Σήμερα κατασκευάζονται πολύ σπάνια.

Οι μετρητές με τύμπανο αποτελούνται από ένα κιβώτιο μέσα στο οποίο βρίσκεται ένα τύμπανο μετρήσεων. Κατά τη διάρκεια της περιστροφής τα μετρητικά περύγια του τύμπανου γεμίζουν και αδειάζουν. Το υγρό που εισρέει μετατοπίζει συνέχεια το κέντρο βάρους προς τα έξω και παράγει έτσι την περιστροφική κίνηση. Είναι κατάλληλα για τη μέτρηση συμπυκνώματος. Η ακρίβεια και των δύο οργάνων είναι μεγάλη. Η μέτρηση δεν είναι συνεχής.

## **ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΟΗΣ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ**

Για να μετρήσουμε τη ροή ή το ρυθμό ενός ρευστού σε έναν αγωγό πρέπει να μετρήσουμε τον όγκο (ή τη μάζα) του ρευστού που περνά δια μέσου μιας διατομής του αγωγού στη μονάδα του χρόνου.



Ας θεωρήσουμε αγωγό διατομής επιφάνειας  $A$ , τότε ο όγκος ροής  $V$  του ρευστού στον αγωγό μπορεί να εκφραστεί από τον τύπο:

$$V = A \cdot w$$

Όπου  $w$  είναι η ταχύτητα του ρευστού.

Ο όγκος ροής γενικά εκφράζεται σε κυβικά μέτρα ανά ώρα ( $m^3 / h$ ) ή λίτρα ανά ώρα ( $l / h$ ) ή για το φυσικό αέριο κανονικά κυβικά μέτρα ανά ώρα ( $Nm^3 / h$ ).

Τα όργανα μέτρησης γενικά μετρούν ροή όγκων, για να λάβουμε ρυθμό ροής κατά βάρος, θα πρέπει να πολλαπλασιαστεί ο όγκος επί την πυκνότητα του ρευστού.

$$B = V \cdot \rho$$

### **ΕΙΔΗ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

Γενικά η ροή ενός ρευστού δια μέσου αγωγού δεν μετράται μέσα από τη μέτρηση του όγκου ενός ρευστού που περνά δια μέσου μιας διατομής του αγωγού στη μονάδα του χρόνου, όπως αναπτύχθηκε προηγουμένως.

Από πρακτική άποψη, η μέθοδος αυτή θα ήταν πολύ δύσκολη, εάν όχι αδύνατη. Στις χημικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις η μέτρηση γίνεται μετρώντας μια ποσότητα η οποία δεν είναι η ροή αλλά σχετίζεται με αυτή.

- Τα κύρια συστήματα μέτρησης που χρησιμοποιούνται είναι τα παρακάτω:
- Ροόμετρα μεταβλητής επιφάνειας (ροτόμετρα). (βλ. σχήμα α)
- Μηχανικοί μετρητές . (βλ. σχήμα β)
- Όργανα που βασίζονται σε μετρήσεις διαφορικών πιέσεων . (βλ. σχήμα γ)

α. μετρητής παροχής με πλωτήρα      β. μηχανικός μετρητής      γ. μετρητής διαφορικής πίεσης

ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΡΟΗΣ

## ΡΟΟΜΕΤΡΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

### Μετρητές με πλωτήρα:

1. κωνικός γυάλινος σωλήνας
2. ωστικό σώμα (βαρίδι)
3. βαθμονομημένη κλίμακα
4. κατώτερη θέση
5. ανώτερη θέση
6. είσοδος ρευστού
7. έξοδος ρευστού

A. Δεν υπάρχει ροή

B. Το ρευστό ρέει δια μέσου του ροόμετρου

ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΠΛΩΤΗΡΑ

Στα όργανα αυτά μέσα σε έναν σωλήνα ο οποίος διευρύνεται προς τα πάνω υπάρχει ένας πλωτήρας, ο οποίος ανασηκώνεται από το ρεύμα του ρευστού μέχρι ενός σημείου όπου και παραμένει μετέωρος. Με κατάλληλη μορφή του σωλήνα και του πλωτήρα επιτυγχάνεται η ανύψωση του πλωτήρα να είναι ανάλογη με την παροχή του σωλήνα.

Οι μετρητές αυτοί είναι κατάλληλοι για υγρά και αέρια. Πρέπει όμως για κάθε ρευστό να γίνεται η βαθμονόμησή τους .κατασκευάζονται και σαν καταγραφικά όργανα. Γνωστές κατασκευές είναι οι μετρητές Rota. Εκτός από την τοπική ένδειξη, μπορούμε να έχουμε και μια ένδειξη μακριά από το σημείο μέτρησης ή και καταγραφή των ενδείξεων. Η περιοχή μέτρησης των οργάνων αυτών είναι περίπου μέχρι  $400 \text{ m}^3 / \text{h}$  αέρα.

## ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ

Ονομάζονται και ολοκληρωτικοί μετρητές (INTEGRATING)

Οι μετρητές αυτοί είναι όργανα που μετρούν τον ολικό όγκο ενός ρευστού που έχει περάσει από ένα ορισμένο σημείο σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Χρησιμοποιούνται όταν δεν μας χρειάζεται να ξέρουμε τη στιγμιαία τιμή του ρυθμού ροής του ρευστού αλλά μόνο τη συνολική ποσότητα. Οι τύποι που χρησιμοποιούνται πιο πολύ είναι:

- Μετρητές λοβού.
- Μετρητές προπέλας.

## Μετρητής λοβού:

Το παρακάτω σχήμα μας δείχνει πως είναι κατασκευασμένος ένας μετρητής λοβού.

Πριν από τον κανονικό μετρητή τοποθετείται ένα φίλτρο, του οποίου το έργο είναι να καθαρίζει το ρευστό από όλες τα ξένα σώματα που συμπαρασύρει. Μέσα στο μετρητή είναι τοποθετημένοι δύο γριναζωτοί λοβοί. Η συναρμογή των δύο αυτών ελλειπτικών γριναζωτών τροχών είναι μεταξύ των και με τα τοιχώματα του θαλάμου του οργάνου πρακτικά τέλεια. (βλ. σχήμα).

1. μετρητής    2. φίλτρο    3. λοβοί    4. είσοδος ρευστού    5. έξοδος ρευστού

### ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΛΟΒΟΥ

Έτσι, προκειμένου το ρευστό να διέλθει δια μέσου του μετρητή, θα πρέπει να αναγκάσει τους λοβούς να περιστραφούν κατά τη διεύθυνση όπως δείχνει η εικόνα. Η ταχύτητα περιστροφής των λοβών είναι ανάλογη προς τον στιγμιαίο όγκο του ρυθμού ροής. Το όργανο φέρει έναν αθροιστή (δεν παρουσιάζεται στο σχήμα), ο οποίος μετρά τις στροφές που κάνουν οι ελλειπτικοί γριναζωτοί τροχοί και μετασχηματίζει την πληροφορία αυτή σε όγκο ρευστού. Για παράδειγμα λοιπόν, εάν ένα λίτρο ρευστού περνά δια μέσου του οργάνου σε κάθε στροφή των λοβών και ο αθροιστής είναι κατασκευασμένος να μετρά λίτρα, όταν περάσουν 10 λίτρα ρευστού, ο αθροιστής (μετρητής) θα προχωρήσει 10 μονάδες που αντιστοιχούν σε 10 στροφές των λοβών. Είναι σαφές από το παραπάνω παράδειγμα ότι ο μετρητής θα πρέπει να έχει ενδείξεις μονάδων, δεκάδων, εκατοντάδων, κλπ μέτρησης λίτρων.

Μια δυσκολία με αυτού του είδους τους μετρητές είναι ότι προκαλούν ισχυρές αντιθλίψεις και δεν μπορούν να λειτουργήσουν με ρευστά που περιέχουν στερεά σωματίδια. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να καθαρίζονται τα φίλτρα συχνά. Παρά ταύτα χρησιμοποιούνται πολύ λόγω της ακρίβειάς τους στις μετρήσεις.

### **Μετρητές με πτερωτή:**

Είναι οι πιο συνηθισμένοι μετρητές υγρών . Το μετρητικό στοιχείο είναι μια πτερωτή η οποία εδράζεται κατακόρυφα και κινείται περιστροφικά από το υγρό που εισέρχεται σ' αυτήν κατά την εφαπτομένη. Η περιστροφή του άξονα της πτερωτής μεταβιβάζεται στο μετρητή με ένα σύστημα τροχών.

Διακρίνουμε τους υγρούς μετρητές από τους ξηρούς μετρητές. Στους πρώτους τα συστήματα των οδοντωτών τροχών και των ενδείξεων βρίσκονται μέσα στο υγρό (υδρομετρητές). Στους δεύτερους, μέσα στο υγρό βρίσκονται μόνο οι τροχοί εκείνοι από το σύστημα οι οποίοι περιστρέφονται γρήγορα, ενώ τα υπόλοιπα εξαρτήματα βρίσκονται έξω από το χώρο που καλύπτεται από το υγρό. Η στεγανότητα επιτυγχάνεται με στυπιοθλίπτη.

### ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΜΕ ΠΤΕΡΩΤΗ

### **Μετρητής προπέλας (turbine meters):**

Οι μετρητές προπέλας αποτελούνται από μια προπέλα τοποθετημένη εντός αγωγού η οποία περιστρέφεται από το ρευστό που διέρχεται δια μέσου του αγωγού. (βλ. σχήμα)

Η ταχύτητα περιστροφής της προπέλας είναι ανάλογη προς την ταχύτητα του ρευστού. Ο αριθμός των στροφών που κάνει η προπέλα μέσα σ' έναν ορισμένο χρόνο είναι ανάλογος προς την ποσότητα του ρευστού που έχει περάσει μέσα από τα πτερύγια της προπέλας στο ίδιο χρονικό διάστημα.

- |                    |              |                                |
|--------------------|--------------|--------------------------------|
| 1. προπέλα         | 2. αθροιστής | 3. μηχανική σύνδεση (γρανάζια) |
| 4. είσοδος ρευστού |              | 5. έξοδος ρευστού              |

#### ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΡΟΠΕΛΑΣ

Ένας αθροιστής (καταμετρητής) ο οποίος είναι συνδεδεμένος με μηχανική σύνδεση με την προπέλα μας δείχνει τον όγκο που μετρήθηκε. Ειδικά για το φυσικό αέριο οι μετρητές προπέλας (turbine meters) χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω της ακρίβειάς τους στις αλλαγές των ποσοτήτων ροής.

Σ' αυτή την κατηγορία των οργάνων ανήκουν και τα ανεμόμετρα που μετρούν την παροχή και την ταχύτητα του αέρα.

#### ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Όταν έχουμε να μετρήσουμε μεγάλες ποσότητες ρευστών, η μέτρηση της διαφορικής πίεσης είναι ο συνηθέστερος τρόπος για την μέτρηση του ρυθμού ροής.

Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση της ροής με αυτόν τον τρόπο καλούνται «ροόμετρα διαφοράς πίεσης». Η ονομασία των μετρητών της διαφοράς πίεσης προέρχεται από το γεγονός ότι στην κατεύθυνση ροής του ρευστού παρεμβάλλεται ένα στραγγαλιστικό το οποίο προκαλεί μια αλλαγή στη μορφή του ενεργειακού περιεχομένου του ρέοντος ρευστού. Αυτή η ενεργειακή αλλαγή εκφράζεται με την αλλαγή της πίεσης ή σαν διαφορική πίεση που αναπτύσσεται κατά μήκος του στραγγαλιστικού. Η διαφορική πίεση που αναπτύσσεται καλείται διαφορά πίεσης ροόμετρου.

Αυτή η μέθοδος μέτρησης είναι κατάλληλη για όλα τα ρευστά και όλες τις θερμοκρασίες και πιέσεις παρέχοντας πολύ ακριβή αποτελέσματα. Για τις μετρήσεις με μετρητικά διαφράγματα και στόμια στις θέσεις στραγγαλισμού υπάρχουν κανόνες του VDI (σύνδεσμος των γερμανών μηχανικών) οι οποίοι περιλαμβάνουν όλα τα σημαντικά σημεία για την διεξαγωγή τους.

Η παροχή σε ένα δευτερόλεπτο είναι:

$$V = \alpha \cdot \epsilon \cdot A \cdot \sqrt{2 \Delta p / \rho} \quad \text{σε} \quad \text{m}^3 / \text{s}$$

$\alpha$	= ο συντελεστής παροχής	(βλ.Πίν.)
$\varepsilon$	= ο λόγος στένωσης του σωλήνα	( DIN 1952 )
$A$	= η ελεύθερη διατομή σε	$m^2$
$\Delta p$	= η διαφορά πίεσης σε	$N / m^2$
$\rho$	= η πυκνότητα σε	$Kg / m^3$

**Συντελεστής παροχής  $\alpha$  διαφραγμάτων, ακροφυσίων και σωλήνων Venturi Πίνακας.**

**Σαν συσκευές στραγγαλισμού χρησιμοποιούνται :**

- Μετρητικά διαφράγματα, που είναι δίσκοι με οξείες ακμές στην είσοδο του ρευστού.
- Μετρητικά στόμια, με στρογγυλεμένες ακμές στην είσοδο του ρευστού.
- Μετρητικοί σωλήνες Venturi, που είναι ένα συγκλίνον – αποκλίνον κωνικό ακροφύσιο.

**Στη μετρητική διάταξη ανήκουν ακόμη:**

- Η συσκευή στραγγαλισμού (διάφραγμα, μετρητικό στόμιο, Venturi) .
- Ένα όργανο μέτρησης της διαφοράς των πιέσεων μονόμετρο.
- Ο αγωγός μεταφοράς της πίεσης από τη θέση μέτρησης μέχρι το μανόμετρο.

Μέτρηση παροχής με μετρητικό διάφραγμα και διάφορα μανόμετρα

a. Μανόμετρο με σωλήνα

b. μανόμετρο με πλωτήρα

c. με δισκοειδές ελατήριο

d. μανόμετρο με δακτύλιο

Με τους καμπύλους δίσκους στα μετατρέπεται η δευτεροβάθμια σχέση μεταξύ παροχής και δράσης πίεσης σε γραμμική.

Σαν όργανα μέτρησης της διαφοράς των πιέσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Μανόμετρα με σωλήνα σχήματος U .
- Μανόμετρα με πλωτήρα.
- Μανόμετρα με δισκοειδές ελατήριο.
- Μανόμετρο με δακτύλιο.

Για τη σύνδεση της θέσης της μέτρησης και του μετρητικού οργάνου χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι ή χάλκινοι αγωγοί. Οι θέσεις λήψης της πίεσης είναι κυκλικά ανοίγματα ή περιφερειακές σχισμές.

Η εκλογή της στραγγαλιστικής συσκευής γίνεται με βάση τεχνοοικονομικά κριτήρια. Το διάφραγμα είναι πιο φθηνό προκαλεί όμως τις μεγαλύτερες απώλειες πίεσης. Πιο μικρές απώλειες προκαλεί το μετρητικό στόμιο και ακόμα πιο μικρές ο μετρητικός σωλήνας Venturi. Ο τελευταίος όμως είναι πιο ακριβός, έχει μεγαλύτερο μήκος και έτσι δεν χρησιμοποιείται τόσο συχνά όσο τα διαφράγματα και τα στόμια.

Σχηματική παράσταση μετρητή παροχής  
με μανόμετρο μεμβράνης.

Ο σωλήνας πριν και μετά τη θέση του οργάνου στραγγαλισμού πρέπει να είναι ευθύς. Το μήκος των ευθειών αυτών δίνεται από το (DIN 1952) σαν πολλαπλάσιο της διαμέτρου του σωλήνα.

Το παραπάνω σχήμα δείχνει ένα μετρητή παροχής ειδικά κατασκευασμένο για τροφοδότηση από δίκτυο φυσικού αερίου. Το όργανο στραγγαλισμού είναι ένα μετρητικό διάφραγμα, το μανόμετρο λειτουργεί με μεμβράνη και η ένδειξη δίδεται αμέσως σε  $m^3/h$ .

### ΟΡΓΑΝΑ ΑΝΑΚΟΠΗΣ

Τα όργανα αυτά μετρούν τη δυναμική πίεση μιας ροής. Η δυναμική πίεση είναι η πίεση που δημιουργείται από τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε πίεση:

$$\text{Δυναμική πίεση } p_d = 1/2 * \rho * w^2 \quad \text{σε } N/m^2$$

$$w = \eta \text{ ταχύτητα} \quad \text{σε } m/s$$

$$\rho = \eta \text{ πυκνότητα} \quad \text{σε } Kg/m^3$$

Από τη σχέση αυτή, προκύπτει για την ταχύτητα:

$$w = \sqrt{2 * p_d / \rho} \quad m/s$$

Το απλούστερο όργανο ανακοπής είναι ο σωλήνας Pitot, ένας σωλήνας σχήματος Γ. Το πιο συνηθισμένο όργανο είναι ο σωλήνας Prantl (βλ. σχήμα), ο οποίος μετρά και τη στατική πίεση της ροής. Ο σωλήνας έχει για τον σκοπό αυτό δύο ανοίγματα. Το ένα, στην μπροστινή άκρη του σωλήνα Γ, είναι κάθετο προς τη ροή και μετρά την ολική πίεση  $p_g = p_s + p_d$

Μέτρηση παροχής με σωλήνα Prandl

1. όργανο ανακοπής
2. ανεμιστήρας
3. διάφραγμα
4. μανόμετρο με πλάγιο σωλήνα
5. μανόμετρο με σωλήνα U

Το δεύτερο άνοιγμα, έχει τη μορφή σχισμής, είναι παράλληλο προς τη ροή και μετρά μόνο την στατική πίεση  $p_s$ . Η δυναμική πίεση είναι η διαφορά των δυο πιέσεων:  
 $p_d = p_g - p_s$



Εάν ενώσουμε τις δυο απολήξεις του οργάνου με τα δυο σκέλη ενός μανομέτρου (βλ. σχήμα) έχουμε αμέσως τη διαφορά αυτή. Πρέπει να δίνεται προσοχή στις διαφορές μεταξύ των αγωγών κατάθλιψης και αναρρόφησης.

Πιέσεις σε έναν αγωγό κατάθλιψης

πιέσεις σε έναν αγωγό αναρρόφησης

Για αέρα με ατμοσφαιρική πίεση και  $p_d$  σε  $N / m^2$  είναι κατά προσέγγιση:

$$w = \sqrt{2 * p_d / \rho}$$

$$= \sqrt{2 * p_d / 1,2} = 1,3 \sqrt{p_d} \quad \text{σε} \quad \text{m/s}$$

Σε μεγάλους αγωγούς πρέπει, για τον υπολογισμό της παροχής, να μετριέται η ταχύτητα σε αρκετές θέσεις και να σχηματίζεται η μέση τιμή της.

### ΆΛΛΑ ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

**Ανεμόμετρα με ηλεκτρική αντίσταση:** Αποτελούνται από μια ηλεκτρική αντίσταση διαμέτρου 1εως 10  $\mu\text{m}$  σε μια γέφυρα Wheatston. Ανάλογα με την ταχύτητα του αέρα ψύχεται και η αντίσταση. Στα ανεμόμετρα σταθερού ρεύματος θερμαίνεται η αντίσταση με σταθερή ποσότητα ρεύματος και μετράται η αντίσταση. Στα ανεμόμετρα σταθερής θερμοκρασίας, η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή με μια διάταξη αυτοματισμού και μέτρο της ταχύτητας του αέρα είναι η ποσότητα του ρεύματος που καταναλίσκεται. Παράδειγμα μέτρησης σε ένα άνοιγμα εξαερισμού (βλ. σχήμα)

Μέτρηση παροχής σε  
ένα άνοιγμα εξαερισμού

Θερμοηλεκτρικό ανεμόμετρο  
με αντίσταση

Άλλα όργανα χρησιμοποιούν 2 θερμοστοιχεία από τα οποία θερμαίνεται μόνο το ένα. Η θερμοκρασιακή διαφορά δημιουργεί μια ηλεκτρεγερτική δύναμη που είναι ανάλογη με την ταχύτητα του αέρα. Τα περισσότερα όργανα επηρεάζονται από τη διεύθυνση της ροής. Επίσης είναι ευαίσθητα στη ρύπανση. Για να δίνει γρήγορα το όργανο ενδείξεις, πρέπει η αντίσταση να έχει μικρή μάζα. Η περιοχή μετρήσεων των οργάνων είναι 0,05...3,0 m/s.

**Τα θερμαινόμενα θερμόμετρα:** έχουν σαν αρχή την ίδια μέθοδο, με την διαφορά ότι θερμαίνεται η σφαίρα του υδραργύρου ενός θερμομέτρου ή η περιέλιξη ενός θερμομέτρου με αντίσταση. Τα αυτά είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για μικρές ταχύτητες (ρεύματα αέρα στο σπίτι).

**Όργανα με ταλαντούμενο πτερόγιο:** Ένα μέρος του αέρα οδηγείται σε ένα θάλαμο μέτρησης. Εκεί υπάρχει ένα πτερόγιο το οποίο συγκρατείται από ένα σπειροειδές ελατήριο και αποκλίνει από τη θέση του ανάλογα με την ταχύτητα του αέρα.

Η αρχή της λειτουργίας ενός μετρητή  
Ταχύτητας με ταλαντούμενο πτερόγιο.

Μετρητής ταχύτητας με  
ταλαντούμενο πτερόγιο

Με τη χρήση διαφόρων ακροφυσίων διευρύνεται το πεδίο μετρήσεων του οργάνου ακόμα και σε πολύ μικρές ταχύτητες π.χ. 0 έως 1 m/s. Η βαθμονόμηση είναι σε m/s. Η χρήση του οργάνου είναι εύκολη και το πεδίο του από 0...50 m/s.

**Ψηφιακά όργανα μετρήσεων:** Μετρείται η απόκλιση των ιόντων που προκαλεί το ρεύμα του αέρα. Τα ιόντα παράγονται από ένα κεντρικό ηλεκτρόδιο και εκπέμπονται ακτινικά. Η ένδειξη είναι σε m/s. Το πεδίο του οργάνου είναι από 0,01 έως 50 m/s.

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

### Εγκαταστάσεις θέρμανσης:

Στις *θερμάνσεις ατμού* μπορούμε να μετρήσουμε ή την ποσότητα του ατμού ή την ποσότητα του συμπυκνώματος. Εάν η κατάσταση του ατμού είναι γνωστή, μπορούμε εύκολα πλέον να υπολογίσουμε την ποσότητα της θερμότητας.

Για την μέτρηση της ποσότητας του ατμού χρησιμοποιούνται ή στραγγαλιστικά όργανα (διαφράγματα, ακροφύσια, Venturi) ή μετρητές με πλωτήρα. Για τη μέτρηση του συμπυκνώματος χρησιμοποιούνται μετρητές με τύμπανο ή ανατρεπόμενοι.

Στις *θερμάνσεις ζεστού νερού* η μέτρηση της κατανάλωσης θερμότητας βασίζεται στην μέτρηση του γινομένου της ποσότητας του νερού, που μετριέται με έναν υδρομετρητή και της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ προσαγωγής και επιστροφής του η οποία μετριέται με δυο θερμομέτρα αντίστασης. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται με ψηφιακή ένδειξη στην οθόνη του μετρητή.

Ψηφιακός θερμοδομετρητής

Ψηφιακός θερμοδομετρητής σε πλήρη σύνδεση

1. υδρομετρητής

2. μετρητής με ψηφιακή ένδειξη

3. αισθητήριο σωλήνα

Μερικές φορές, όταν οι μεταβολές της θερμοκρασίας του νερού προσαγωγής είναι ίδιες για όλους τους καταναλωτές, χρησιμοποιούνται και μετρητές μόνο της παροχής ( υδρομετρητές ).

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

### Μέτρηση σε ανοιχτά δοχεία:

Η πιο απλή διάταξη για την ένδειξη της στάθμης υγρών σε ένα δοχείο είναι ένας πλωτήρας αναρτημένος, τροχίσκοι και μια κλίμακα. Το ποτενσιόμετρο χρησιμοποιείται όταν πρέπει η θέση των ενδείξεων να είναι ανεξάρτητη από τη θέση των μετρήσεων. Σε δεξαμενές πετρελαίου για καυστήρες χρησιμοποιούνται δείκτες στάθμης με πλωτήρα.

Μέτρηση στάθμης με πλωτήρα,  
συρματόσχοινο και τροχούς

Μέτρηση στάθμης  
με ποτενσιόμετρο

Άλλη μέθοδος για τη μέτρηση της στάθμης είναι η χρησιμοποίηση ενός μανομέτρου το οποίο δίνει την πίεση της στήλης του υγρού μέχρι το όργανο. Χρησιμοποιείται κυρίως όταν η απόσταση της δεξαμενής και του οργάνου μέτρησης είναι μεγάλη.

Δείκτης στάθμης πετρελαίου  
με πλωτήρα

Μέτρηση στάθμης  
με μανόμετρο

Εάν θέλουμε να έχουμε την ένδειξη της στάθμης σε αρκετή απόσταση από τη δεξαμενή κατάλληλο είναι το όργανο του παρακάτω σχήματος, όπου με μια μικρή χειροκίνητη αεραντλία, εκτοπίζεται το πετρέλαιο από το βυθισμένο σωλήνα και το μανόμετρο δείχνει το ύψος της στήλης του υγρού. Το όργανο δεν παρέχει συνεχή ένδειξη της στάθμης. Μια νέα μέθοδος είναι η μέτρηση της στάθμης με ηλεκτρόδια. Σαν μέτρο χρησιμοποιείται η μεταβολή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή. Στην περίπτωση αυτή η θέση των ενδείξεων είναι ανεξάρτητη από τη θέση των μετρήσεων.

### Μέτρηση σε κλειστά δοχεία:

Βασικό πεδίο εφαρμογής είναι η μέτρηση της στάθμης του νερού στους ατμολέβητες

Σύμφωνα με τις γερμανικές διατάξεις «περί ατμολεβήτων» κάθε λέβητας χρειάζεται και έναν υδροδείκτη. Σε μεγάλους λέβητες χρησιμοποιείται ο «υποβιβασμός της στάθμης του νερού» ώστε να διευκολύνεται η παρατήρηση.

Πνευματική μέτρηση της στάθμης πετρελαίου

Υποβιβασμένη στάθμη του νερού  
σε ατμολέβητες (IgeMa – Marckeno)

Στους «υδροδείκτες ζύγισης» συνδέεται ένα δοχείο με ένα εύκαμπτο σωλήνα με λέβητα και ζυγίζεται το βάρος του νερού του δοχείου. Η τιμή του μεταβιβάζεται σε ένα ενδεικτικό όργανο (Μετρητής *Pfleiderer*).

Μέτρηση με πλωτήρα της στάθμης  
του νερού ατμολεβήτων (Siemens)

Μέτρηση της στάθμης  
υγρών με ηλεκτρόδια

Πλωτήρας χρησιμοποιείται και στον μετρητή *Hannemann*. Η μετακίνησή του μεταφέρεται προς τα έξω με έναν ελαστικό αυτοστεγανοποιούμενο άξονα.

Η ένδειξη της στάθμης του νερού (ανεξάρτητη από τη θέση της μέτρησης), πραγματοποιείται στους υδροδείκτες *Igena* σε έναν σωλήνα U ο οποίος περιέχει ένα

υγρό αδιάλυτο στο νερό. Με παρόμοιο τρόπο δουλεύει και ο υδροδείκτης της Siemens στον οποίο μπορεί επίσης να είναι η θέση των ενδείξεων ανεξάρτητη από τη θέση των μετρήσεων.

Οι ηλεκτρολυτικοί μετρητές στάθμης αποτελούνται από δύο ηλεκτρόδια και μια ηλεκτρική πηγή. Εκμεταλλεύονται την αγωγιμότητα του νερού. Όσο μεγαλώνει η στάθμη αυξάνει και η κατανάλωση ρεύματος. Και σ' αυτό το όργανο μπορούν οι ενδείξεις να πραγματοποιούνται σε θέση που είναι ανεξάρτητη από τη θέση της μέτρησης.

### **ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ**

Κατά τις μετρήσεις της υγρασίας πρέπει να διαχωρίζεται η απόλυτη υγρασία, που μετριέται σε  $g/cm^2$  ή  $g/kg$  από την σχετική υγρασία που μετριέται σε %.

#### **Μέθοδος της απορρόφησης:**

Ο υδρατμός διοχετεύεται σε διαδοχικούς δοκιμαστικούς σωλήνες που περιέχουν χλωριούχο ασβέστιο και απορροφάται. Η ποσότητά του διαπιστώνεται με ζύγιση. Η ποσότητα του αέρα μετριέται από ένα μετρητή αερίων και έτσι υπολογίζεται η απόλυτη υγρασία.

#### **Μέθοδος του σημείου δρόσου:**

Μία στιλπνή επιφάνεια ψύχεται μέχρι να επικαθίσει υγρασία. Η θερμοκρασία της τότε είναι το σημείο δρόσου του αέρα και από τον ψυχομετρικό χάρτη υπολογίζουμε την ειδική και την απόλυτη υγρασία.

#### **Υγρόμετρα τριχός:**

Χρησιμοποιούν την ιδιότητα που έχουν οι τρίχες να μεταβάλλουν το μήκος τους ανάλογα με την υγρασία. Η μεταβολή του μήκους τους είναι περίπου 2% για μεταβολή της υγρασίας από 0 ως 100%. Εκτός από τρίχες χρησιμοποιούνται και άλλα υγροσκοπικά υλικά όπως το μετάξι, το σελλοφάν, το βαμβάκι κ.ά. Μερικά βέβαια από αυτά επηρεάζονται από την υγρασία. Όλα τα υγρόμετρα πρέπει να διορθώνονται κατά διαστήματα καθώς και να τοποθετούνται για λίγο χρόνο σε υγρό αέρα (π.χ. τη νύχτα στο ύπαιθρο) ώστε να επανέρχεται η ελαστικότητα της τρίχας τους. Τα όργανα έχουν μια υστέρηση  $+2...5\%$  και έτσι δεν είναι ακριβή. Το πεδίο μετρήσεών τους είναι 30...90%. Κατασκευάζονται ακόμη και όργανα τα οποία μεταβιβάζουν την ένδειξη ηλεκτρικά.

Υγρόμετρο τριχός

Ψυχρόμετρο αερισμού Assmann

### **Ψυχρόμετρα:**

Αποτελούνται από ένα ξηρό και ένα υγρό θερμοόμετρο. Η διαφορά των ενδείξεων των δύο θερμομέτρων – η ψυχομετρική διαφορά – είναι μέτρο της σχετικής υγρασίας που ο υπολογισμός της γίνεται με τον ψυχομετρικό τύπο του Sprung.

$$p_d = p_f - k (t_{tr} - t_f) p / 1000 \text{ mbar (Sprung 1888)}$$

$t_{tr}$  = η θερμοκρασία του ξηρού θερμομέτρου σε °C

$t_f$  = η θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου σε °C

$p_d$  = η μερική πίεση των υδρατμών σε mbar

$p$  = η ολική πίεση σε mbar

$p_f$  = η πίεση των υδρατμών στη θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου σε mbar

$k$  = μία σταθερά = 0,66 για νερό / αέρα  
= 0,53 για πάγο / αέρα

Η σχετική υγρασία είναι

$$\varphi = (p_d / p_s) * 100 \text{ σε \%}$$

$p_s$  = η πίεση κορεσμού των υδρατμών στη θερμοκρασία  $t_{tr}$  σε mbar.

Η πίεση κορεσμού βρίσκεται από ψυχομετρικά διαγράμματα σαν συνάρτηση των θερμοκρασιών των δύο θερμομέτρων. Προϋπόθεση για μια σωστή μέτρηση είναι η μεγαλύτερη από 2 m/s ταχύτητα του αέρα γύρω από το υγρό θερμοόμετρο. Εάν η ταχύτητα του αέρα είναι μικρότερη, τότε χρησιμοποιείται κυρίως το ψυχρόμετρο αερισμού Assmann, στο οποίο ένας μικρός ωρολογιακός μηχανισμός δημιουργεί τεχνητά το ρεύμα του αέρα. Το όργανο χρησιμοποιείται και για τη διόρθωση άλλων οργάνων. Υπάρχουν επίσης και όργανα με ηλεκτρικούς ανεμιστήρες. Σε νεώτερα όργανα χρησιμοποιούνται «αισθητήρια» από ημιαγωγούς και η τιμή της μέτρησης μεταβιβάζεται ηλεκτρικά σε ένα ενδεικτικό όργανο.

Ψυχομετρικό διάγραμμα για τον καθορισμό της υγρασίας του αέρα από τις ενδείξεις του ξηρού και του υγρού θερμομέτρου.

Η περιεκτικότητα  $\chi$  της υγρασίας υπολογίζεται, μετά την ανάγνωση των τιμών του ψυχρόμετρου, από τον τύπο:

$$\chi = (h - c_L * t) / (r + c_D * t) = (h - 1 * t) / (2500 + 1,86 t) \text{ kJ / kg.}$$

Όπου:

$h$  = η ενθαλπία του αέρα σε kJ / kg

$c_L$  = ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα με σταθερή πίεση

$c_D$  = ειδική θερμοχωρητικότητα των υδρατμών με σταθερή πίεση

$r$  = η θερμότητα ατμοποίησης

Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, μέχρι 300 °C, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα όργανο (GS – Psychromat) στο οποίο, το νερό που χρησιμοποιείται για ύγρανση του υγρού θερμομέτρου, προσάγεται με μικρή πίεση (Oguna, Wien).

Μια πιο απλή κατασκευή είναι το *περιστρεφόμενο ψυχρόμετρο*, όπου πριν από την ανάγνωση, τα δύο θερμοόμετρα περιστρέφονται στον αέρα. Στην περίπτωση που πρέπει η ένδειξη να γίνεται μακριά από το σημείο της μέτρησης, αντί για υδραργυρικά θερμοόμετρα χρησιμοποιούνται αεριζόμενες ηλεκτρικές γέφυρες ή και θερμοστοιχεία.

#### *Ψυχρόμετρο ταχείας ένδειξης*

Νεώτερες κατασκευές χρησιμοποιούν ημιαγωγούς με αντίσταση που μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Το μετρούμενο μέγεθος δεν είναι η εξάτμιση αλλά η απαγωγή της θερμότητας. Με τη μέθοδο αυτή δεν χρειάζεται η κίνηση του αέρα. Για την κατάβρεξη των μετρητικών κυττάρων γίνεται εκμετάλλευση των φυσικών σχέσεων μεταξύ των μοριακών δυνάμεων και της οσμωτικής πίεσης.

#### **Υγρόμετρο με χλωριούχο λίθιο:**

Το υγροσκοπικό αυτό άλας απορροφά νερό από τον αέρα μέχρι να αποκατασταθεί μια ισορροπία μεταξύ της πίεσης των ατμών του διαλύματος και του αέρα. Το υγρόμετρο αποτελείται από μια μεταλλική θήκη τυλιγμένη με υαλοϋφασμα το οποίο είναι διαποτισμένο με χλωριούχο λίθιο.



Υγρόμετρο χλωριούχου λιθίου

Δύο σπειροειδή αργυρά τυλίγματα διοχετεύουν ηλεκτρικό ρεύμα στο διάλυμα, το θερμαίνουν και το νερό εξατμίζεται μέχρι το σημείο μεταβολής  $T_u$  διαλύματος - άλατος όπου η αγωγιμότητα μικραίνει και μαζί της η ένταση του ρεύματος και η θερμοκρασία, οπότε αρχίζει πάλι η απορρόφηση υγρασίας και αυξάνει η ένταση του ρεύματος. Η θερμοκρασία ισορροπίας είναι το μέτρο της υγρασίας του αέρα ή το σημείο δρόσου. Η θερμοκρασία μετριέται με ηλεκτρικό θερμόμετρο. Η τάση δεν πρέπει να διακόπτεται. Η ένδειξη είναι ή σε  $^{\circ}\text{C}$  για το σημείο δρόσου ή σε  $\text{gr} / \text{m}^3$ .

Για την ένδειξη της σχετικής υγρασίας χρειάζεται ακόμη ένα θερμόμετρο για τη θερμοκρασία  $T$  του αέρα. Η ακρίβεια του οργάνου είναι 2 έως 3 %.

Συνδεσμολογία υγρόμετρου χλωριούχου λιθίου  
για την σχετική υγρασία

$K_r$  = όργανο διασταυρωμένων πηνίων

$T$  = θερμοκρασία του αέρα

$T_u$  = θερμόμετρο της θερμοκρασίας μεταβολής

### **Χρωματικό υγρόμετρο:**

Όταν ορισμένα άλατα, π.χ. βρωμιούχο κοβάλτιο, επιστρωθούν σε κατάλληλο απορροφητικό χαρτί αλλάζουν χρώμα με την απορρόφηση της υγρασίας από τον αέρα. Δεν έχουν καθόλου ακρίβεια.

### **Πλαστικά στοιχεία:**

Αποτελούνται από ένα σπειροειδές μεταλλικό έλασμα με μια επίστρωση υγροσκοπικής πλαστικής μάζας. Η αρχή λειτουργίας τους είναι η ίδια με τα διμεταλλικά θερμόμετρα. Για τη μεταφορά των ενδείξεων χρησιμοποιούνται ή φωτοηλεκτρικοί ή επαγωγικοί δότες.

-37-

### **Υγρόμετρα με αγωγή στρώση:**

Αποτελούνται από ένα πλαστικό πλακίδιο με μια στρώση υγροσκοπικού υλικού του οποίου η ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταβάλλεται ανάλογα με την σχετική υγρασία. Η ένταση του ρεύματος που περνάει από τα περιτυλιγμένα ηλεκτρόδια είναι το μέτρο της υγρασίας του αέρα. Το πεδίο μέτρησης του οργάνου είναι περιορισμένο. Η ακρίβειά του είναι  $\pm 3\%$ .

Υγρόμετρο με αγωγή στρώση

-38-



**ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**  
**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

Σελίδα.

1 .....	Εισαγωγή ,Μέτρηση ,Πρότυπα μετρήσεων .
2.....	Πρότυπο μήκους , μάζας ,χρόνου , θερμοκρασίας.
3-4.....	Μονάδες μετρήσεων μηκών.
5 .....	Μέσα ελέγχου μηκών.
6 .....	Μετρήσεις μηκών.
7 – 17.....	Όργανα μέτρησης μηκών, παχύμετρο,
18 –22.....	Μικρόμετρα εξωτερικά.
23.....	Μικρόμετρα εσωτερικά.
24-28.....	Μικρόμετρα βάρους (βαθύμετρα).
29 .....	Χάραξη.
30 .....	Όργανα μέσα χάραξης, πλάκα εφαρμογής, χαρακτές.
31.....	Υψομετρικοί χαρακτές, απλός, και ειδικοί.
32.....	Πόντα , (ποντάρισμα).
33.....	Διαβήτες χάραξης.
34 .....	Γωνιές, μοιρογνωμόνια .
35 – 36.....	Αλφάδια - Αεροστάφμες.
37 – 38.....	Διάτρηση.
39 .....	Συστήματα στερέωσης των τρυπανιών.
40.....	Δράπανα.
41-42.....	Δράπανα . Στήλης - Ακτινοτά.
43 –44.....	Συνθήκες κοπής.
45 – 47.....	Πριόνια. – Μεταλλοπρίονα χειρός.
48 .....	Μηχανικά μεταλλοπρίονα.
49 – 55.....	Λίμες. Μορφές οδοντώσεων , & είδη λιμών.
56.....	Κατεργασίες διαμορφώσεις εν ψυχρώ.
57.....	Κοπή ελασμάτων.
58.....	Μηχανικά ψαλίδια.
59.....	Μηχανικά ψαλίδια με χειροκίνητο μοχλό κοπής.
60 – 62.....	Κάμψη.
63 – 64.....	Κάμψη με κύλινδρο κάμψης.
65 .....	Κορδονιέρα
66 .....	Άσκηση . διαμόρφωση ελασμάτων με κάμψη.
67.....	Σπειρώματα ,& έλεγχος σπειρωμάτων .
68 – 70.....	Μορφές σπειρωμάτων.
71.....	Βασικά χαρακτηριστικά κοχλία.
72 –73.....	Ελεγτήρες σπειρωμάτων.
74.....	Σπειρόμετρο – έλεγχος με σπειρόμετρο.
75.....	Άσκηση , έλεγχος σπειρωμάτων.
76 – 82.....	Πίνακες τυποποιήσεις σπειρωμάτων.
83 – 89.....	Κοπή σπειρωμάτων.
90.....	Άσκηση, κοπή σπειρωμάτων.
91 – 94.....	Συναρμογές – Ανοχές.

95 – 98.....	Ποιότητα συναρμογών.
98 – 100.....	Συμβολισμός συναρμογών.
101 – 105.....	Απόκλιση συναρμογών.
106.....	Συστήματα συναρμογών.
107 – 112.....	Πίνακες συστημάτων συναρμογών κατά I.S.O. και D.I.N.
113 – 115.....	Έλεγχος κατασκευών.
116 – 117.....	Οριακοί ελεγκτήρες.
118 – 119.....	Πρότυπα πλακίδια.
120 – 121.....	Μετρητικά ρολόγια .
122.....	Συσκευή ελέγχου ανοχών & σφαλμάτων.
123 – 1125.....	Εφαρμογές ελέγχου σφαλμάτων .
126 – 131.....	Έλεγχος ποιότητας επιφανείας (τραχύτητα).
132.....	Σωλήνες – Σωληνώσεις .
133.....	Χαρακτηριστικά στοιχεία σωλήνων.
134 .....	Χαλκοσωλήνες.
135.....	Πλαστικοί σωλήνες .
136 – 137.....	Σύνδεση με μούφα, συγκόλληση, εξαρτήματα.
138 – 139.....	Σωληνοκάβουρες, Σωληνομέγγκενες, Σωληνοκόφτες.
139.....	Κάμψη σωλήνων. Κουρμαδόροι
139 – 141.....	Σπειροτόμοι σωλήνων.
142 .....	Άσκηση κατασκευής δικτύου.
143 – 151 .....	Χύτευση.

## ΑΣΚΗΣΗ

### ΣΚΟΠΟΣ :

Ο σκοπός της άσκησης είναι :

1. Να αποκτήσουν οι σπουδαστές εμπειρία στην κατεργασία των μετάλλων με λίμα .
2. Να γίνει κατανοητή η διαδικασία της σπειρωτόμησης και της κοχλιοτόμησης .

### Ζητούνται :

- Να κατασκευαστεί το δοκίμιο του σχ.1 και σχ.2 .
- Να υπολογιστούν οι στροφές του δραπάνου κατά τη διάτρηση , όταν η επιτρεπόμενη ταχύτητα κοπής του τρυπανιού είναι  $V_k = 20\text{m/min}$  .
- Να βρείτε τη διάμετρο του τρυπανιού που απαιτείτε για την οπή που θα σπειρωτομηθεί .
- Να υπολογίσετε τον ενεργητικό χρόνο που θα απαιτηθεί για την διάτρηση των δύο οπών , αν υποθεθεί ότι η πρόωση είναι ελεγχόμενη και ίση με :  
 $S = 0.1\text{mm} / \text{στροφή}$  .

### Είναι τα υλικά :

1. Χαλυβοέλασμα 50x10mm (St37)
2. Χάλυβες Φ8 (St60) .

### Εργαλεία :

- |              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 1. Παχύμετρο | 7.Ελεγκτήρας γωνιών (γωνιά) |
| 2. Χαράκτης  | 8. Κοχλιοτόμος              |
| 3. Πόντα     | 9. Σπειρωτόμοι              |
| 4. Σφυρί     | 10. Τρυπάνια                |
| 5. Πριόνι    | 11. Μέγγενη                 |
| 6. Λίμες     | 12. Δράπανο                 |

### Πορεία εργασιών :

1. Κοπή χαλυβοελάσματος με μήκος 82mm .

2. -Λιμάρισμα της πλευράς Α , έως ότου γίνει επίπεδη . Με τη βοήθεια της γωνιάς , ελέγξτε την αν είναι ευθύγραμμη και αν είναι κάθετη στις δύο πλευρές με τη μεγάλη επιφάνεια (Z-Z' ) .  
 - Λιμάρισμα της πλευράς Β και έλεγχος αυτής αν είναι κάθετη στην πλευρά Α και στις Z-Z' .  
 - Λιμάρισμα της πλευράς Γ και έλεγχος καθετότητας στις Α και Z-Z'  
 - Λιμάρισμα της πλευράς Δ και έλεγχος της γωνιάς (135°)
3. Χάραξη των κέντρων των δύο οπών και επιβολή αυτών με την πόντα .
4. Διάτρηση των οπών .
5. Σπειροτόμηση της μίας οπής όπως προβλέπει το σχέδιο .
6. Κοπή του αξονίσκου και κοχλιοτόμηση αυτού όπως προβλέπει το σχ. Ωστε να δοθεί σε αυτό η μορφή του μπουζονιού .

### Οδηγίες :

Το τρυπάνι έχει ορισμένη ικανότητα κοπής και εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του και από το υλικό που πρόκειται κάθε φορά να κόψει .

Ένας από τους παράγοντες που την επηρεάζουν είναι και οι στροφές που επιλέγονται για τη διάτρηση .

Βρείτε με βάση την κατωτέρω σχέση τις απαιτούμενες στροφές .

$$V_k = 20\text{m/min}$$

$$d = \text{διάμετρος τρυπανιού (mm)}$$

$$\pi = 3,14$$

$$n = \text{στρ. / λεπτό (R.P.M.)}$$

$$v_k = \frac{\pi d n}{1000} \quad n1 = \dots\dots\dots$$

$$n2 = \dots\dots\dots$$

Για να πραγματοποιηθεί η διάτρηση απαιτούνται δύο κινήσεις :

- Μία περιστροφική την οποία προηγουμένως αναφέραμε
- Μία ευθύγραμμη (εμβάθυνση) την οποία ονομάζουμε πρόωση .

**Πρόωση** ονομάζουμε την ευθύγραμμη μετατόπιση του κοπτικού ανά μία στροφή .

Η πρόωση δεν επιλέγεται αυθαίρετα , αλλά με βάση την ποιότητα του υλικού που διατρέιται , την αντοχή του τρυπανιού σε στρέψη και λυγισμό , την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα του δραπάνου και την ποιότητα της επιφάνειας της οπής που επιθυμούμε να επιτύχουμε .

Ο χρόνος που απαιτείται επομένως για τη διάτρηση υπολογίζεται από τη σχέση που ακολουθεί .

$$n = \text{στροφές/min}$$

$$s = \text{πρόωση / στροφή}$$

$$l = \text{μήκος διάτρησης (mm)}$$

$$t = \text{χρόνος διάτρησης (min)}$$

$$t = \frac{l}{ns}$$

$t_1 = \dots\dots$

$t_2 = \dots\dots$

$t_{ολ} = t_1 + t_2 = \dots\dots\dots$

Για σωστή διάτρηση χωρίς σφάλματα και για αποφυγή ατυχήματος απαιτείται :

- Σωστό τρύχισμα των τρυπανιών (σωστές γωνίες) .
- Για διάμετρο  $>5\text{mm}$  το άνοιγμα να γίνεται σταδιακά με διακύμανση διαμέτρων τρυπανιών κατά  $5\text{mm}$  περίπου .
- Να ορίζεται με ποντάρισμα το κέντρο της οπής .
- Να ακινητοποιείται το εξάρτημα καλά στη μέγγενη .

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Εισαγωγή ,Μέτρηση ,Πρότυπα μετρήσεων .	1
Πρότυπο μήκους , μάζας ,χρόνου , θερμοκρασίας.	2
Μονάδες μετρήσεων μηκών.	3-4
Μέσα ελέγχου μηκών.	5
Μετρήσεις μηκών.	6-7
Όργανα μέτρησης μηκών, παχύμετρο,	





## ΑΣΚΗΣΗ

### ΣΚΟΠΟΣ :

Ο σκοπός της άσκησης είναι :

3. Να αποκτήσουν οι σπουδαστές εμπειρία στην κατεργασία των μετάλλων με λίμα .
4. Να γίνει κατανοητή η διαδικασία της σπειρωτόμησης και της κοχλιοτόμησης .

### Ζητούνται :

- Να κατασκευαστεί το δοκίμιο του σχ.1 και σχ.2 .
- Να υπολογιστούν οι στροφές του δραπάνου κατά τη διάτρηση , όταν η επιτρεπόμενη ταχύτητα κοπής του τρυπανιού είναι  $V_k = 20\text{m/min}$  .
- Να βρείτε τη διάμετρο του τρυπανιού που απαιτείτε για την οπή που θα σπειρωτομηθεί .
- Να υπολογίσετε τον ενεργητικό χρόνο που θα απαιτηθεί για την διάτρηση των δύο οπών , αν υποτεθεί ότι η πρόωση είναι ελεγχόμενη και ίση με :  
 $S = 0.1\text{mm} / \text{στροφή}$  .

### Είναι τα υλικά :

3. Χαλυβοέλασμα 50x10mm (St37)
4. Χάλυβες Φ8 (St60) .

### Εργαλεία :

- |              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 7. Παχύμετρο | 7.Ελεγκτήρας γωνιών (γωνιά) |
| 8. Χαράκτης  | 8. Κοχλιοτόμος              |

9. Πόντα
10. Σφυρί
11. Πριόνι
12. Λίμες

9. Σπειρωτόμοι
10. Τρυπάνια
11. Μέγγενη
12. Δράπανο

### Πορεία εργασιών :

7. Κοπή χαλυβοελάσματος με μήκος 82mm .
8. -Λιμάρισμα της πλευράς Α , έως ότου γίνει επίπεδη . Με τη βοήθεια της γωνιάς , ελέγξτε την αν είναι ευθύγραμμη και αν είναι κάθετη στις δύο πλευρές με τη μεγάλη επιφάνεια (Z-Z' ) .  
- Λιμάρισμα της πλευράς Β και έλεγχος αυτής αν είναι κάθετη στην πλευρά Α και στις Z-Z' .  
- Λιμάρισμα της πλευράς Γ και έλεγχος καθετότητας στις Α και Z-Z'  
- Λιμάρισμα της πλευράς Δ και έλεγχος της γωνιάς (135°)
9. Χάραξη των κέντρων των δύο οπών και επιβολή αυτών με την πόντα .
10. Διάτρηση των οπών .
11. Σπειροτόμηση της μίας οπής όπως προβλέπει το σχέδιο .
12. Κοπή του αξονίσκου και κοχλιοτόμηση αυτού όπως προβλέπει το σχ. Ωστε να δοθεί σε αυτό η μορφή του μπουζονιού .

### Οδηγίες :

Το τρυπάνι έχει ορισμένη ικανότητα κοπής και εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του και από το υλικό που πρόκειται κάθε φορά να κόψει .

Ένας από τους παράγοντες που την επηρεάζουν είναι και οι στροφές που επιλέγονται για τη διάτρηση .

Βρείτε με βάση την κατωτέρω σχέση τις απαιτούμενες στροφές .

$$V_k = 20\text{m/min}$$

$$d = \text{διάμετρος τρυπανιού (mm)}$$

$$\pi = 3,14$$

$$n = \text{στρ. / λεπτό (R.P.M.)}$$

$$\boxed{v_k = \frac{\pi d n}{1000}} \quad n1 = \dots\dots$$

$$n2 = \dots\dots$$

Για να πραγματοποιηθεί η διάτρηση απαιτούνται δύο κινήσεις :

- Μία περιστροφική την οποία προηγουμένως αναφέραμε
- Μία ευθύγραμμη (εμβάθυνση) την οποία ονομάζουμε πρόωση .

**Πρόωση** ονομάζουμε την ευθύγραμμη μετατόπιση του κοπτικού ανά μία στροφή .

Η πρόωση δεν επιλέγεται αυθαίρετα , αλλά με βάση την ποιότητα του υλικού που διατρέιται , την αντοχή του τρυπανιού σε στρέψη και λυγισμό , την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα του δραπάνου και την ποιότητα της επιφάνειας της οπής που επιθυμούμε να επιτύχουμε .

Ο χρόνος που απαιτείται επομένως για τη διάτρηση υπολογίζεται από τη σχέση που ακολουθεί .

n = στροφές/min  
s = πρόωση / στροφή  
l = μήκος διάτρησης (mm)  
t = χρόνος διάτρησης (min)

$$t = \frac{l}{ns}$$

t1 = .....  
t2 = .....  
τολ = t1 + t2 = .....

Για σωστή διάτρηση χωρίς σφάλματα και για αποφυγή ατυχήματος απαιτείται :

- Σωστό τρόχισμα των τρυπανιών (σωστές γωνίες) .
- Για διάμετρο >5mm το άνοιγμα να γίνεται σταδιακά με διακύμανση διαμέτρων τρυπανιών κατά 5mm περίπου .
- Να ορίζεται με ποντάρισμα το κέντρο της οπής .
- Να ακινητοποιείται το εξάρτημα καλά στη μέγγενη .