



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ Ι

ΗΛΟΙ (καρφιά-πιρτσίνια)

Επιμέλεια : Δρ. Μαργαρίτα Μωυσίδη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

**ΗΛΩΣΗ= ΕΙΔΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΠΟΥ
ΓΙΝΕΤΑΙ ΜΕ ΗΛΟΥΣ**

ΗΛΟΙ (καρφιά-πιρτσίνια)

1. Όταν σαν μέσον σύνδεσης χρησιμοποιείται ο ήλος, λέμε ότι έχουμε μια ήλωση.
2. Οι ήλοι τοποθετούνται σε οπές που γίνονται στα ελάσματα που θέλουμε να συνδέσουμε.
3. Τα ελάσματα είναι χονδρές λαμαρίνες που χρησιμοποιούνται συχνά π.χ για να κατασκευαστούν μεταλλικά βαρέλια στα οποία τοποθετούνται ρευστά υπό πίεση, με αποτέλεσμα οι ηλώσεις να δέχονται ισχυρές καταπονήσεις.
4. Ηλώσεις χρησιμοποιούνται και σε μεταλλικές κατασκευές, όπως γερανογέφυρες, όπου και εκεί δέχονται εφελκυστικές και διατμητικές δυνάμεις κυρίως.

Οι Ηλώσεις είναι αναντικατάστατες

1. Στις συνδέσεις κομματιών που δεν επιδέχονται συγκόλληση. Όταν υπάρχει κίνδυνος τα συνδεδεμένα κομμάτια να χάσουν την αντοχή τους λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που προκαλείται κατά τη συγκόλληση(π.χ κελυφη αεροσαφών), ατμολέβητες με ήλους, δοκοί γεφυρες
2. Όταν η σύνδεση καταπονείται δυναμικά φορτία

Ατμολέβητες με ήλους



Πλεονεκτήματα Ηλώσεων:

- 1) δεν δημιουργούνται τάσεις στα συνδεόμενα κομμάτια,
- 2) η ποιότητα των ηλώσεων ελέγχεται ευκολότερα,
- 3) πιο ασφαλείς κατασκευές

Κέλυφος αεροσκάφους



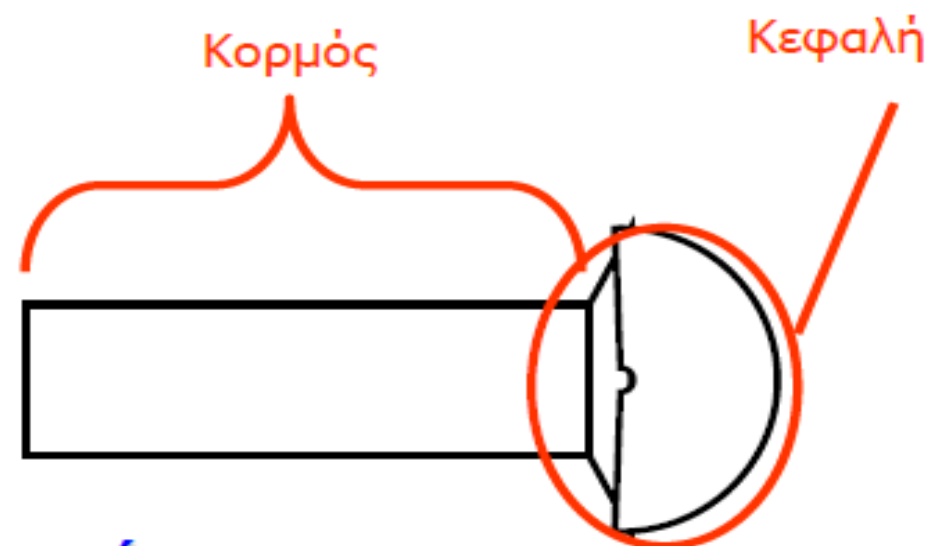
Δοκοί Γέφυρας



Ο Ήλος

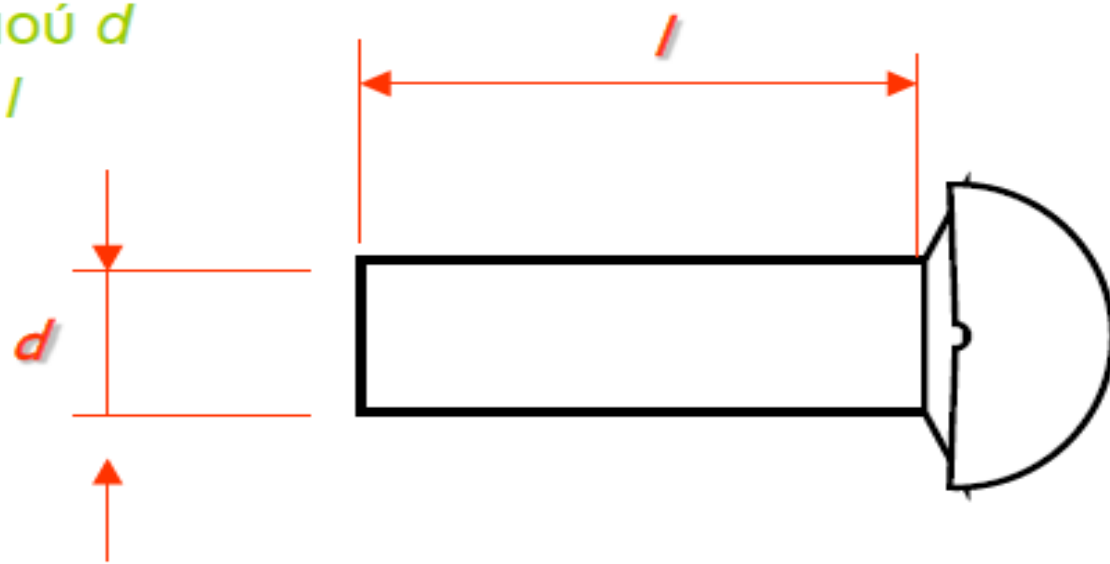
Ο ήλος αποτελείται από :

*Τη κεφαλή
Το κορμό*



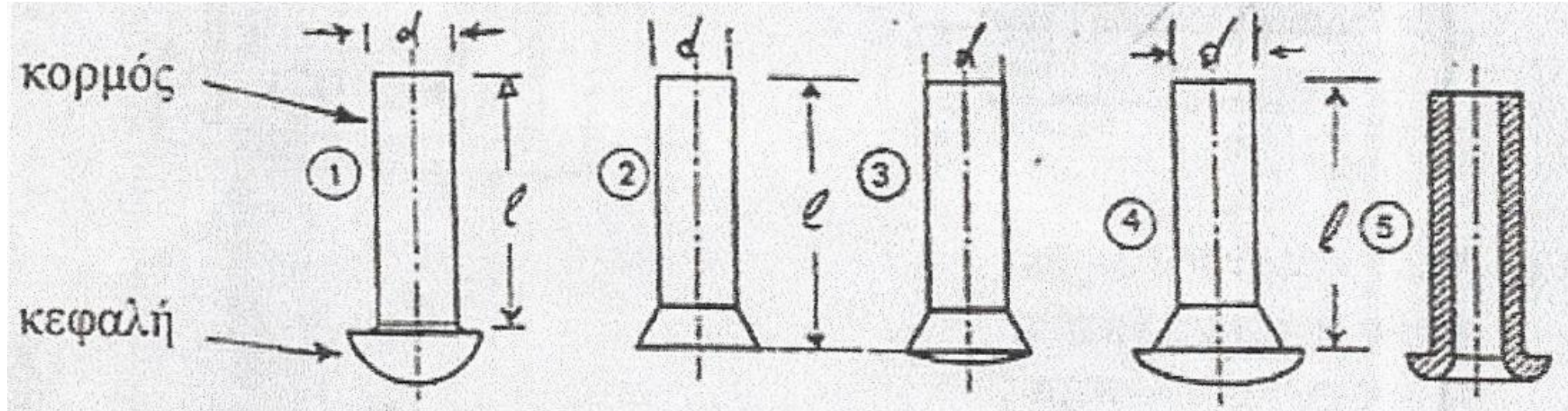
Οι βασικές διαστάσεις ενός ήλου είναι :

- Η διάμετρος του κορμού d
- Το μήκος του κορμού l

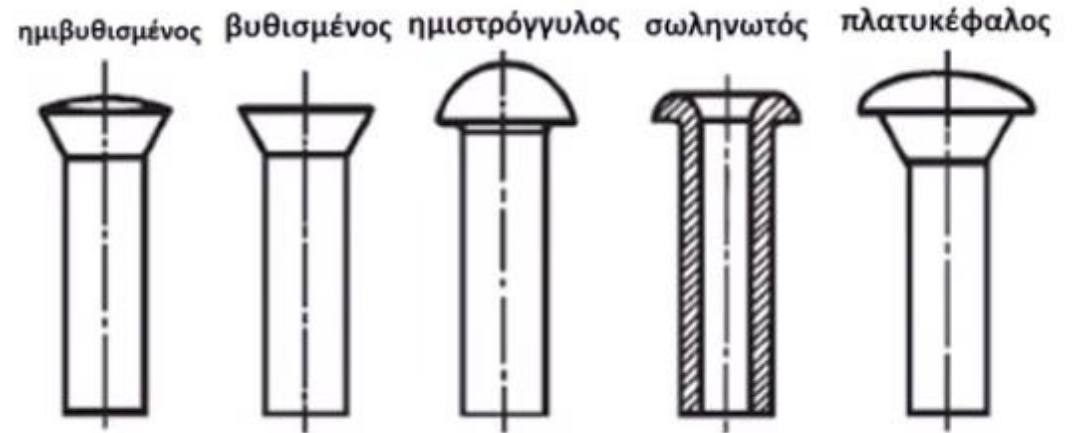


Με τους ήλους μπορούν να συνδεθούν δύο ή περισσότερα στοιχεία που αποτελούνται από το ίδιο ή διαφορετικό υλικό και για μόνιμη σύνδεση των κομματιών.

Ο κορμός των ήλων που χρησιμοποιούνται στις μηχανολογικές κατασκευές είναι πάντα κυλινδρικής μορφής (Α) ενώ η κεφαλή μπορεί να έχει διάφορες μορφές.



Ο κορμός των ήλων που χρησιμοποιούνται στις μηχανολογικές κατασκευές είναι πάντα κυλινδρικής μορφής (Α) ενώ η κεφαλή μπορεί να έχει διάφορες μορφές.



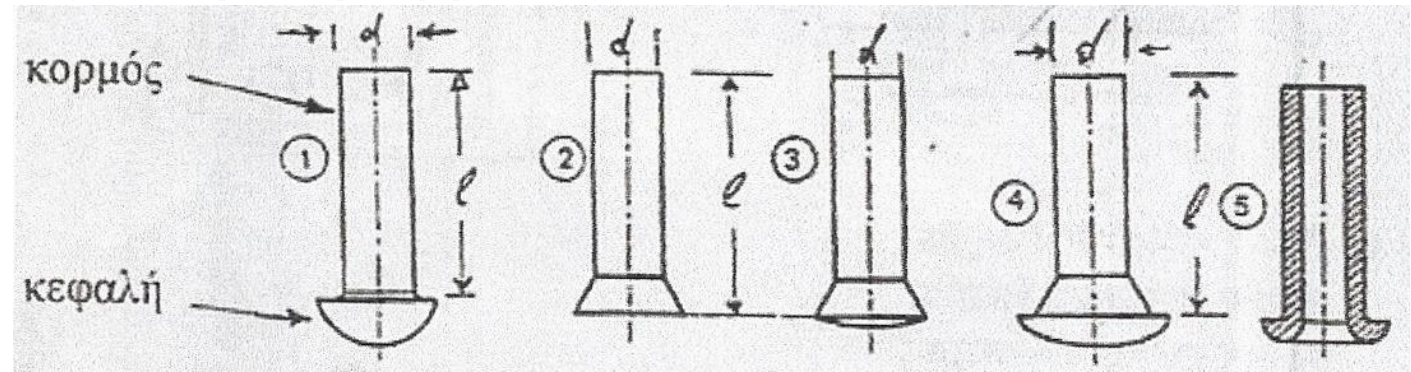
1. Ημισφαιρικός ή στρογγυλοκέφαλος.
2. Φρεζάτος ή βυθιζόμενος.
3. Φρεζάτος ή ημιβυθιζόμενος.
4. Πλατυκέφαλος.
5. Εκτονωτικός.

$$A = \frac{\pi \cdot d^4}{4}$$

Ο ήλος έχει δυο χαρακτηριστικές διαστάσεις το μήκος L που βυθίζεται στο υλικό και τη διάμετρο του κορμού d .

Ο κορμός των ήλων που χρησιμοποιούνται στις μηχανολογικές κατασκευές είναι πάντα κυλινδρικής μορφής (Α) ενώ η κεφαλή μπορεί να έχει διάφορες μορφές.

1. Ημισφαιρικός ή στρογγυλοκέφαλος ή ημιστρογγυλος .
2. Φρεζάτος ή βυθιζόμενος.
3. Φρεζάτος ή ημιβυθιζόμενος.
4. Πλατυκέφαλος.
5. Εκτονωτικός ή εκτονωτικός.



Ο ήλος έχει δυο χαρακτηριστικές διαστάσεις το μήκος L που βυθίζεται στο υλικό και τη διάμετρο του κορμού d.

Σε περίπτωση βυθιζόμενης κεφαλής ως μήκος λ του ήλου παίρνουμε το ύψος του κορμού του ήλου ΣΥΝ το υψος της κεφαλής

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

Ειδη ήλων ανάλογα με την διάμετρο τους

1. Ηλοι με διάμετρο κάτω των 10 mm

$$d < 10\text{mm}$$

**2. Ηλοι με διάμετρο πάνω των 10 mm ή λεβητόκαρφα
(λεβητοποιεία)**

$$d > 10\text{mm}$$

Υλικά Κατασκευής

Οι ήλοι κατασκευάζονται από :

1. Ανθρακούχο Χάλυβα
2. Χαλκό
3. Αλουμίνιο

Σημείωση: Το υλικό του ήλου θα πρέπει απαραίτητα να είναι το ίδιο (ιδανικά) ή έστω παρόμοιο με το υλικό των κομματιών που θέλουμε να συνδέσουμε. Γιατί σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει κίνδυνος να εμφανιστεί σκουριά και φθορά των μετάλλων από την εμφάνιση διμεταλλικών τάσεων στα σημεία επαφής ήλου και ελασμάτων

χάλκινοι



αλουμινένιοι



χαλύβδινοι



ορειχάλκινοι



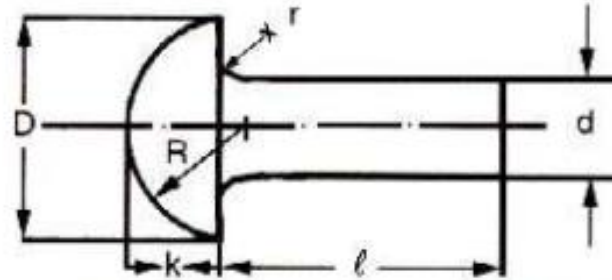
ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΩΝ - ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΤΟΥΣ

Πρέπει να αναφερουμε

1. ονομασία,
2. διάμετρο κορμού του ήλου
3. μήκος κορμού ήλου
4. το υλικό κατασκευής του
5. το φύλλο DIN - γερμανικών κανονισμών τυποποίησης

Για παράδειγμα 18x70 DIN124 : Πρόκειται για ημιστρογγυλο ήλο που περιγράφεται στο φύλλο DIN 124 με διάμετρο 18mm και μήκος κορμού 70mm

Διαστάσεις ήλων σιδηροκατασκευών κατά DIN 124



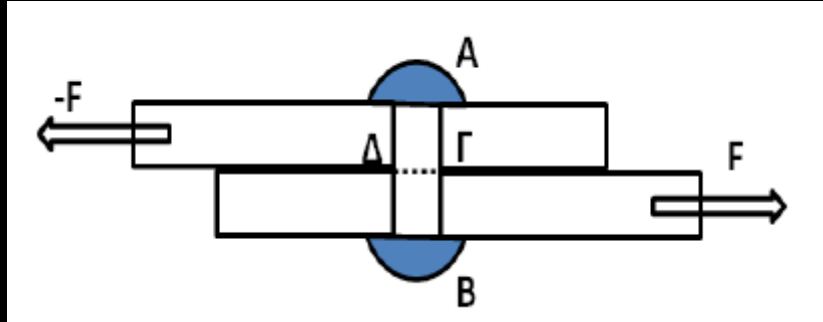
d (mm)	D (mm)	k (mm)	R (mm)	r (mm)	d_1 (mm)
10	16	6,5	8	0,5	11
12	19	7,5	9,5	0,6	13
14	22	9,0	11	0,6	15
16	25	10	13	0,8	17
18	28	11,5	14,5	0,8	19
20	32	13	16,5	1,0	21
22	36	14	18,5	1,0	23
24	40	16	20,5	1,2	25
27	43	17	22	1,2	28
30	48	19	24,5	1,6	31
33	53	21	27	1,6	34
36	59	23	30	2,0	37

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ (αναλογα με τον σκοπό)

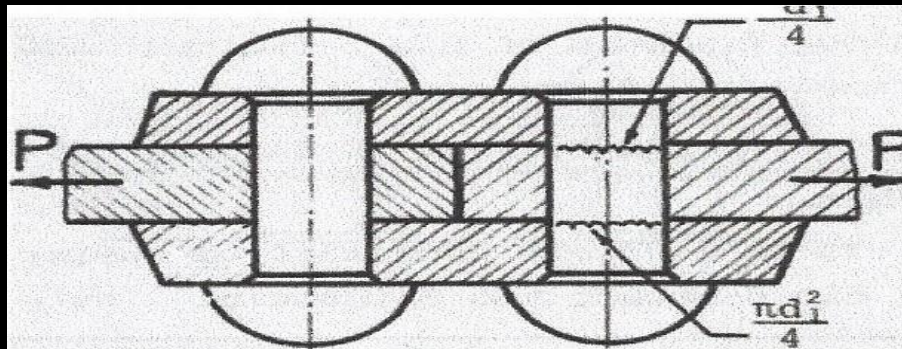
- **ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ:** Χρησιμοποιούνται ως ενώσεις μεταφοράς δυνάμεων σε κατασκευές από χάλυβα και ελαφρά μέταλλα (γέφυρες, γερανοί, μεταλλικά κτίρια), καθώς και στη γενική μηχανολογία
- **ΣΤΕΓΑΝΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ:** Χρησιμοποιούνται για να έχουμε **στεγανότητα** στην κατασκευή δοχείων (ιδιαίτερα στη ναυπηγική)
- **ΣΤΕΡΕΟΣΤΕΓΑΝΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ:** Χρησιμοποιούνται σε **ατμολέβητες** και σε **κλειστά δοχεία πίεσης** όταν θέλουμε τα ελάσματα να έχουν στεγανότητα αλλά να γίνεται και μεταβίβαση δυνάμεων
- **ΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΕΩΣ:** Χρησιμοποιούνται ως μέσο σύνδεσης επενδύσεων μεταλλικών σκελετών με ελάσματα (π.χ λεωφορεία, αεροπλάνα, εσωτερικές διαμορφωσης χώρων, φερουσα κατασκευή που το περίβλημα της είναι μεταλλο μικρου πάχους που ενωνονται με ηλώσεις)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ (αναλογα με τον τρόπο τοποθέτησης ελασμάτων)

- ΗΛΩΣΕΙΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ: ΤΟ ΕΝΑ ΕΛΑΣΜΑ ΜΕΡΙΚΩΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΛΛΟ

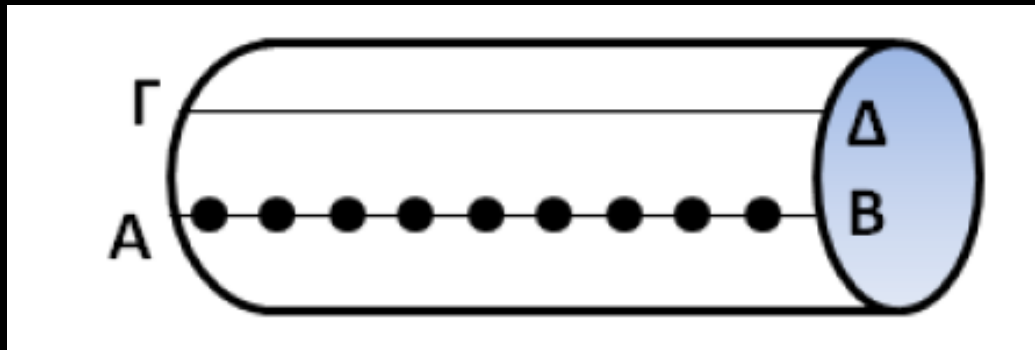


- ΗΛΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΡΜΟΚΑΛΥΠΤΡΑ: ΤΑ ΕΛΑΣΜΑΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΝΤΑΙ ΜΕΤΩΠΙΚΑ ΚΑΙ Ο ΑΡΜΟΣ ΤΟΥΣ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΜΕ ΕΝΑ Ή ΔΥΟ ΕΛΑΣΜΑΤΑ (ΑΡΜΟΚΑΛΥΠΤΡΕΣ)



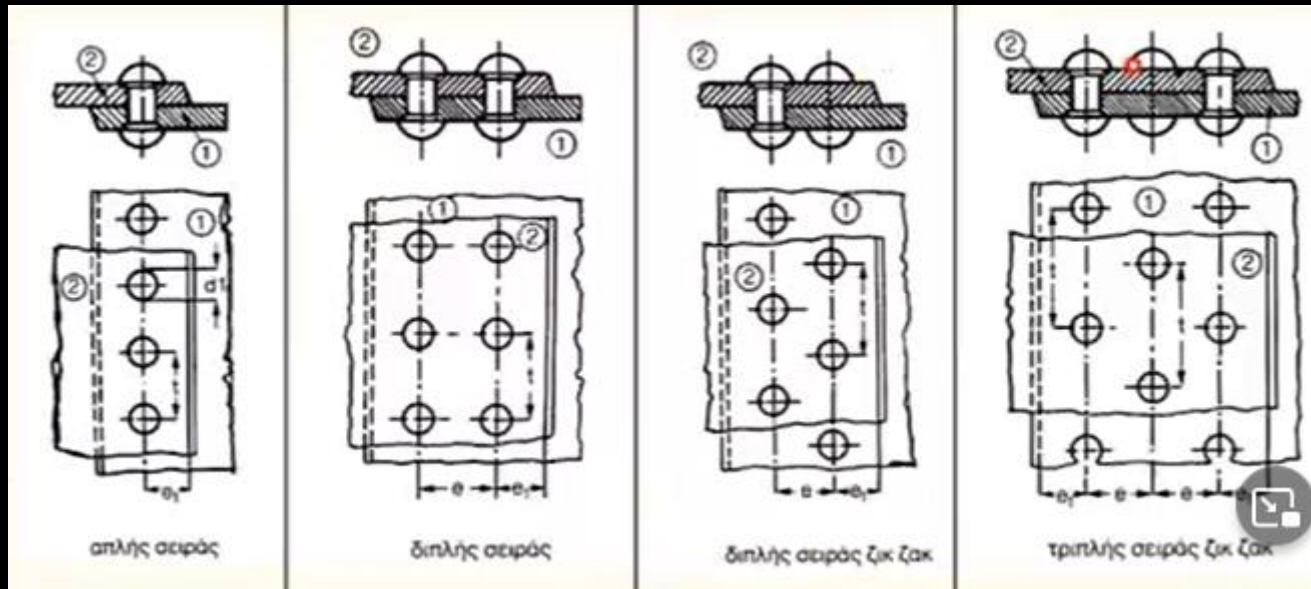
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ (αναλογα με το πλήθος των σειρών ήλων που χρησιμοποιούνται τρόπο κατασκευής-τοποθέτησης ελασμάτων)

- ΗΛΩΣΕΙΣ ΑΠΛΗΣ ΣΕΙΡΑΣ
- ΗΛΩΣΕΙΣ ΔΙΠΛΗΣ ΣΕΙΡΑΣ
- ΗΛΩΣΕΙΣ ΤΡΙΠΛΗΣ ΣΕΙΡΑΣ



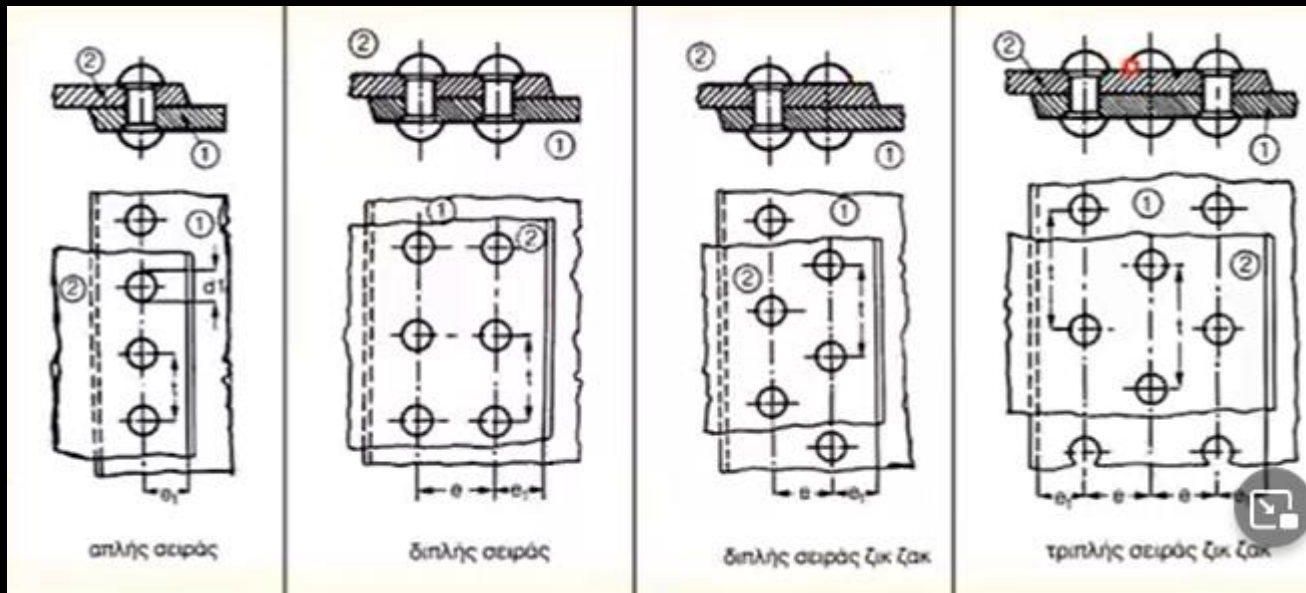
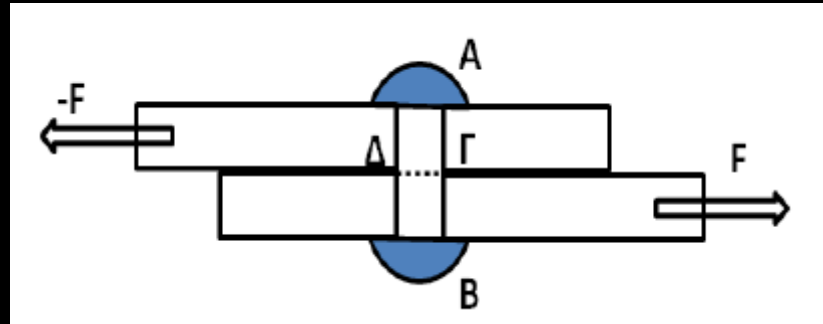
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ (αναλογα με την διάταξη των σειρών των ήλων)

- ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΗΛΩΣΗ : Οι άξονες ήλων γειτονικών σειρών σχηματίζουν τετράγωνα
- ΡΟΜΒΟΕΙΔΗΣ ή Ζιγκ-Ζαγκ Ηλωση: Οι άξονες ήλων γειτονικών σειρών σχηματίζουν ρόμβο ή ζιγκ-ζαγκ (μετάθεση σειρών)



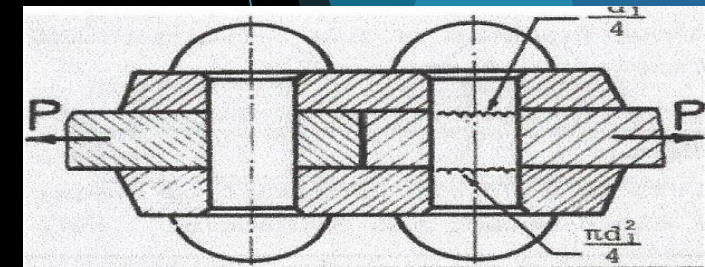
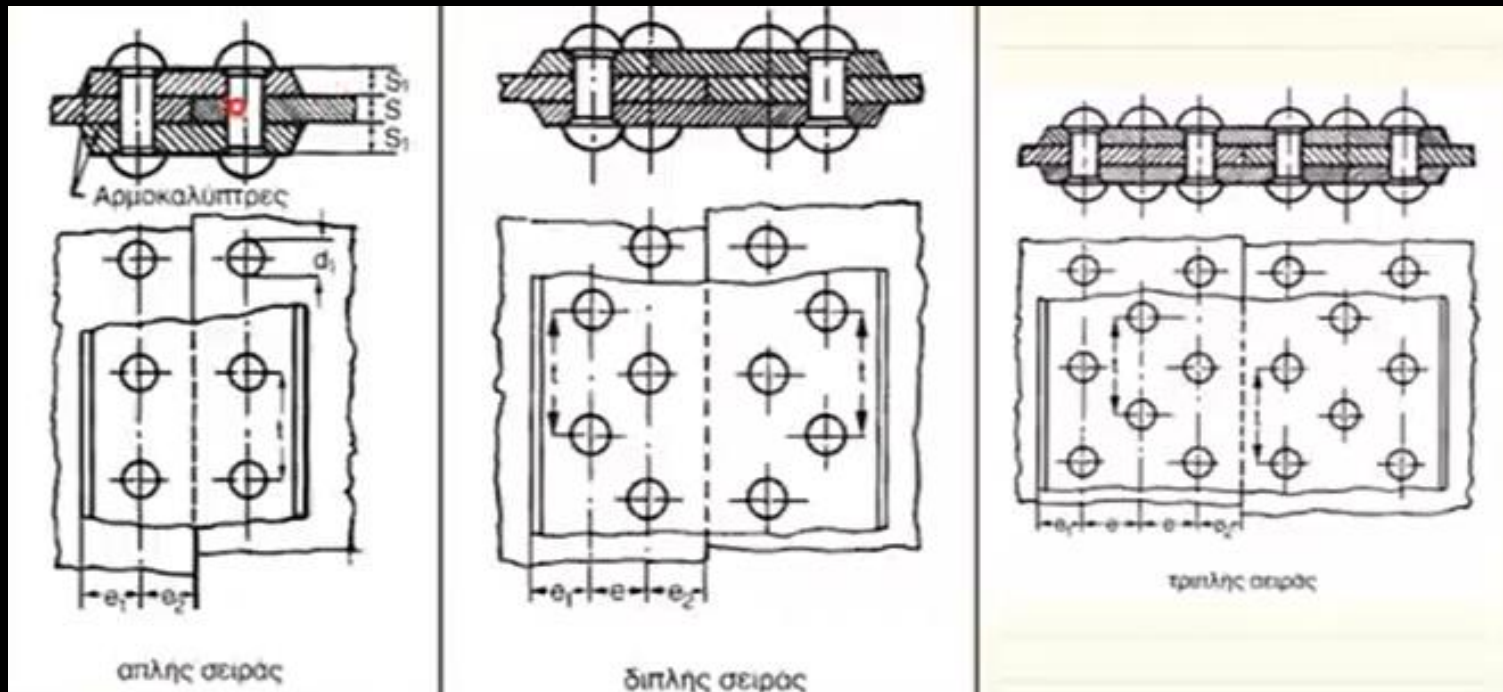
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ (αναλογα με τον τρόπο τοποθέτησης ελασμάτων)

➤ ΗΛΩΣΕΙΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ: ΤΟ ΕΝΑ ΕΛΑΣΜΑ ΜΕΡΙΚΩΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΑΛΛΟ



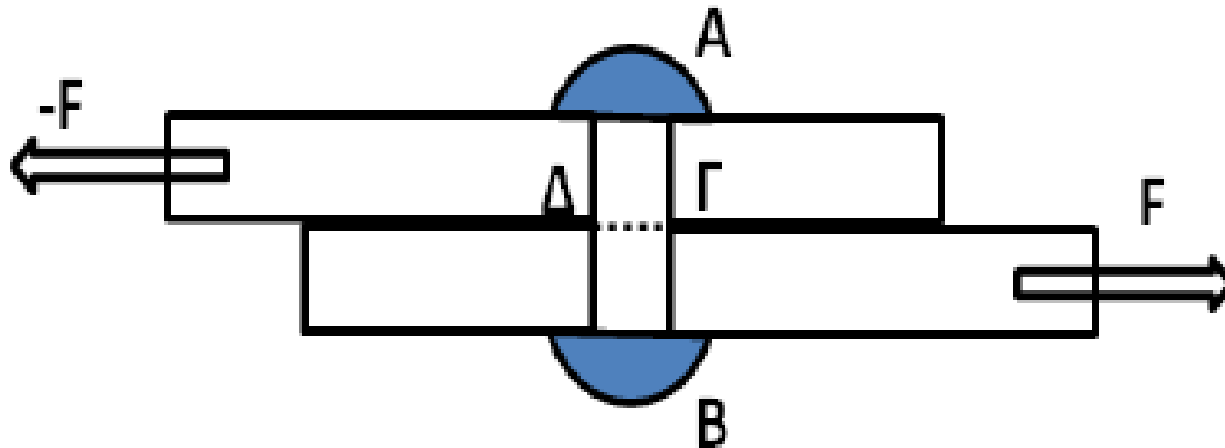
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ (αναλογα με τον τρόπο τοποθέτησης ελασμάτων)

- ΗΛΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΡΜΟΚΑΛΥΠΤΡΑ: ΤΑ ΕΛΑΣΜΑΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΝΤΑΙ ΜΕΤΩΠΙΚΑ ΚΑΙ Ο ΑΡΜΟΣ ΤΟΥΣ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΜΕ ΕΝΑ ή ΔΥΟ ΕΛΑΣΜΑΤΑ (ΑΡΜΟΚΑΛΥΠΤΡΕΣ)

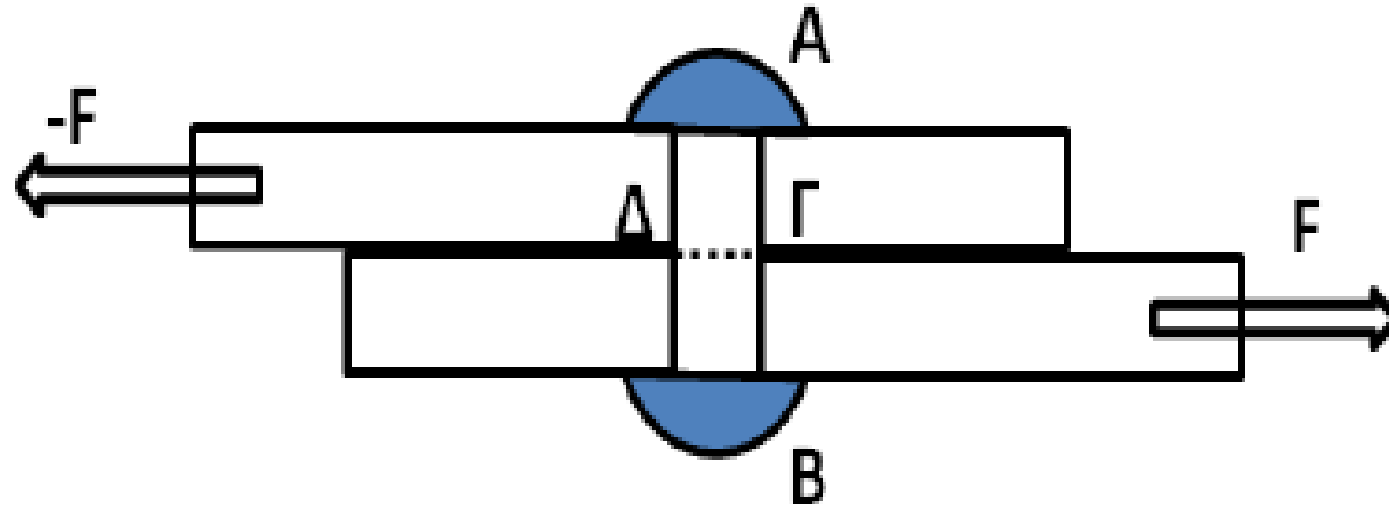


Εστω δυο ελάσματα τα οποία συνδέονται με επικάλυψη και χρησιμοποιείται μια σειρά ήλων.

1. Ο ήλος είναι ο AB με τις δύο κεφαλές και τον κορμό του.
2. Ο ήλος έχει συμμετρική μορφή, με το κάθε τμήμα να περιλαμβάνει τον μισό κορμό και τη μια κεφαλή. Κάθε ένα από τα τμήματα αυτά είναι προσκολλημένο στο ένα έλασμα.



3. Όταν τα ελάσματα εφελκούνται με δύο ίσες και αντίθετες δυνάμεις, F και $-F$, το επάνω έλασμα τραβά προς τα αριστερά το επάνω μισό του ήλου και το κάτω έλασμα τραβά προς τα δεξιά το κάτω μισό του ήλου μέσω του κορμού του. Έτσι όπως τραβούν τον κορμό του ήλου τα δυο ελάσματα, φαίνεται ότι ο ήλος πάει να κοπεί στην τομή $\Gamma\Delta$, σαν να τον κόβει ένα ψαλίδι.



4. Αυτού του είδους η καταπόνηση ονομάζεται διάτμηση και όπως σε κάθε υλικό υπάρχει η επιτρεπόμενη τάση εφελκυσμού, παρομοίως υπάρχει και η επιτρεπόμενη τάση διάτμησης για να συγκριθεί με αυτήν η ασκούμενη τάση διάτμησης.

Η τάση διάτμησης (ή διατμητική τάση) δίνεται από τον τύπο

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Πρέπει να ισχύει

$$\tau \leq \tau_{\text{(επιτρεπ)}}$$

➤ **Στις ασκήσεις με Z** συμβολίζουμε τον αριθμό των ήλων που καταπονούνται σε διάτμηση.

1. Σε ήλωση επικάλυψης όπου Z βάζουμε τον συνολικό αριθμό ήλων

2. Σε ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα όπου Z βάζουμε τον αριθμό των ήλων *δεξιά ή αριστερά* του αρμού)

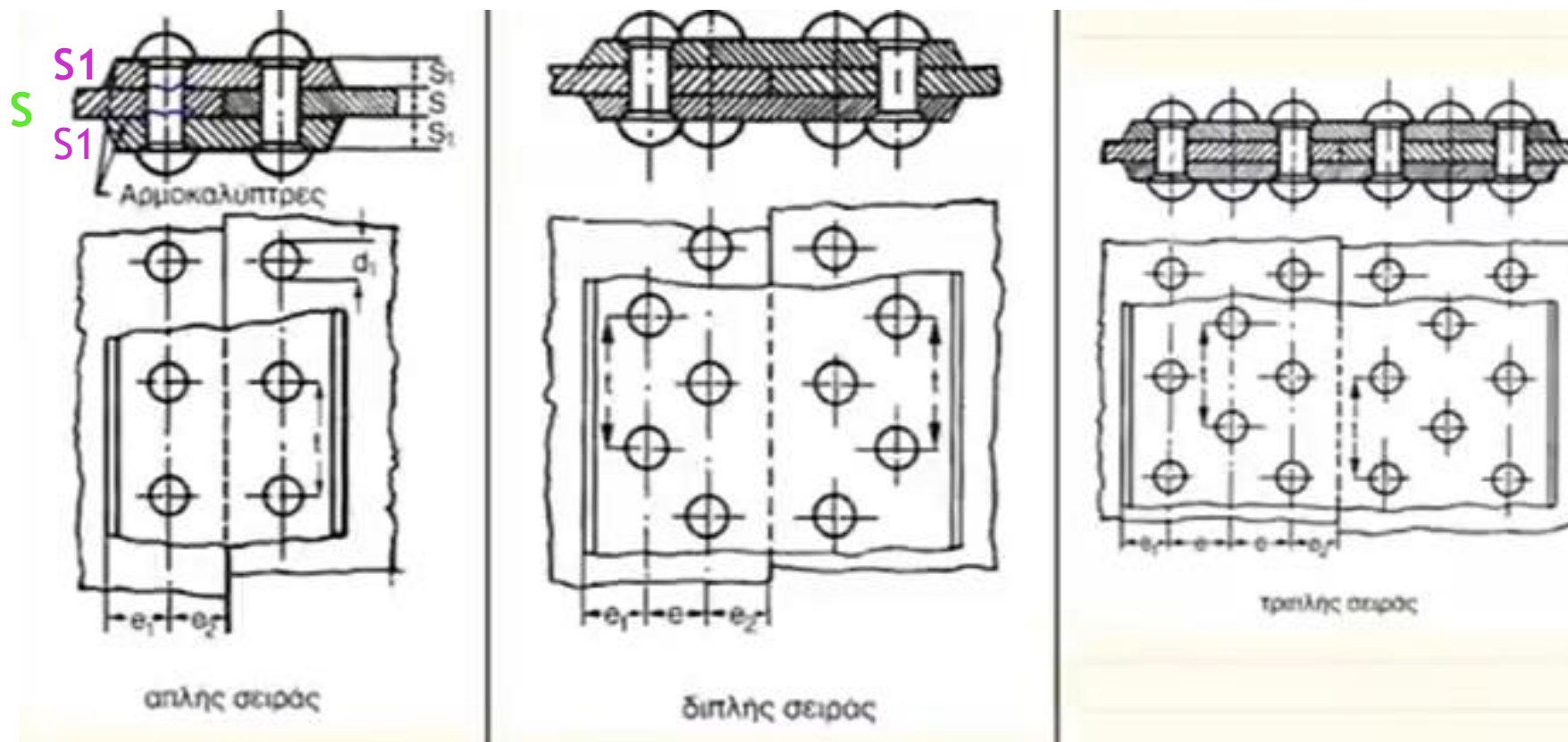
➤ **Στις ασκήσεις** με **m** συμβολίζουμε τον αριθμό των διατομών του ήλου που καταπονούνται σε διάτμηση.

1. Σε ήλωση απλής τομής ή ηλώσεις με μια αρμοκαλύπτρα βαζουμε όπου $m=1$

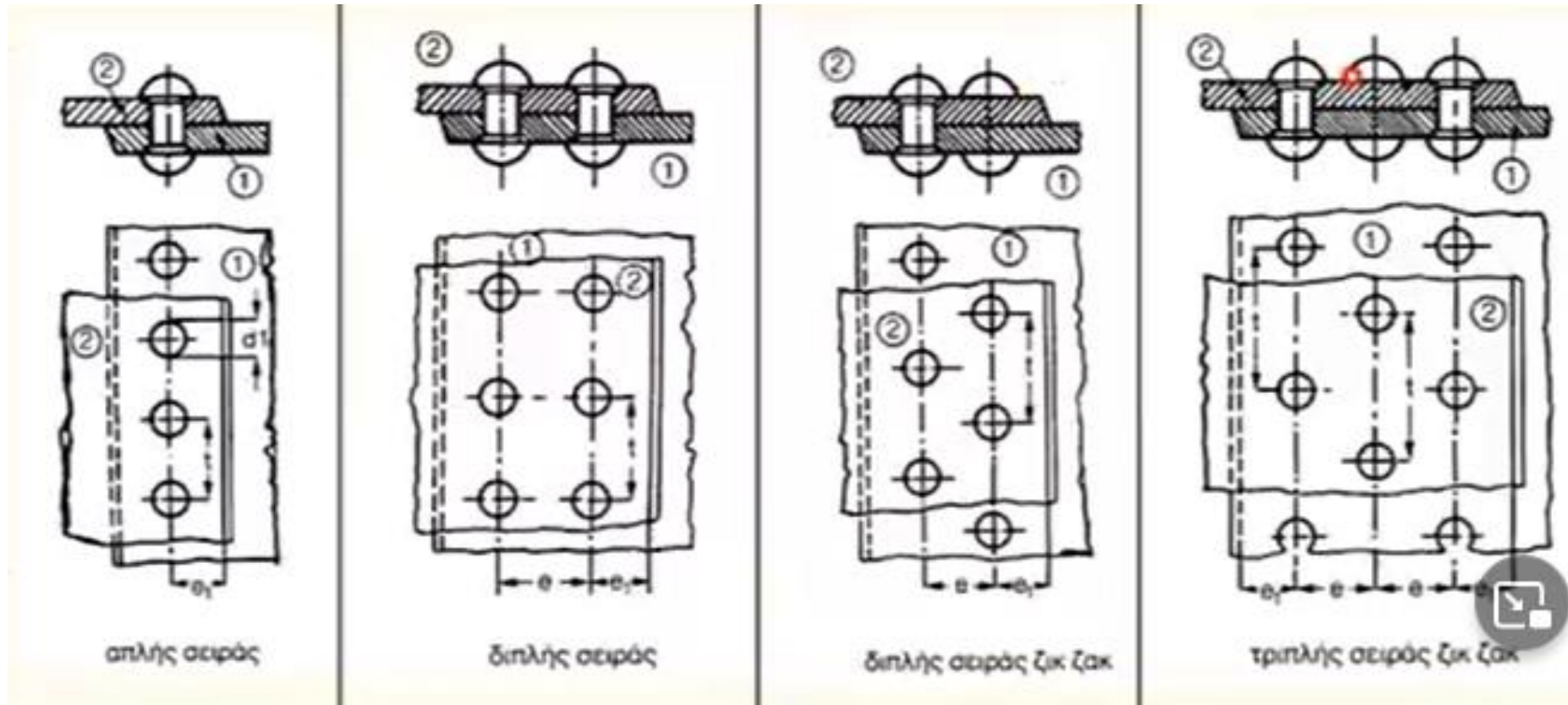
2. Σε ηλώσεις με διπλή αρμοκαλύπτρα βάζουμε όπου $m=2$

Με Z (κρισιμο) συμβολίζουμε τον αριθμό των ήλων της κρίσιμης διατομής

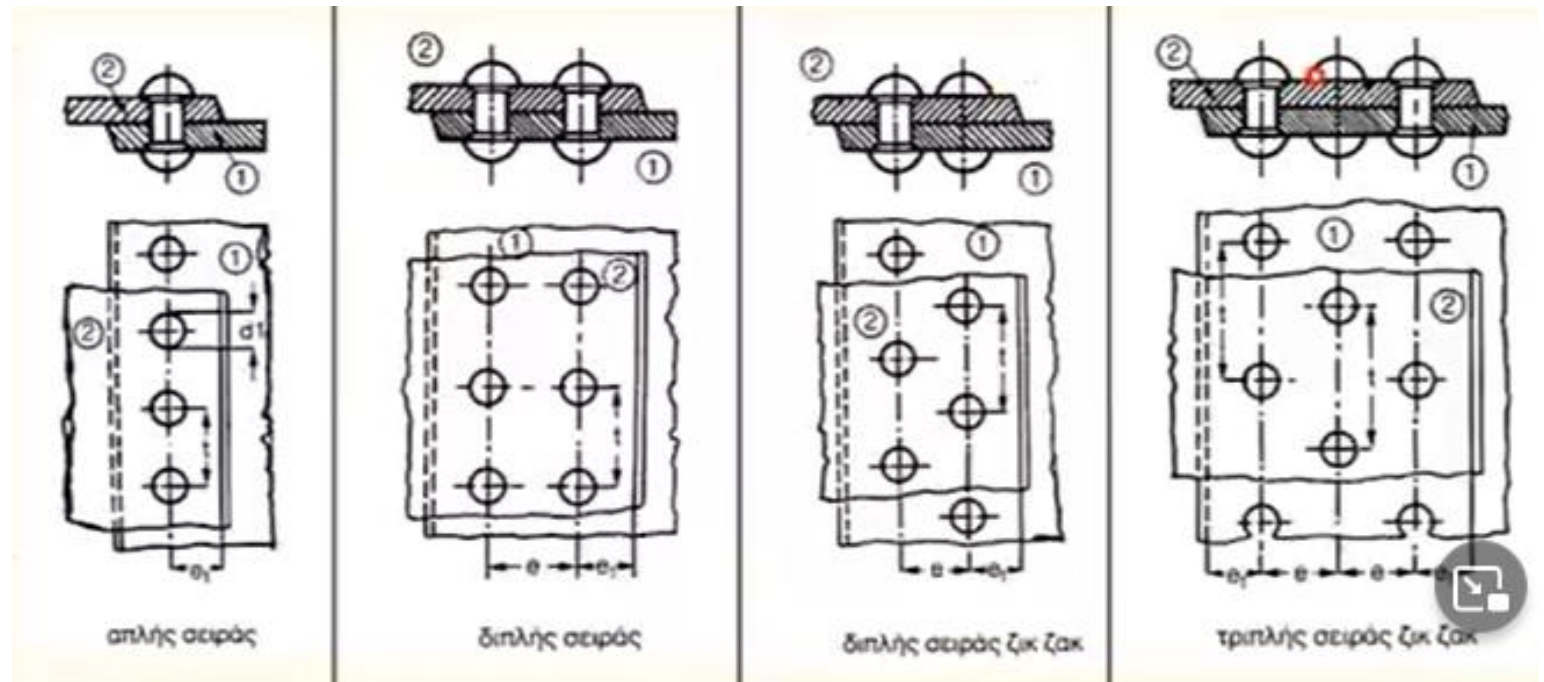
- **Στις ασκήσεις** με **S** συμβολίζουμε τα πάχη των ελασμάτων που θα συνδεθούν ενώ με **S1** τα πάχη των αρμοκαλυπτών (συνήθως είναι τα ίδια αλλά όχι πάντοτε τα ίδια)



➤ Άλλα μεγέθη d_1 = διάμετρος οπής, e , e_1 και e_2 και t



- d_1 = διάμετρος οπής
- Βήμα ήλωσης t = απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών ήλων της ίδιας σειράς
- e_1 = απόσταση της ακραίας σειράς των ήλων από την άκρη
- e_2 = απόσταση της ακραίας σειράς των ήλων από τον αρμό (μόνο σε ηλώσεις με αρμοκάλυπτρα)



➤ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΗΛΩΣΕΩΝ

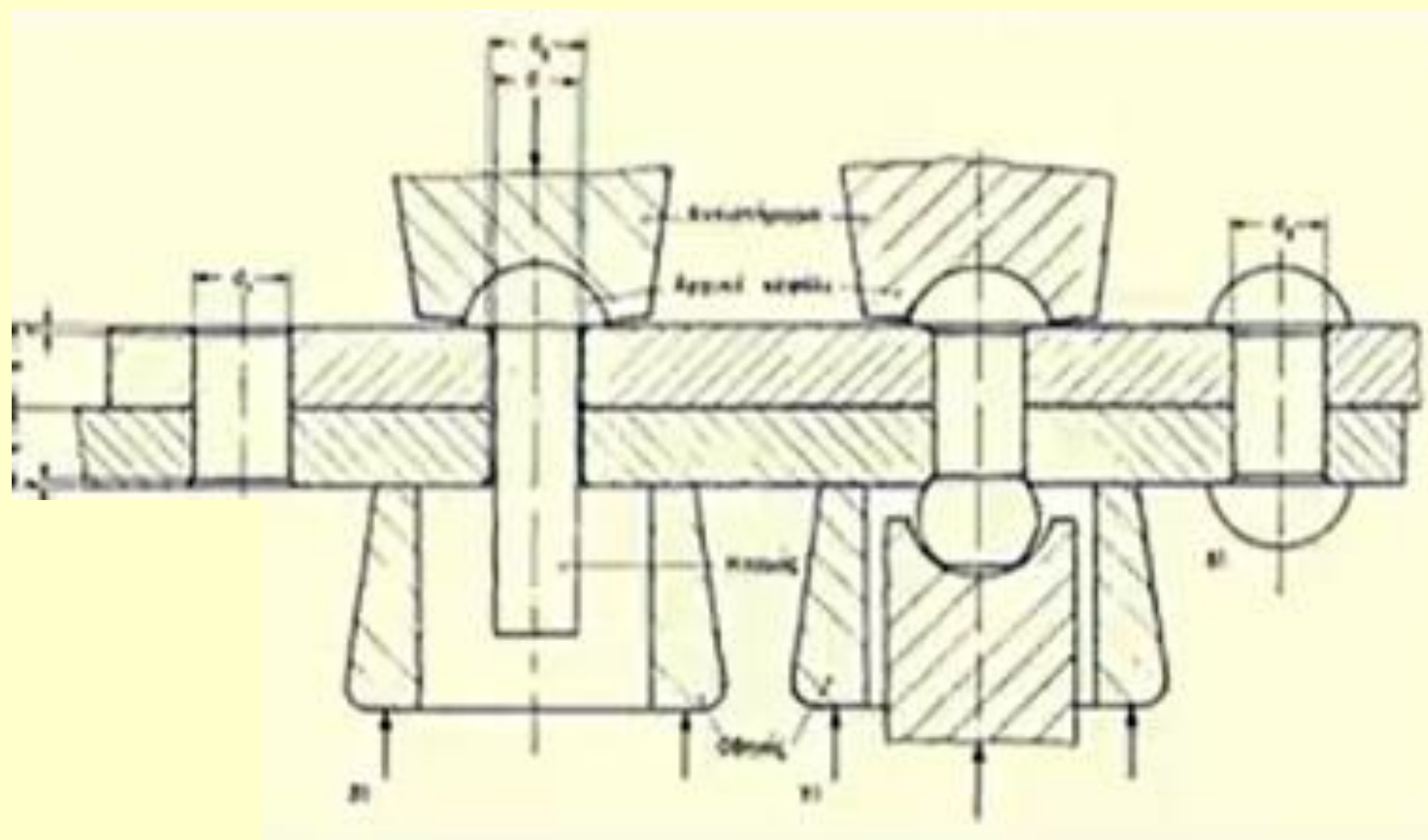
1. ΜΕΘΟΔΟΣ χειροκίνητα - ήλωση με πιστολέτο
2. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΗΛΩΣΗ

Αρχικά πριν την ήλωση γίνεται σύσφιξη των ελασμάτων στην πρώτη περίπτωση με μηχανικούς σφιγκτήρες και στην δεύτερη με την μηχανική ήλωσης.

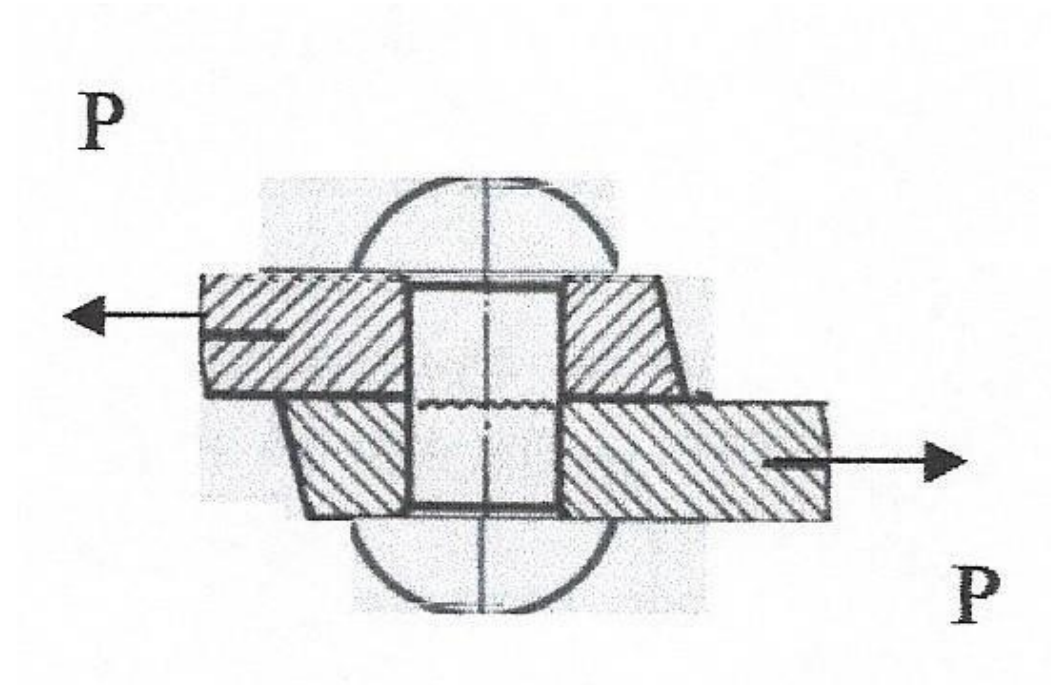
- Στην ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΗΛΩΣΗ εφoσον τα ελασματα τοποθετηθούν στην θέση που θέλουμε και γίνει η σύσφιξη τους, στην συνέχεια ανοιγονται με δραπενο οι οπές της ηλωσης αλλα με τετοιο τροπο ώστε οι οπές και στα δυο ελάσματα να είναι ομόκεντρες (ομοαξανικές).

Η διάμετρος των οπών πρέπει να είναι $d_1 = d + 1$ (mm) οπου d είναι η διάμετρος του κορμού του ήλου.

Με έναν οδηγό πιεζονται τα ελάσματα και το αρχικό κεφάλι κάθε ήλου με ένα αντιστηριγμα το οποια διαμορφωνεται σαν μητρα του κεφαλιού του ήλου



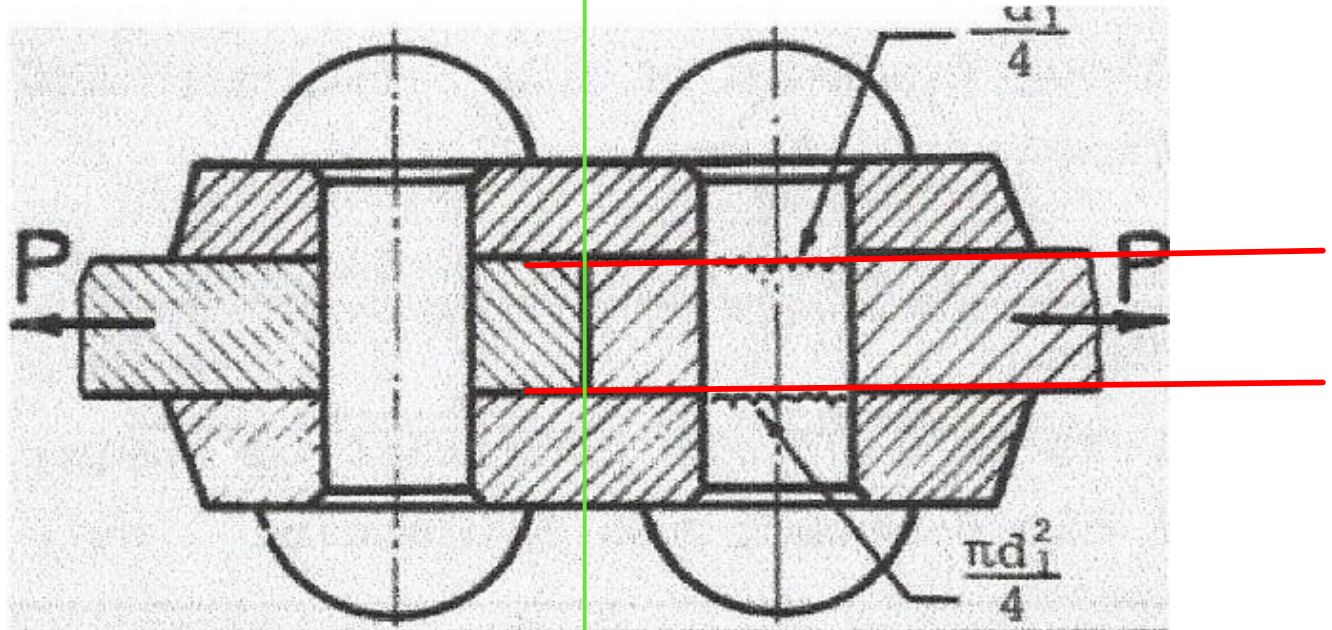
Επειδή ο ήλος τέμνεται σε μία διατομή οι ηλώσεις αυτές λέγονται απλής τομής.



Η διατομή ενός σφυρηλατημένου ήλου είναι $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

Στις ηλώσεις απλής τομής καταπονείται μία επιφάνεια του ήλου

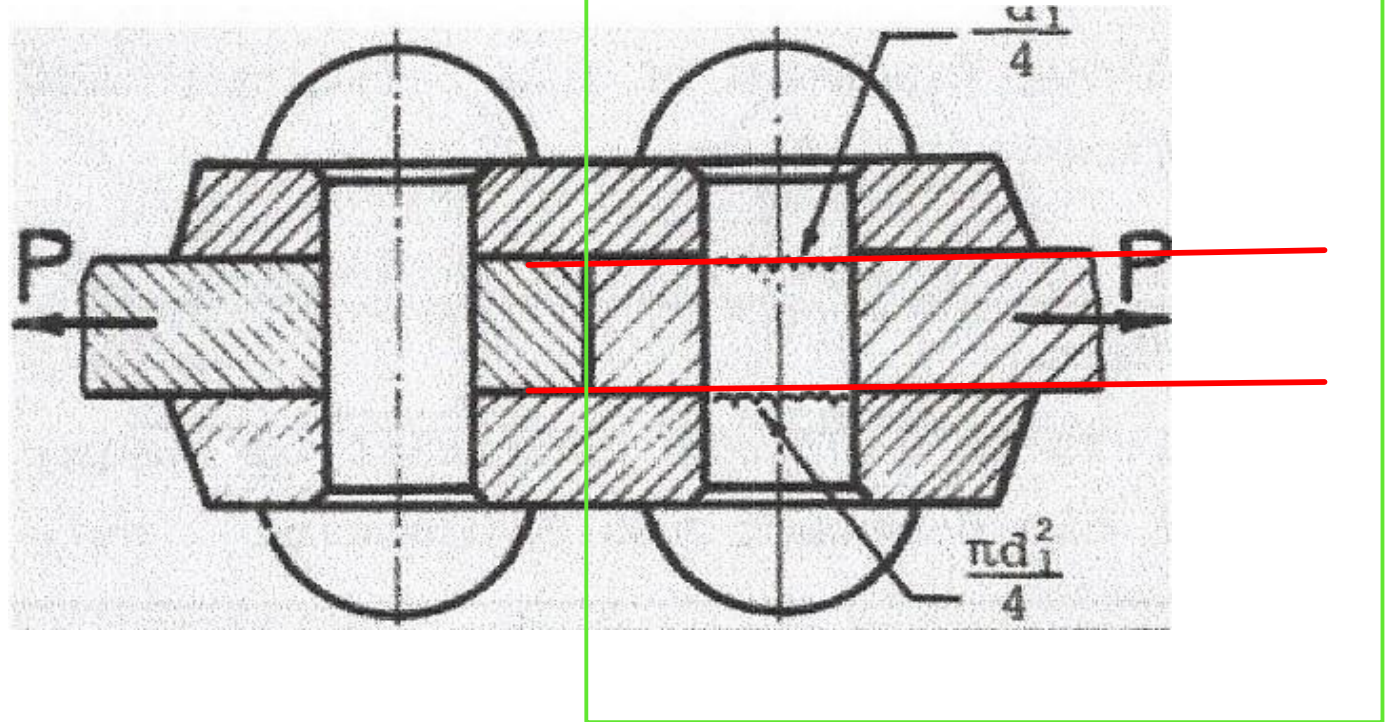
Στην ήλωση του σχηματος το φορτίο P προσπαθεί να κόψει τους ήλους εγκάρσια σε δύο διατομές που βρίσκονται στις γραμμές επαφής ελασμάτων αρμοκαλύπτρων. Η ήλωση αυτή λέγεται διπλής τομής.



Καταπόνηση ήλου διπλής τομής.

ενώ στις ηλώσεις διπλής τομής καταπονούνται δύο επιφάνειες, δηλαδή

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



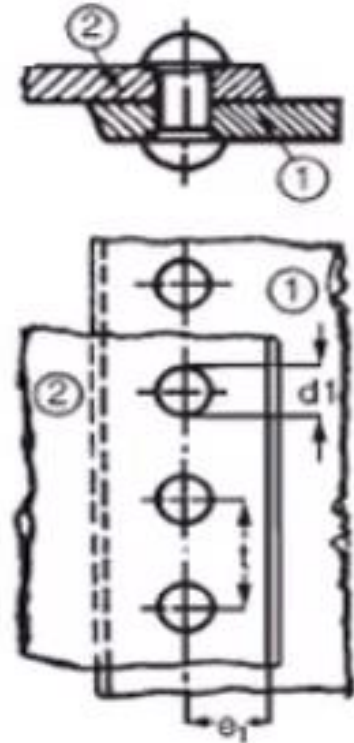
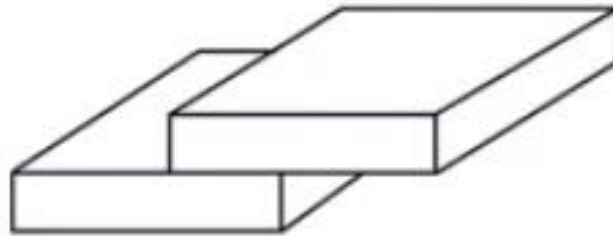
Καταπόνηση ήλου διπλής τομής.

Έχουμε δύο περιπτώσεις:

Περίπτωση 1: ήλωση είναι με επικάλυψη

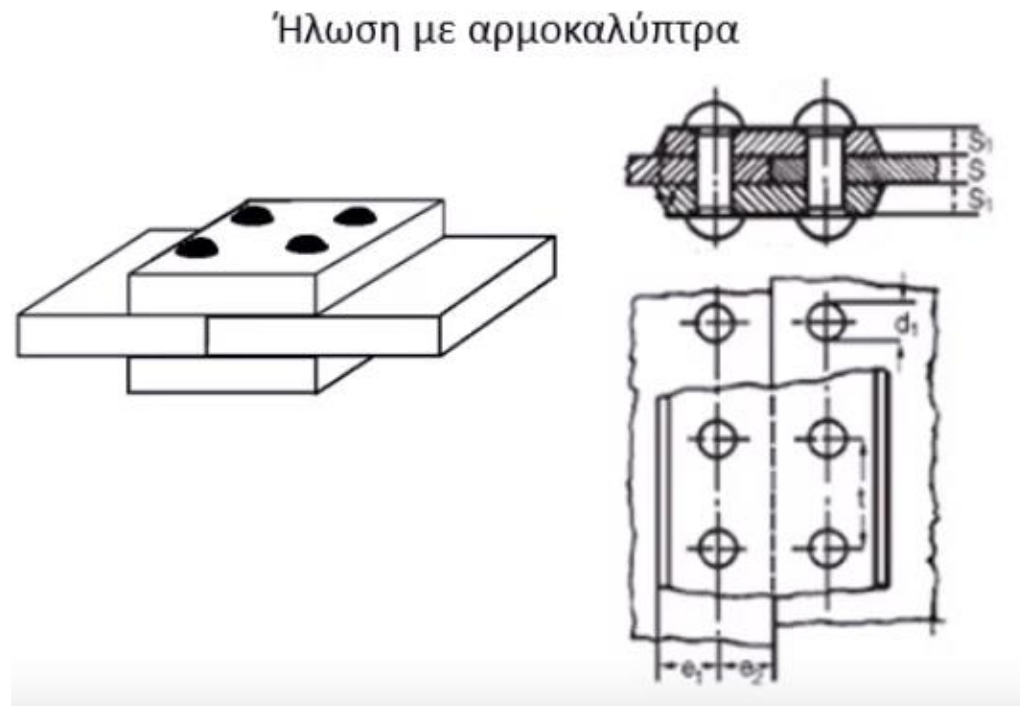
Αν η ήλωση είναι με επικάλυψη σε κάθε ήλο υπάρχει μία διατομή που καταπονείται.

Ήλωση με επικάλυψη

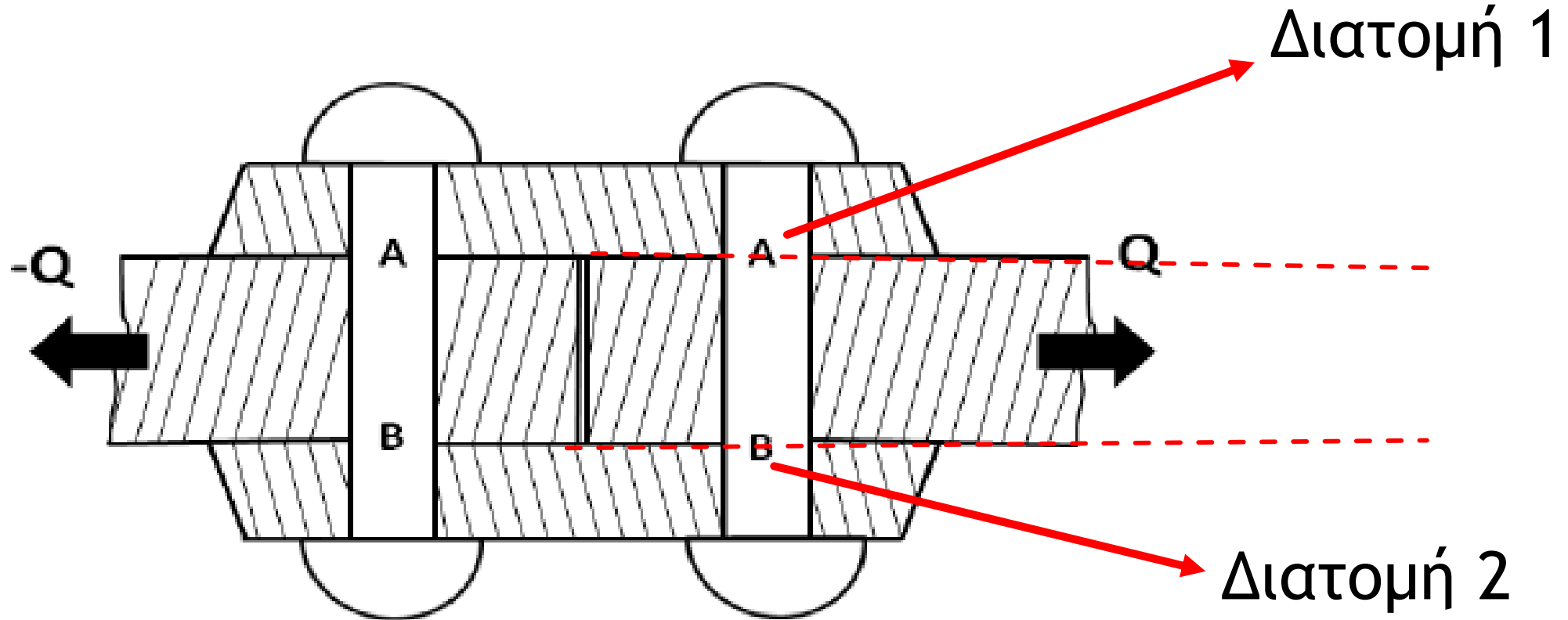


Περίπτωση 2: Ήλωση με αρμοκαλύπτρες.

Δυο συνδεόμενα κομμάτια εφαπτονται μετωπικώς ενώ πάνω και κάτω από τον αρμό τους τοποθετούνται δυο αλλα κομματα που ονομάζονται αρμοκαλύπτρες.



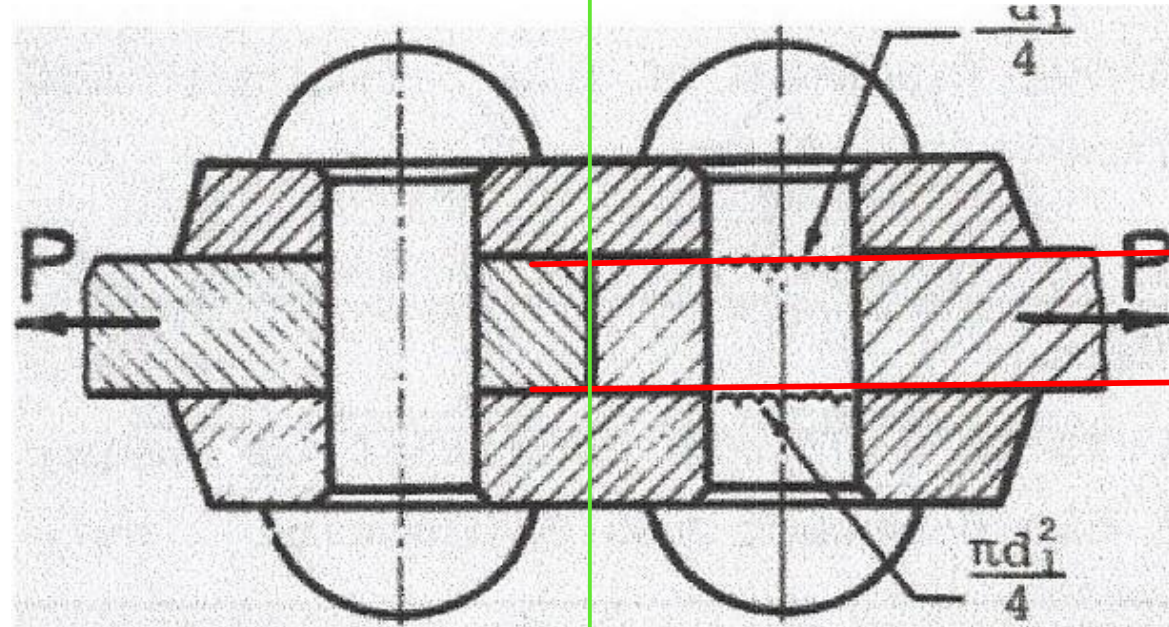
Αν έχουμε δυο αρμοκαλύπτρες κάθε ήλος έχει δύο διατομές.



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

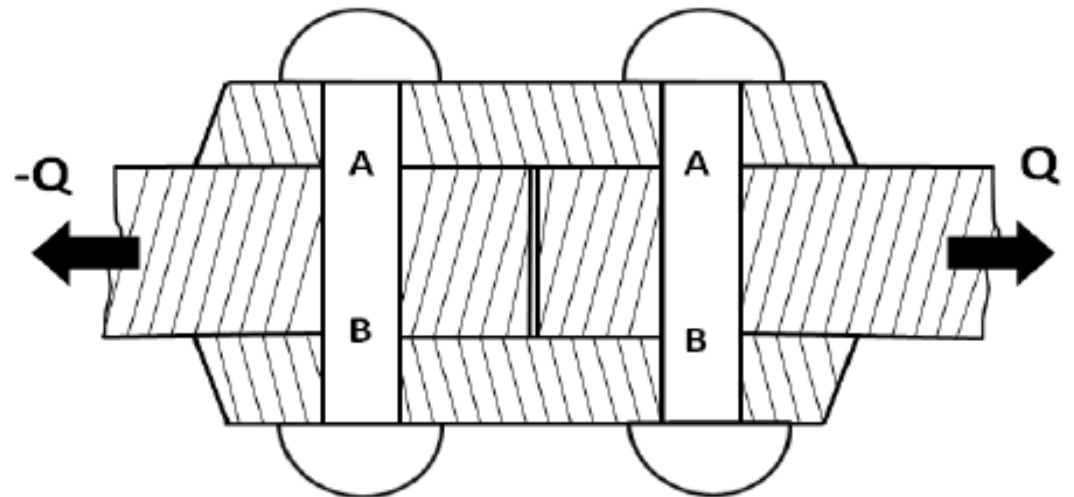
Γενικά, αν m ο αριθμός των διατομών ενός ήλου που καταπονούνται σε διάτμηση, τότε η ολική επιφάνεια η οποία θα παραλάβει το φορτίο που αντιστοιχεί σε έναν ήλο είναι:

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



Καταπόνηση ήλου διπλής τομής.

Και φυσικά στην διατομή συνυπολογίζουμε όλους τους ήλους, δηλαδή αθροίζουμε όλες τις διατομές στις οποίες έχουμε διάτμηση. Στο σχήμα φαίνεται μια ήλωση απλής σειράς με αρμοκαλύπτρες. Η δύναμη Q τραβά τον ήλο με τάση να τον κόψει στις τομές Α και Β, ενώ το ίδιο κάνει και η αντίδραση της Q , δηλαδή η $-Q$, στη σειρά (ή στις σειρές αν έχουμε πολλές) των ήλων στην απέναντι πλευρά του ελάσματος.



Αν η ήλωση έχει αριθμό ήλων Z , τότε η ολική επιφάνεια που θα παραλάβει το φορτίο P θα είναι

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

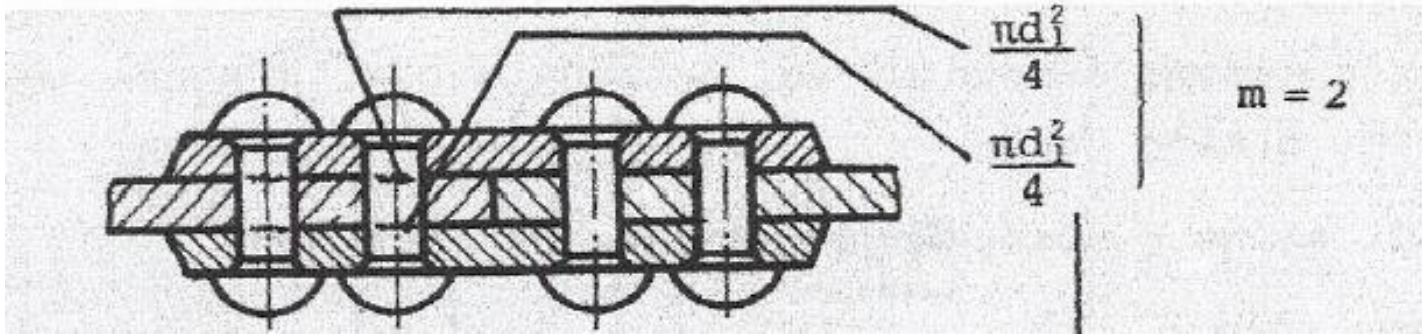
➤ **Στις ασκήσεις με Z** συμβολίζουμε τον αριθμό των ήλων που καταπονούνται σε διάτμηση.

1. Σε ήλωση επικάλυψης όπου Z βάζουμε τον συνολικό αριθμό ήλων

2. Σε ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα όπου Z βάζουμε τον αριθμό των ήλων *δεξιά ή αριστερά* του αρμού)

Αν η ήλωση έχει αριθμό ήλων $Z = 4$ και $m = 2$ τότε το φορτίο P θα κατανεμηθεί σε $Z * m$ διατομές και η επιφάνεια A θα είναι

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



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

Εδώ πρέπει να γίνει υπενθύμιση της βασικής παραδοχής, από την Αντοχή Υλικών, ότι το φορτίο P κατανέμεται εξ' ίσου σε όλους τους ήλους.

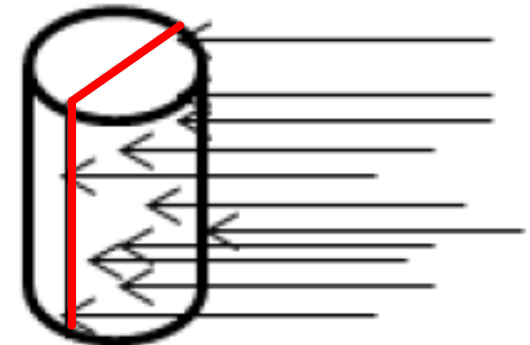
Ένας ήλος που είναι τοποθετημένος σε δύο ελάσματα κινδυνεύει να καταστραφεί και από άλλο είδος καταπόνησης, την σύνθλιψη. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει πιθανότητα ο κορμός του ήλου να είναι ικανός να αντέξει στο κόψιμο, αλλά όχι και στην πίεση που του ασκεί στο τοίχωμα το έλασμα.

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε σχηματικά την πίεση που ασκεί το ένα έλασμα στον κορμό του ήλου. Στο σχήμα αυτό σχεδιάστηκε μόνο το τμήμα από τον κορμό του ήλου που συνθλίβεται από το ένα έλασμα. Αν η πίεση αυτή είναι ισχυρή, είναι δυνατόν το υλικό του ήλου να συνθλιβεί και να παραμορφωθεί ο ήλος με αποτέλεσμα την καταστροφή του άμεσα ή αργότερα.

Ένας ήλος που είναι τοποθετημένος σε δύο ελάσματα κινδυνεύει να καταστραφεί και από άλλο είδος καταπόνησης, την σύνθλιψη.

Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει πιθανότητα ο κορμός του ήλου να είναι ικανός να αντέξει στο κόψιμο, αλλά όχι και στην πίεση που του ασκεί στο τοίχωμα το έλασμα.

Βλέπουμε σχηματικά την πίεση που ασκεί το ένα έλασμα στον κορμό του ήλου. Στο σχήμα αυτό σχεδιάστηκε μόνο το τμήμα από τον κορμό του ήλου που συνθλίβεται από το ένα έλασμα. Αν η πίεση αυτή είναι ισχυρή, είναι δυνατόν το υλικό του ήλου να συνθλιβεί και να παραμορφωθεί ο ήλος με αποτέλεσμα την καταστροφή του άμεσα ή αργότερα.



Δεν υπάρχουν πίνακες να δίνουν επιτρεπόμενη τάση σύνθλιψης , αλλά την τιμή της την παίρνουμε ίση με 2,5 φορές την σεπ .

Η τάση σύνθλιψης συμβολίζεται με σ_L και θα ισχύει ο γνωστός τύπος για την κάθε τάση

$$\sigma_L = \frac{F}{A} \leq \sigma_{L\epsilon\pi} = 2,5 \cdot \sigma_{\epsilon\pi} \quad \text{ή} \quad \sigma_L = \frac{Q}{A} \leq \sigma_{L\epsilon\pi} = 2,5 \cdot \sigma_{\epsilon\pi}$$

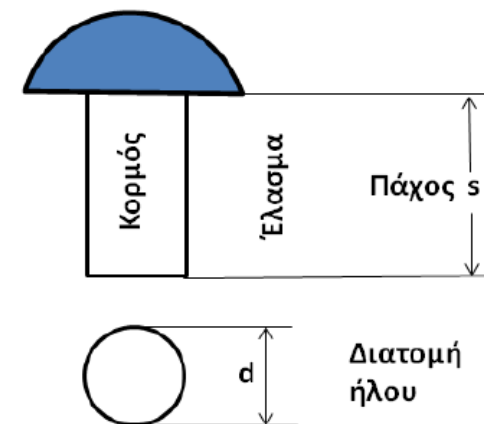
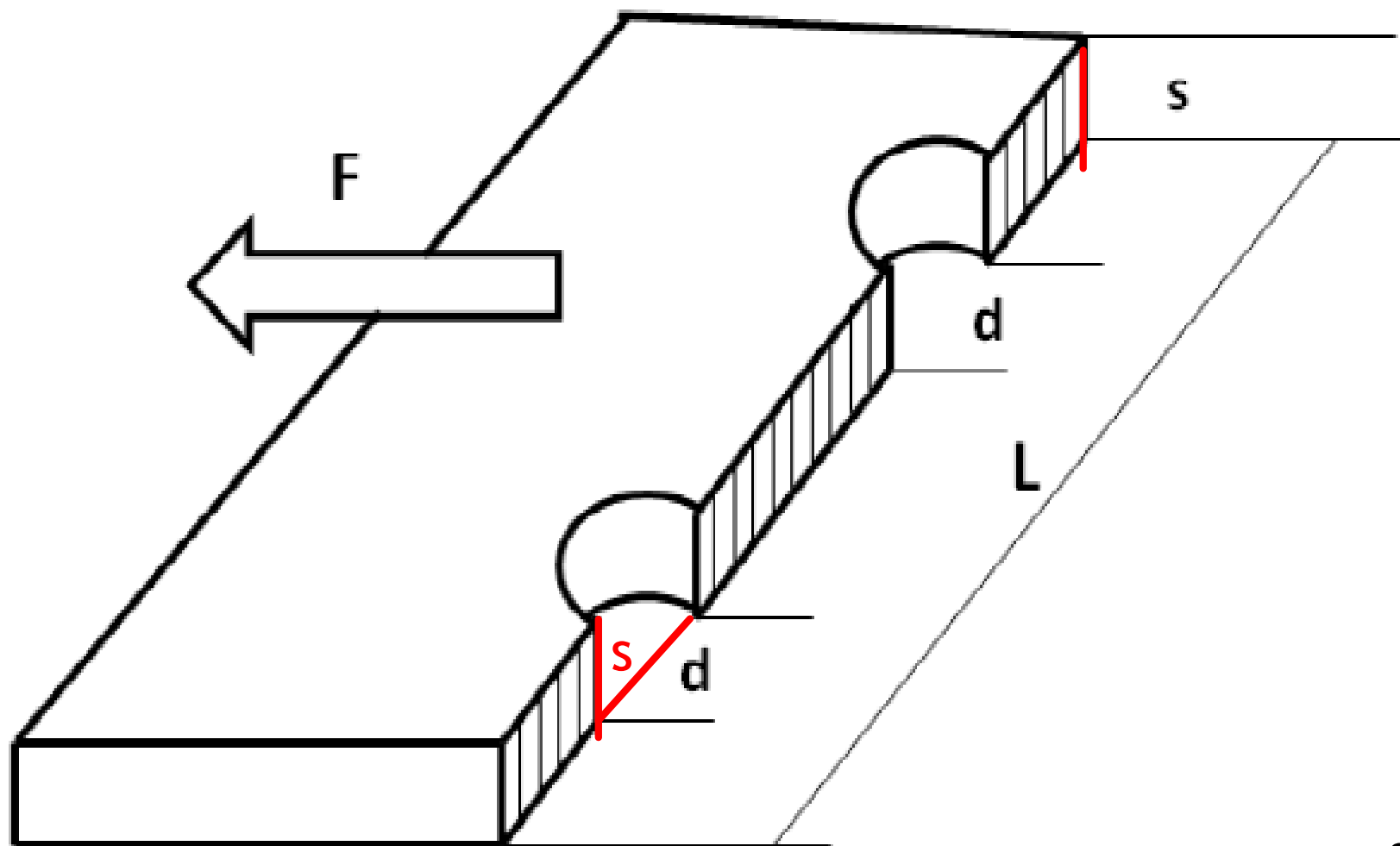
Υπενθύμιση : $\tau_{\epsilon\pi}$ = επιτρεπόμενη τάση διατμήσεως του υλικού (λαμβάνεται από πίνακες ή $\tau_{\epsilon\pi} = 0.8$ σεπ)

Ας υποθέσουμε ότι η ήλωση έχει ένα μόνο ήλο.

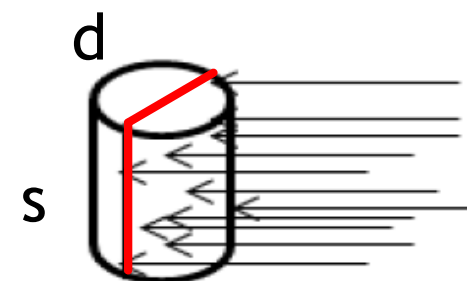
Στους τύπους το σύμβολο A είναι η επιφάνεια που καταπονείται σε σύνθλιψη.

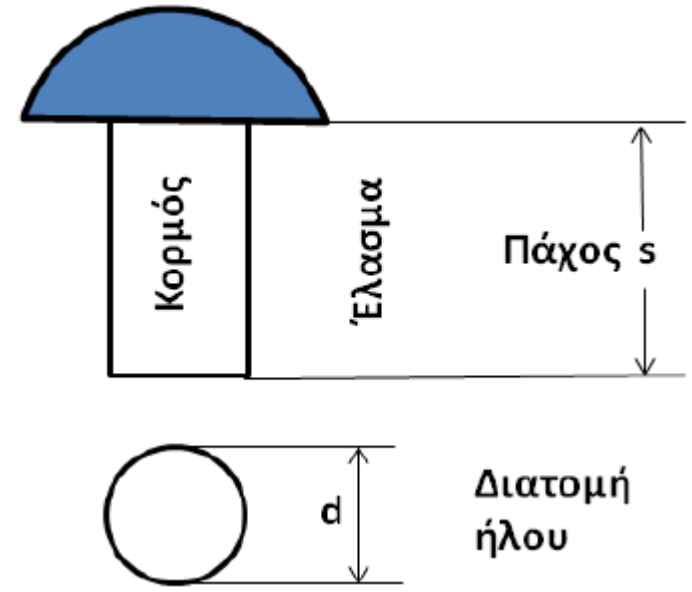
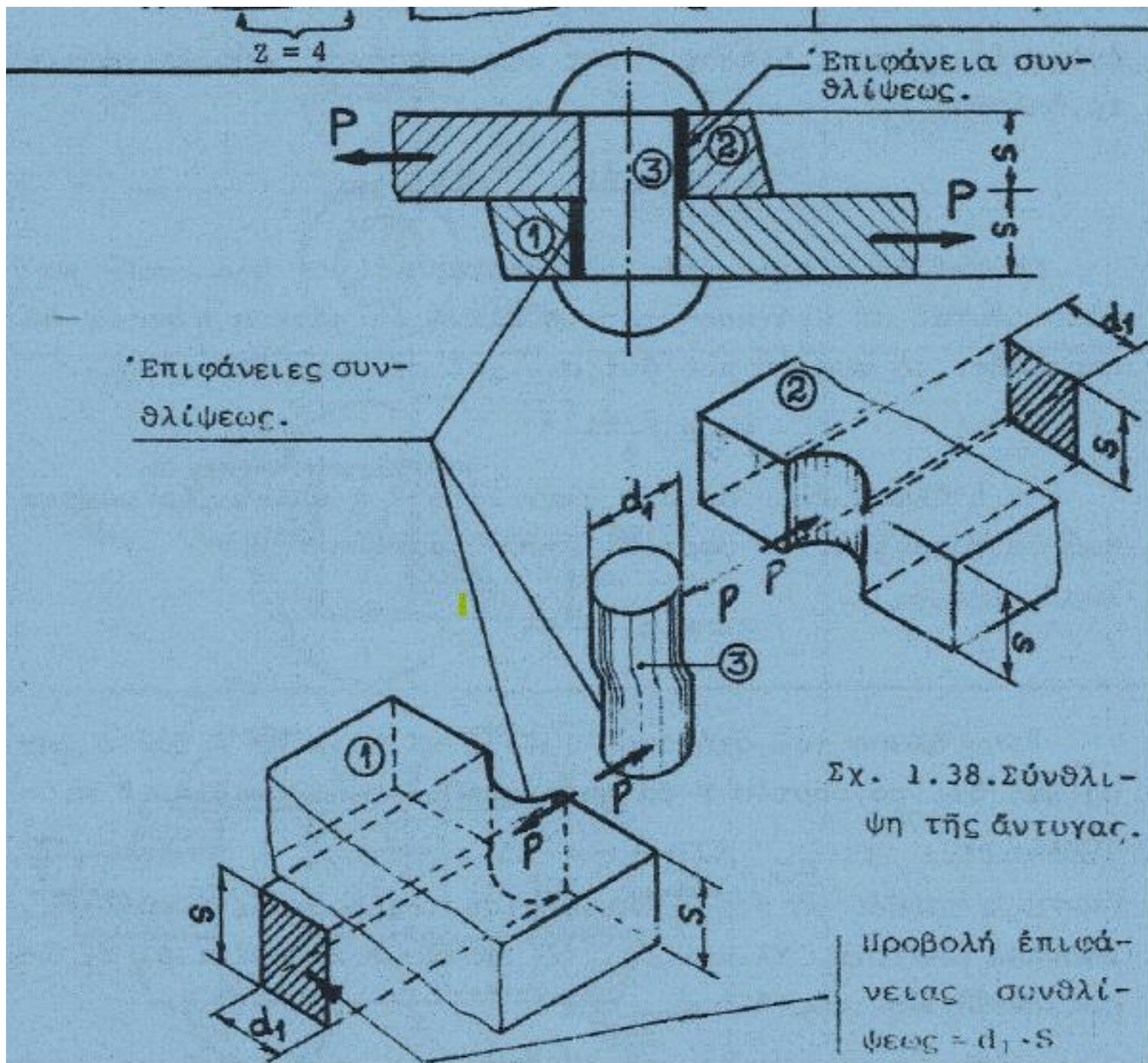
Αυτή η επιφάνεια A δεν είναι η διατομή του κορμού του ήλου, αλλά το πλευρικό τοίχωμα που δέχεται την πίεση από το έλασμα.

Το πλευρικό αυτό τοίχωμα έχει μορφή ορθογωνίου με ύψος το πάχος του ελάσματος και πλάτος τη διάμετρο του κορμού του ήλου, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Επομένως το εμβαδόν A_1 του ενός ήλου που συνθλίβεται θα είναι ίσο με: $A_1 = d \cdot s$



$$A(\text{οπης}) = d \cdot s$$





$$A(\sigma\pi\eta\varsigma) = d \cdot s$$

Όταν τα δυο ελάσματα εφελκύνονται τείνουν να συνθλίψουν όλους τους ήλους. Αν ο αριθμός των ήλων είναι z τότε η συνολική επιφάνεια που συνθλίβεται είναι η επιφάνεια των z ήλων, επομένως η συνολική επιφάνεια θα είναι: $A=z \cdot d \cdot s$. Ο τελικός τύπος ελέγχου για την τάση σύνθλιψης θα είναι ο τύπος:

$$\sigma_L = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{z \cdot d \cdot s} \leq \sigma_{L\epsilon\pi} = 2,5 \cdot \sigma_{\epsilon\pi}$$

Όταν δίνεται μια άσκηση σχετική με το θέμα αυτό θα ζητείται συγκεκριμένα ο έλεγχος που πρέπει να γίνει.

Όταν ο έλεγχος γίνεται μόνο για την αντοχή του ήλου σε διάτμηση θα χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω τυπος και ως διατομή θα πάρουμε το εμβαδόν της διατομής του κορμού.

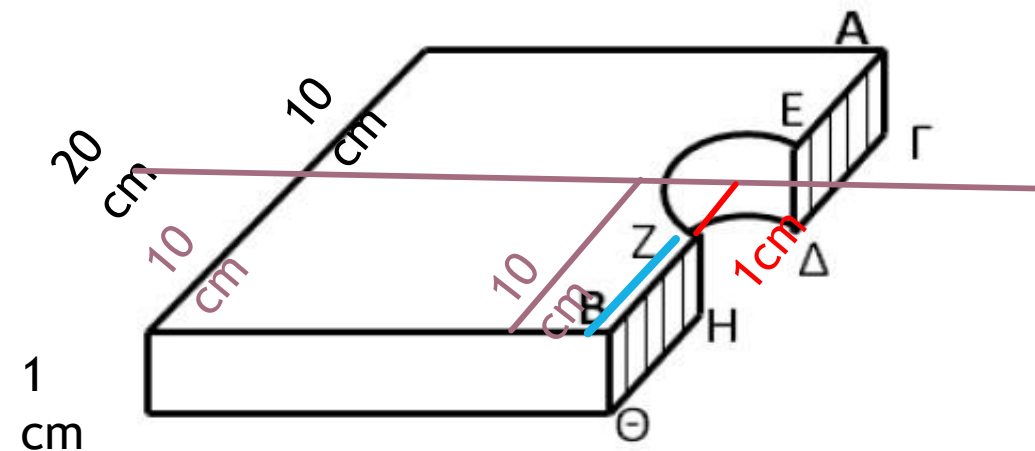
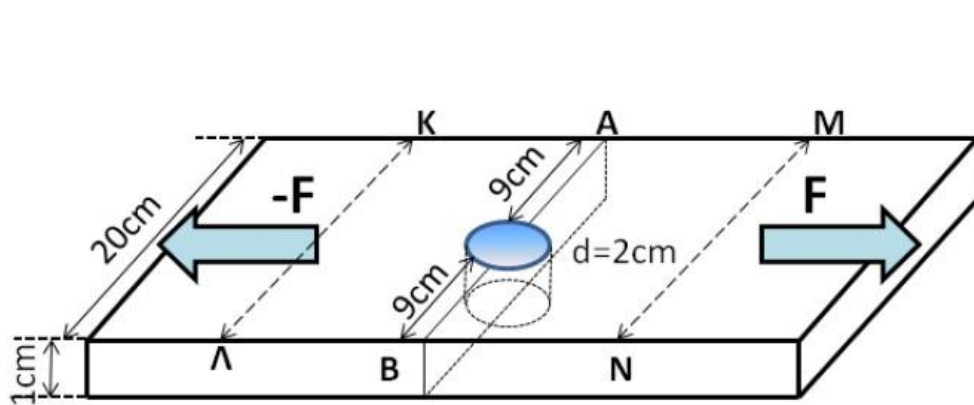
$$\tau = \frac{F}{A} \leq \tau_{\epsilon\pi}$$

Αν όμως ζητηθεί να γίνει και έλεγχος σε σύνθλιψη θα γίνει έλεγχος και με την παρακάτω σχέση, όπου $A = z \cdot d \cdot s$:

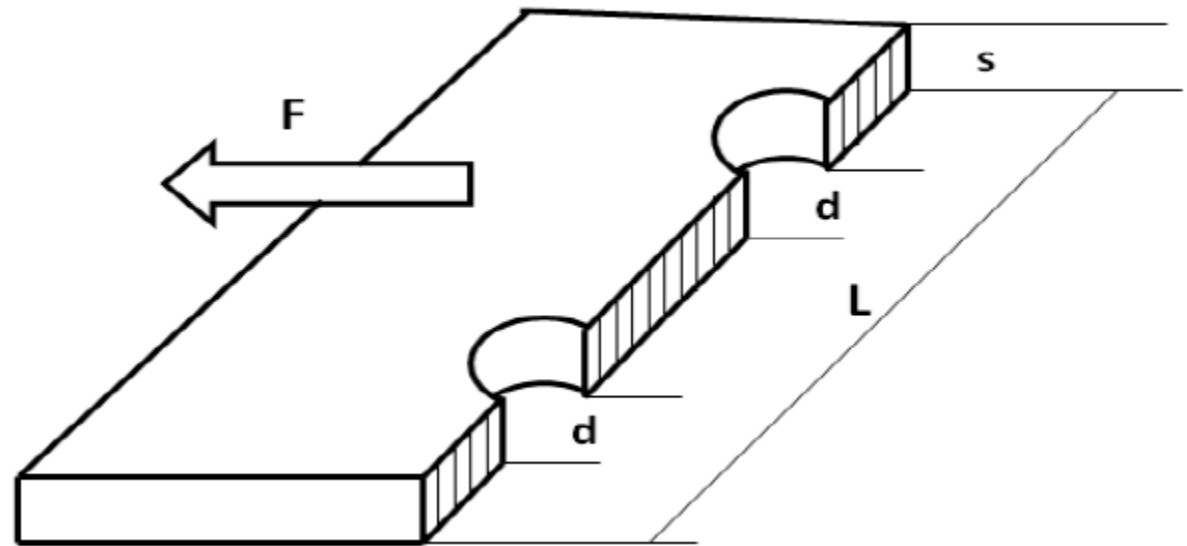
$$\sigma_L = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{z \cdot d \cdot s} \leq \sigma_{L\epsilon\pi}$$

Μπορεί να ζητηθεί έλεγχος της μίας ή και των δύο καταπονήσεων.

Εκτός από τον έλεγχο του ήλου σε μια ήλωση, πρέπει να γίνεται έλεγχος και στο έλασμα, συνήθως μόνο σε εφελκυσμό και εφόσον βέβαια αυτό ζητηθεί από την άσκηση. Αυτό γίνεται για τί μπορεί το έλασμα να είναι σχετικά λεπτό (μικρό πάχος ελάσματος s) οπότε δεν αντέχει την εφελκυστική δύναμη. Στην περίπτωση αυτή ο ήλος αντέχει αλλά το έλασμα όχι. Όμως η διατομή του ελάσματος ελαττώνεται και λόγω των οπών για τους ήλους.



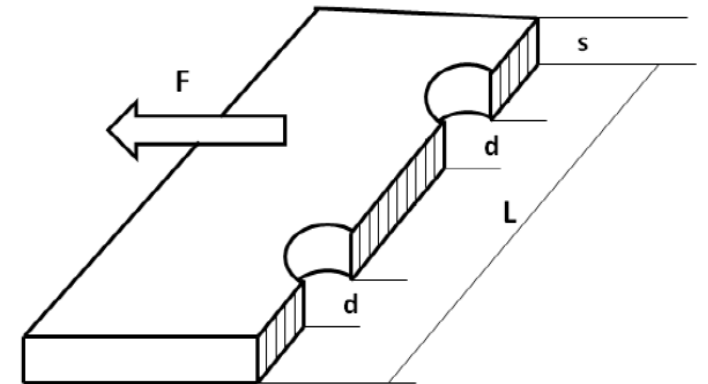
Σύμφωνα με τη λύση της άσκησης εκείνης, για να ελεγχθεί η αντοχή σε εφελκυσμό παίρνουμε την μικρότερη διατομή, δηλαδή εκεί που βρίσκονται οι περισσότερες οπές με τους ήλους. Οι οπές στο έλασμα αφαιρούν μέρος της διατομής που θα αναλάμβανε και αυτό μέρος της καταπόνησης. Επομένως η διατομή A για εφαρμογή του τύπου $\sigma = F/A$ στο έλασμα θα είναι όσο η συνολική διατομή του ελάσματος μείον την επιφάνεια που κόβεται από τις οπές.



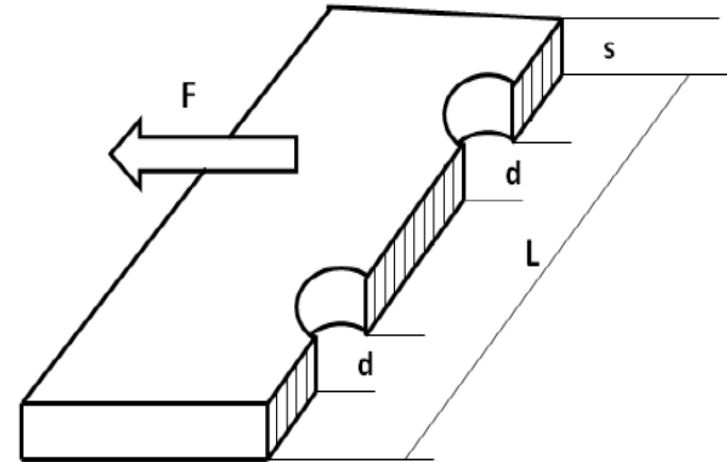
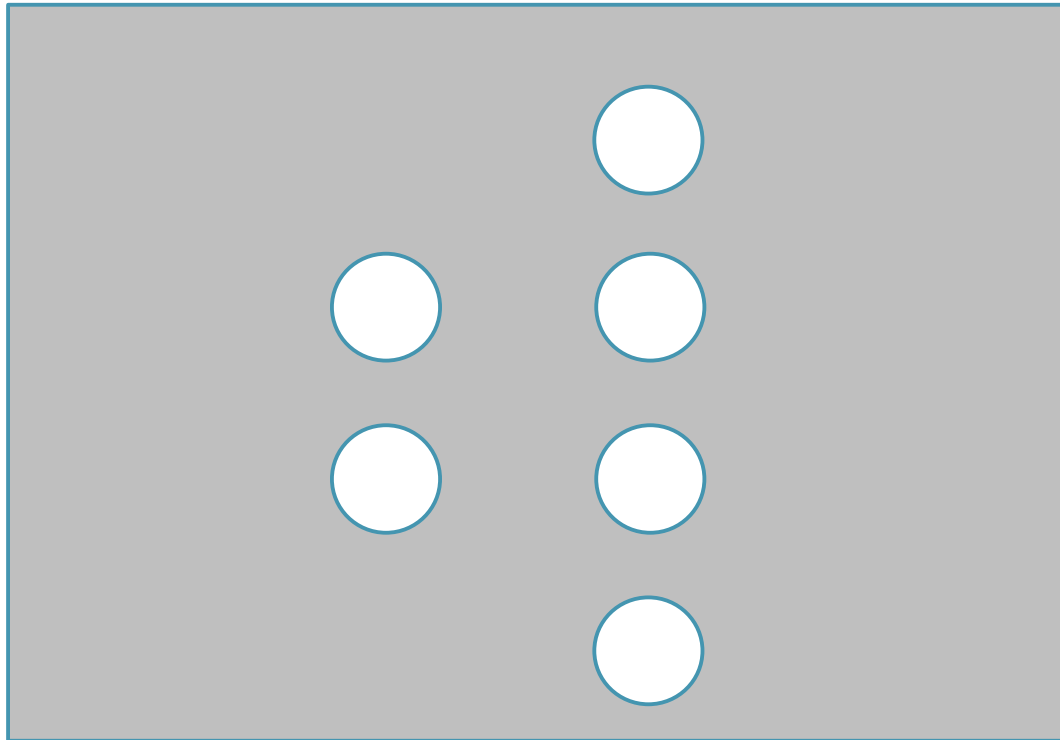
Το έλασμα εφελκύεται με τη δύναμη F και έχει δυο οπές που θα τοποθετηθούν οι δύο ήλοι.

- Αν δε υπήρχαν οι οπές η διατομή του ελάσματος που καταπονείται θα ήταν ίση με το μήκος του L επί το πάχος του s , δηλαδή $A_1 = L \cdot s$.
- Στην περίπτωση όμως που υπάρχουν οι οπές, πρέπει να αφαιρεθεί για κάθε οπή η μετωπική επιφάνειά της (και όχι το εσωτερικό καμπύλο τμήμα που είναι μεγαλύτερο).
- Η μετωπική επιφάνεια που είναι ίση με το πάχος του ελάσματος s επί τη διάμετρο d της οπής, δηλαδή $A(\text{οπής}) = s \cdot d$. Άρα το πραγματικό εμβαδόν διατομής $A(\text{συνολική})$ που θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο σε εφελκυσμό θα είναι:

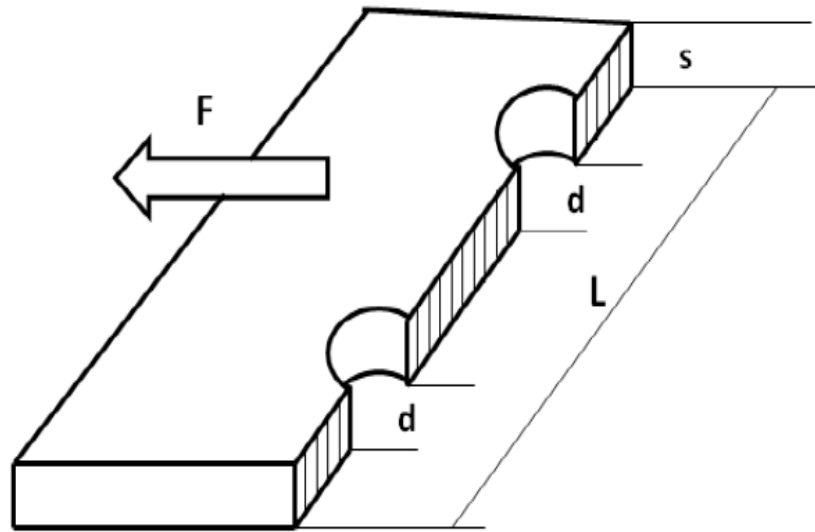
$$A_{\text{συν}} = A_1 - 2 \cdot A_{\text{οπής}} \Rightarrow A_{\text{συν}} = L \cdot s - 2 \cdot s \cdot d$$



Αν ένα έλασμα έχει δύο σειρές από ήλους, θα ελεγχθεί μόνο η μία από αυτές και θα είναι εκείνη με το μικρότερο εμβαδόν, αφού θα έχει τη δυσμενέστερη καταπόνηση. Θα είναι δηλαδή αυτή με τις περισσότερες οπές για ήλους. Η διάμετρος d που θα παίρνουμε για τον υπολογισμό της μετωπικής επιφάνειας που αφαιρείται θα είναι η διάμετρος της οπής και όχι του ήλου (εφόσον ελέγχουμε το έλασμα).



Γνωρίζουμε ότι η διάμετρος της οπής είναι κατά ένα χιλιοστό (1 mm) μεγαλύτερη από τη διάμετρο του ήλου.



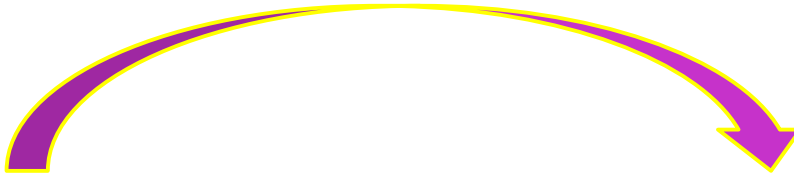
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΩΣΕΩΝ (αναλογα με τον σκοπό)

- **ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ:** Χρησιμοποιούνται ως ενώσεις μεταφοράς δυνάμεων σε κατασκευές από χάλυβα και ελαφρά μέταλλα (γέφυρες, γερανοί, μεταλλικά κτίρια), καθώς και στη γενική μηχανολογία
- **ΣΤΕΓΑΝΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ:** Χρησιμοποιούνται για να έχουμε **στεγανότητα** στην κατασκευή δοχείων (ιδιαίτερα στη ναυπηγική)
- **ΣΤΕΡΕΟΣΤΕΓΑΝΕΣ ΗΛΩΣΕΙΣ:** Χρησιμοποιούνται σε ατμολέβητες και σε κλειστά δοχεία πίεσης όταν θέλουμε τα ελάσματα να έχουν στεγανότητα αλλά να γίνεται και μεταβίβαση δυνάμεων
- **ΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΕΩΣ:** Χρησιμοποιούνται ως μέσο σύνδεσης επενδύσεων μεταλλικών σκελετών με ελάσματα (π.χ λεωφορεία, αεροπλάνα, εσωτερικές διαμορφωσης χώρων, φερουσα κατασκευή που το περίβλημα της είναι μεταλλο μικρου πάχους που ενωνονται με ηλώσεις)

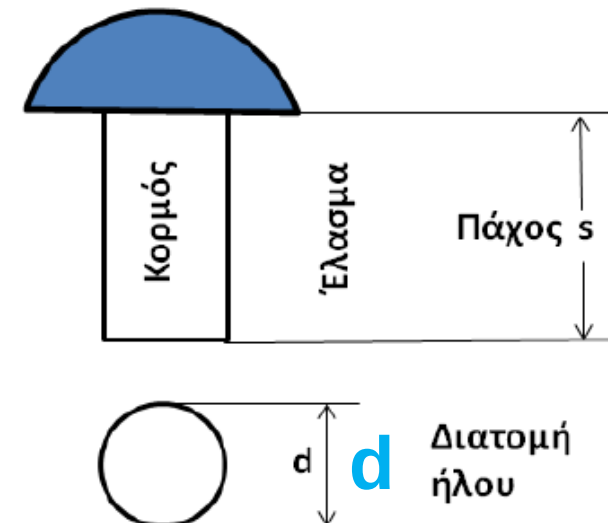
Στεγανές Ηλώσεις:

- Χρησιμοποιούνται για να έχουμε **στεγανότητα** στην κατασκευή δοχείων (ιδιαίτερα στη ναυπηγική)

- **Στεγανές Ηλώσεις** Υπάρχουν οι στεγανές ηλώσεις που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δοχείων και η **διάμετρος της οπής d1** πρέπει να είναι ίση με:


$$d1(\text{οπης}) = \sqrt{5 \cdot s} - 0.4$$

Πάντα σε cm



- **s** είναι το πάχος του ελάσματος σε cm και η διάμετρος **d1** επίσης σε cm.
- Η απόσταση **t** μεταξύ των κέντρων δύο διαδοχικών ήλων (βήμα της ήλωσης **t**), θα δίνεται από τον παρακάτω τύπο στον οποίο το βήμα και η **διάμετρος του ήλου d** δίνονται σε cm:

$$t = 3 \cdot d + 0.5$$

➤ Στεγανές Ηλώσεις



Πάντα σε cm

- αν η ήλωση έχει δύο σειρές ήλων, η απόστασή τους e θα δίνεται από τον τύπο όπου φαίνεται ότι η απόσταση e θα είναι μιάμιση φορά μεγαλύτερη από τη διάμετρο του ήλου d .

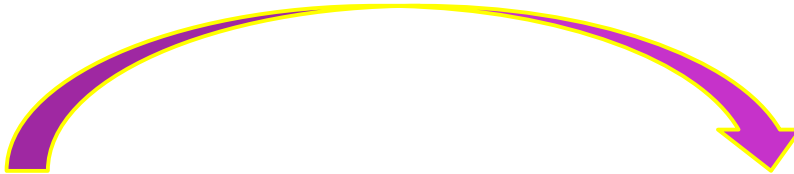
$$e = 1,5 \cdot d$$

Σταθερές Ηλώσεις

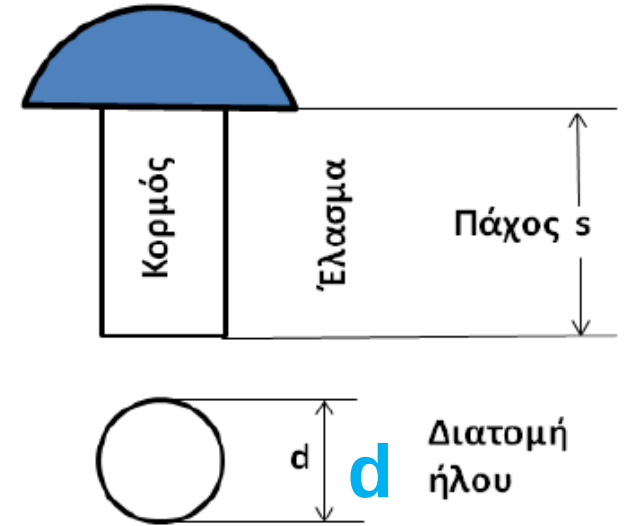
- ▶ Χρησιμοποιούνται ως ενώσεις μεταφοράς δυνάμεων σε κατασκευές από χάλυβα και ελαφρά μέταλλα (γέφυρες, γερανοί, κτίρια), καθώς και στη γενική κατασκευή μηχανών

Σταθερές Ηλώσεις

Στις σταθερές ηλώσεις η **διάμετρος της οπής d1** δίνεται από τη σχέση :


$$d1(\text{οπης}) = \sqrt{5 \cdot s} - 0.2$$

Πάντα σε cm



- **s** είναι το πάχος του ελάσματος σε cm και η διάμετρος d1 επίσης σε cm.
- το βήμα (δηλαδή η απόσταση t μεταξύ των κέντρων δύο διαδοχικών ήλων) πρέπει να είναι 3 έως 3,5 φορές την διάμετρο του ήλου (σε cm):

$$t = 3 \cdot d$$

$$t = 3,5 \cdot d$$

➤ Σταθερές Ηλώσεις

Αν στη σταθερή ήλωση έχουμε αρμοκαλύπτρα, τότε το άθροισμα των παχών των ελασμάτων δεν πρέπει να ξεπερνά το τετραπλάσιο της διαμέτρου του ήλου.

$$s_1 + s_2 \leq 4 \cdot d$$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΗΛΩΣΕΙΣ



Πάντα σε cm

Ασκηση: Για την κατασκευή ενός στεγανού βαρελιού θα χρησιμοποιηθεί έλασμα πάχους 5 mm. Η σύνδεση των ελασμάτων θα γίνει με ήλωση επικάλυψης διπλής σειράς. Να βρεθεί α) η διάμετρος των ήλων που θα χρησιμοποιηθούν, β) το βήμα της ήλωσης και γ) την απόσταση των δύο σειρών από ήλους.

Ασκηση: Για την κατασκευή ενός στεγανού βαρελιού θα χρησιμοποιηθεί έλασμα πάχους 5 mm. Η σύνδεση των ελασμάτων θα γίνει με ήλωση επικάλυψης διπλής σειράς. Να βρεθεί α) η διάμετρος των ήλων που θα χρησιμοποιηθούν, β) το βήμα της ήλωσης και γ) την απόσταση των δύο σειρών από ήλους.

Λύση: Το βαρέλι θα είναι στεγανό, αρα στεγανή θα είναι και η ήλωση, επομένως για να βρούμε την διάμετρο της οπής θα χρησιμοποιήσουμε τον αντιστοιχο τύπο.

Πρώτα μετα τρέπουμε τα $s=5 \text{ mm}$ που είναι το πάχος του ελάσματος σε εκατοστά και θα είναι $s=0,5 \text{ cm}$.

Υπολογίζουμε την **διάμετρο της οπής d_1**

•

Τώρα υπολογίζουμε την **διάμετρο της οπής d_1**

$$d_1 = \sqrt{5 \cdot s} - 0,4cm \Rightarrow d_1 = \sqrt{5 \cdot 0,5} - 0,4cm \Rightarrow d_1 = \sqrt{2,5} - 0,4cm \Rightarrow d_1 = 2cm = 20mm$$

Άρα η **διάμετρος των οπών θα είναι $20\text{ mm} = 2\text{ cm}$** , αλλά η άσκηση ζητά τη διάμετρο των ήλων. Γνωρίζουμε οτι η διάμετρο των ήλων θα είναι κατά ένα χιλιοστό μικρότερη από τη διάμετρο των οπών, άρα θα είναι $19\text{mm} = 1,9\text{cm}$

Αν συμβολίσουμε τη **διάμετρο των ήλων με $d = 19\text{mm} = 1.9\text{ cm}$**

Το βήμα της ήλωσης δίνεται από τον τύπο

$$t = 3 \cdot d + 0,5cm \Rightarrow t = 3 \cdot 1,9cm + 0,5cm \Rightarrow t = 6,2cm$$

Η απόσταση e των δύο σειρών των ήλων δίνεται από τον τύπο

$$e = 1,5 \cdot d \Rightarrow e = 1,5 \cdot 19mm = 28,5mm$$

Θα εξετάσουμε τώρα την προηγούμενη άσκηση για μια ήλωση σταθερή αλλά όχι στεγανή. Επομένως, έχουμε έλασμα πάχους 5 mm και τη σύνδεση των ελασμάτων με ήλωση επικάλυψης διπλής σειράς. Ζητάμε α) την διάμετρο των ήλων που θα χρησιμοποιηθούν, β) να εξεταστεί αν το πάχος του ελάσματος είναι συμβατό με την διάμετρο του ήλου και γ) το βήμα της ήλωσης.

Απάντηση:

α) Για να βρούμε την διάμετρο της οπής θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι τα 5 mm που είναι το πάχος του ελάσματος είναι ίσα με 0,5 cm. Υπολογίζουμε την διάμετρο της οπής :

$$d_1 = \sqrt{5 \cdot s} - 0,2cm \Rightarrow d_1 = \sqrt{5 \cdot 0,5} - 0,2cm \Rightarrow$$

$$d_1 = \sqrt{2,5} - 0,2cm \Rightarrow d_1 = 1,8cm = 18mm$$

Άρα η διάμετρος των οπών θα είναι . Η διάμετρος των ήλων θα είναι κατά ένα χιλιοστό μικρότερη από τη διάμετρο των οπών, άρα θα είναι . Αν συμβολίσουμε τη διάμετρο των ήλων με d θα είναι: .

$$d_1 = \sqrt{5 \cdot s} - 0,2cm \Rightarrow d_1 = \sqrt{5 \cdot 0,5} - 0,2cm \Rightarrow$$

$$d_1 = \sqrt{2,5} - 0,2cm \Rightarrow d_1 = 1,8cm = 18mm$$

Άρα η **διάμετρος των οπών** θα είναι 18 mm.

Η **διάμετρος των ήλων** θα είναι κατά ένα χιλιοστό μικρότερη από τη διάμετρο των οπών, άρα θα είναι 17mm. Αν συμβολίσουμε τη διάμετρο των ήλων με d θα είναι d=17mm.

β) Το πάχος των ελασμάτων στη θέση της ήλωσης θα είναι δύο φορές το πάχος του ενός, άρα θα είναι $0,5 + 0,5 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$. Σύμφωνα με την σχέση που πρέπει να ικανοποιείται θα είναι:

$$s_1 + s_2 \leq 4 \cdot d$$

$$s_1 + s_2 \leq 4 \cdot d \Rightarrow 0,5 \text{ cm} + 0,5 \text{ cm} \leq 4 \cdot 1,7 \text{ cm} \Rightarrow 1 \text{ cm} \leq 6,8 \text{ cm}$$

Η τελευταία ανίσωση ικανοποιείται, άρα το πάχος του ελάσματος είναι μικρότερο από το μέγιστο όριο που απαιτείται.

γ) Το βήμα της ήλωσης δίνεται από τον τύπο και οι διαστάσεις σε εκατοστά. Θα έχουμε:

$$t = (3 \text{ έως } 3,5) \cdot d \Rightarrow t = (3 \text{ έως } 3,5) \cdot 1,7\text{cm} \Rightarrow t = 5,1\text{cm} \text{ έως } 5,95\text{cm}$$

Άρα το βήμα της ήλωσης θα έχει διαστάσεις από 5,1 cm έως 5,95 cm

Σημείωση: Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο ασκήσεων παρατηρούμε ότι ουσιαστικά η μόνη διαφορά που έχουν οι ηλώσεις είναι το πάχος (διάμετρος) των ήλων, όπου στη στεγανή θα είναι κατά δύο χιλιοστά πιο μεγάλο.

Άσκηση 3.3

Σε σταθερή ήλωση με διπλή αρμοκαλύπτρα, και το πάχος της αρμοκαλύπτρας είναι 12 mm ενώ το πάχος του ελάσματος είναι 14 mm. Να εξετάσετε αν μπορούν οι ήλοι που θα χρησιμοποιηθούν να έχουν διάμετρο ίση με 8 mm. Αν όχι, να βρείτε την επιτρεπτή διάμετρο των ήλων.

Λύση: Σε σταθερές ηλώσεις θα πρέπει για τα πάχη των ελασμάτων να ισχύει η σχέση

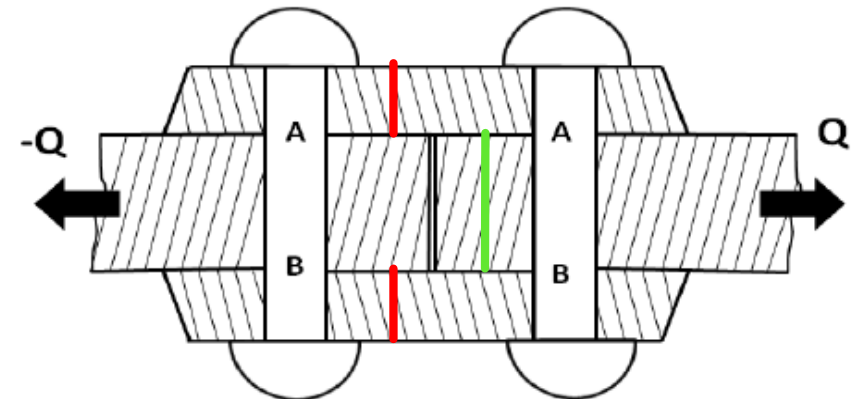
$$s_1 + s_2 \leq 4 \cdot d$$

σύμφωνα με την οποία τα ελάσματα που θα συνενωθούν δεν πρέπει να έχουν συνολικό πάχος μεγαλύτερο από το τετραπλάσιο της διαμέτρου του ήλου.

Ο ήλος συνδέει τις δύο αρμοκαλύπτρες και το προς ένωση έλασμα. Αν συμβολίσουμε το πάχος του ελάσματος της αρμοκαλύπτρας με S_a , το πάχος του ελάσματος που θα γίνει η ήλωση με s και τη διάμετρο του ήλου με d , θα πρέπει να ισχύει:

$$s_{\alpha} + s_{\alpha} + s \leq 4 \cdot d \Rightarrow 1,2cm + 1,2cm + 1,4cm \leq 4 \cdot 0,8cm$$

Προκύπτει ότι $3,8 \text{ cm} \leq 3,2 \text{ cm}$ που **ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ**, άρα η διάμετρος των 8 mm (= 0,8 cm) δεν μπορεί να γίνει δεκτή.

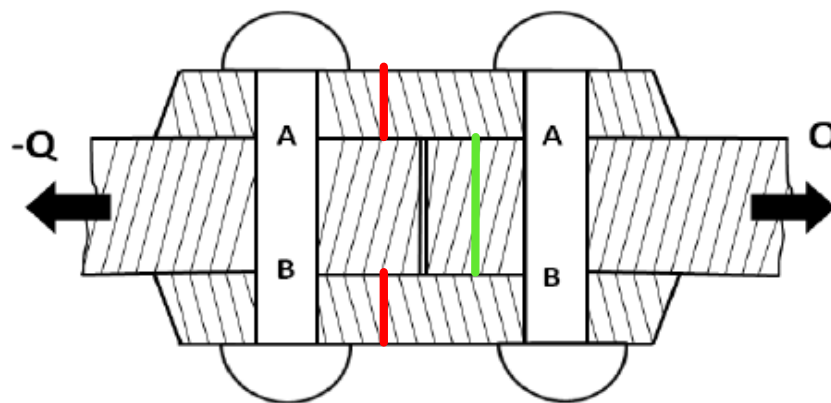


Για να βρούμε την αποδεκτή διάμετρο του ήλου πρέπει να λύσουμε την πιο πάνω ανίσωση με άγνωστο τη διάμετρο d .

$$s_{\alpha} + s_{\alpha} + s \leq 4 \cdot d$$

$$3,8 \leq 4 \cdot d \quad \text{αρα} \quad d \geq 0,95\text{cm} = 9,5 \text{ mm}$$

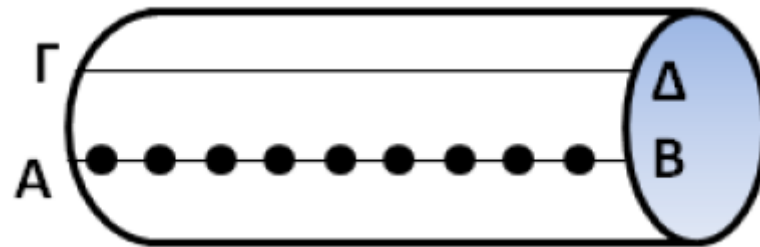
Επομένως βρήκαμε ότι η διάμετρος των ήλων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 9,5 mm.



Άσκηση 3.4

Έχουμε κατασκευάσει ένα μεταλλικό βαρέλι με έλασμα και σύνδεση των άκρων των ελασμάτων με τη μέθοδο της στεγανής ήλωσης. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η φανταστική ευθεία AB πάνω στην οποία έχει γίνει η ήλωση με επικάλυψη, όπου φαίνονται οι κεφαλές των τοποθετημένων ήλων. Το δοχείο είναι γεμάτο με ένα ρευστό υπό πίεση.

A) Σε ποια από τις δύο ευθείες AB και ΓΔ κινδυνεύει να κοπεί το έλασμα, αν υποθέσουμε ότι οι ήλοι είναι αρκετά ικανοί και δεν παρουσιάζουν πρόβλημα διάτμησης ή σύνθλιψης;



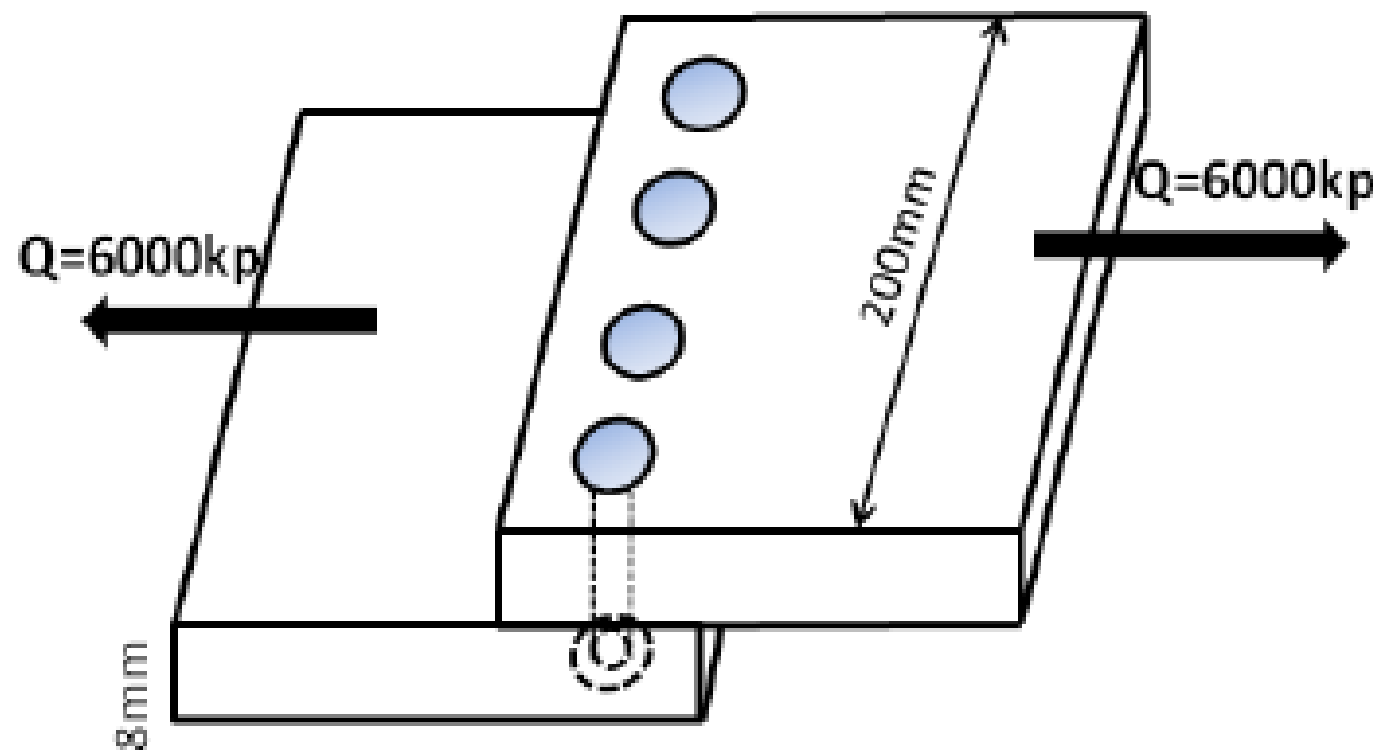
Απάντηση) Το έλασμα θα κοπεί εκεί που η τάση είναι μεγαλύτερη. Από τον τύπο της τάσης εφελκυσμού $\sigma = F/A$: γνωρίζουμε ότι η τάση είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη F και όσο μικρότερο είναι το εμβαδόν της επιφάνειας A .

Η δύναμη που καταπονεί τα πλευρικά τοιχώματα του δοχείου είναι ίδια παντού, άρα δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ της δύναμης στις ευθείες AB και $\Gamma\Delta$. Επομένως στρεφόμαστε στην επιφάνεια της διατομής A .

Στην τομή $\Gamma\Delta$ το εμβαδόν είναι ίσο με το γινόμενο του μήκους του βαρελιού επί το πάχος του ελάσματος. Στην τομή AB είναι όσο το προηγούμενο μειωμένο όμως κατά την επιφάνεια που κόβουμε από την τομή για να κάνουμε τις οπές των ήλων. Άρα η διατομή A θα είναι μικρότερη, επομένως η τάση θα είναι μεγαλύτερη στην τομή AB . Άρα σε αυτή την τομή κινδυνεύει πιο πολύ να κοπεί το έλασμα.

Ασκηση 3.5 : Έχουμε μια ήλωση με επικάλυψη στην οποία χρησιμοποιείται μία σειρά τεσσάρων ήλων με **διάμετρο ήλου** $d_1=12 \text{ mm}$. Το μήκος του ελάσματος κατά μήκος της ήλωσης είναι $L=200 \text{ mm}$ και το πάχος του είναι $s=8 \text{ mm}$. Το υλικό από το οποίο είναι το έλασμα έχει επιτρεπόμενη τάση εφελκυσμού ίση με $\sigma_{\text{επ}}=1200 \text{ kp/cm}^2$. Η επιτρεπόμενη τάση διάτμησης του υλικού του ήλου είναι ίση με $\tau_{\text{επ}}=1400 \text{ kp/cm}^2$ και η επιτρεπόμενη τάση εφελκυσμού του ήλου ίση με $\sigma_{\text{επιτρεπ}}=1000 \text{ kp/cm}^2$. Η εφελκυστική δύναμη που καταπονεί έλασμα και ήλωση είναι $Q=6000 \text{ kp}$. Α) Να βρεθεί αν θα αντέξει στον εφελκυσμό το έλασμα. Β) Να βρεθεί αν θα αντέξουν στη διάτμηση οι κοχλίες. Γ) να βρεθεί αν θα αντέξουν σε σύνθλιψη οι κοχλίες.

Ασκηση 3.5 :

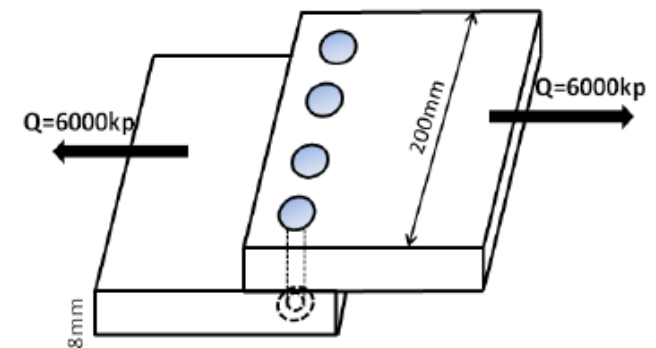


Ασκηση 3.5 : Η δυσμενέστερη καταπονούμενη διατομή του ελάσματος είναι εκείνη που περιέχει τους άξονες όλων των ήλων, διότι εκεί έχει αφαιρεθεί η επιφάνεια των οπών για την τοποθέτηση των ήλων.

Η **κάθε οπή έχει διάμετρο** κατά ένα χιλιοστό μεγαλύτερη από τη **διάμετρο του κορμού των ήλων d_1** , άρα θα είναι **$d=13\text{ mm}$** .

Η επιφάνεια (διατομή) του ελάσματος πριν την αφαίρεση των οπών θα είναι ίση με:

$$A_1 = L \cdot s \Rightarrow A_1 = 200\text{mm} \cdot 8\text{mm} \Rightarrow A_1 = 1600\text{mm}^2 \Rightarrow A_1 = 16\text{cm}^2$$



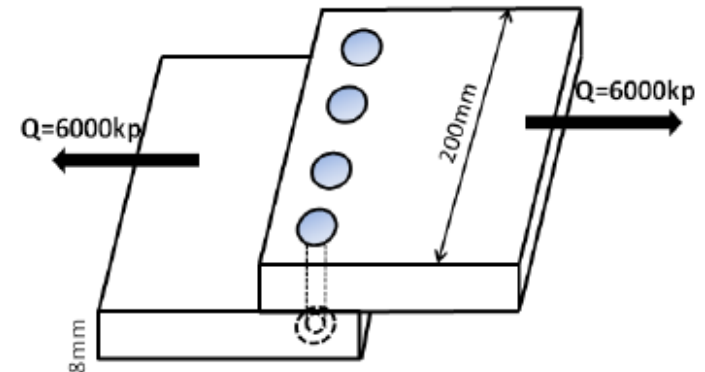
Η μετωπική επιφάνεια κάθε οπής θα είναι ίση με τη διάμετρο της οπής επί το ύψος της που είναι ίσο με το πάχος του ενός ελάσματος. Παίρνουμε μόνο το ένα έλασμα αφού το ένα από τα δύο θα σπάσει πρώτο. Άρα θα είναι:

$$A_{\text{οπής}} = d \cdot s \Rightarrow A_{\text{οπής}} = 13\text{mm} \cdot 8\text{mm} \Rightarrow A_{\text{οπής}} = 104\text{mm}^2 \Rightarrow A_{\text{οπής}} = 1,04\text{cm}^2$$

Επειδή έχουμε 4 οπές η επιφάνεια θα αφαιρεθεί 4 φορές από την επιφάνεια . Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τυπο $A(\text{συνολικό}) = A_1 - 4A(\text{οπής})$

και θα έχουμε:

$$A_{\text{συν}} = A_1 - 4 \cdot A_{\text{οπής}} \Rightarrow A_{\text{συν}} = 16\text{cm}^2 - 4 \cdot 1,04\text{cm}^2 \Rightarrow A_{\text{συν}} = 11,84\text{cm}^2$$



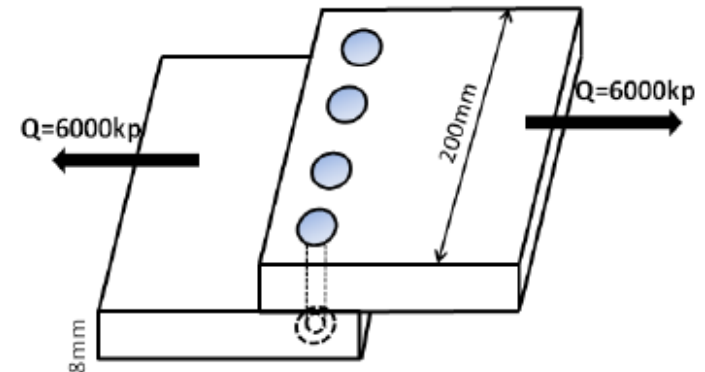
Η μετωπική επιφάνεια κάθε οπής θα είναι ίση με τη διάμετρο της οπής επί το ύψος της που είναι ίσο με το πάχος του ενός ελάσματος. Παίρνουμε μόνο το ένα έλασμα αφού το ένα από τα δύο θα σπάσει πρώτο. Άρα θα είναι:

$$A_{\text{οπής}} = d \cdot s \Rightarrow A_{\text{οπής}} = 13\text{mm} \cdot 8\text{mm} \Rightarrow A_{\text{οπής}} = 104\text{mm}^2 \Rightarrow A_{\text{οπής}} = 1,04\text{cm}^2$$

Επειδή έχουμε 4 οπές η επιφάνεια θα αφαιρεθεί 4 φορές από την επιφάνεια . Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τυπο $A(\text{συνολικό}) = A_1 - 4A(\text{οπής})$

και θα έχουμε:

$$A_{\text{συν}} = A_1 - 4 \cdot A_{\text{οπής}} \Rightarrow A_{\text{συν}} = 16\text{cm}^2 - 4 \cdot 1,04\text{cm}^2 \Rightarrow A_{\text{συν}} = 11,84\text{cm}^2$$



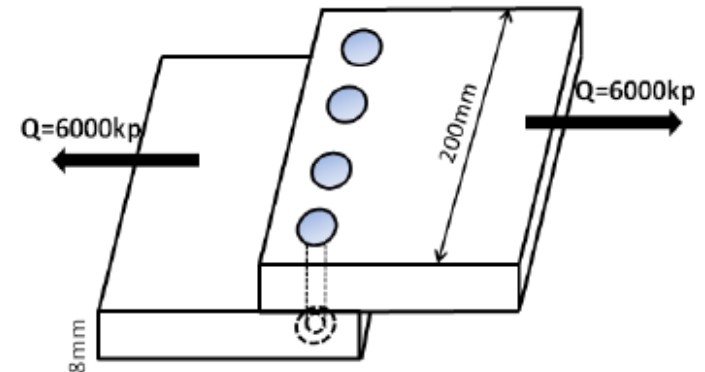
Άρα η δυσμενέστερα καταπονούμενη σε εφελκυσμό επιφάνεια του ελάσματος έχει εμβαδόν $A_{\text{συν}} = 11,84 \text{ cm}^2$

Θα υπολογίσουμε τώρα την τάση που δέχεται αυτή η επιφάνεια και θα ελέγξουμε αν είναι μικρότερη από την επιτρεπόμενη

$$\sigma = \frac{Q}{A_{\text{συνολ}}}$$

$$\sigma = \frac{Q}{A_{\text{συν}}}} \Rightarrow \sigma = \frac{6000 \text{ kp}}{11,84 \text{ cm}^2} \Rightarrow \sigma = 507 \text{ kp/cm}^2 < \sigma_{\text{επ}} = 1200 \text{ kp/cm}^2$$

Επομένως το έλασμα αντέχει σε εφελκυσμό.

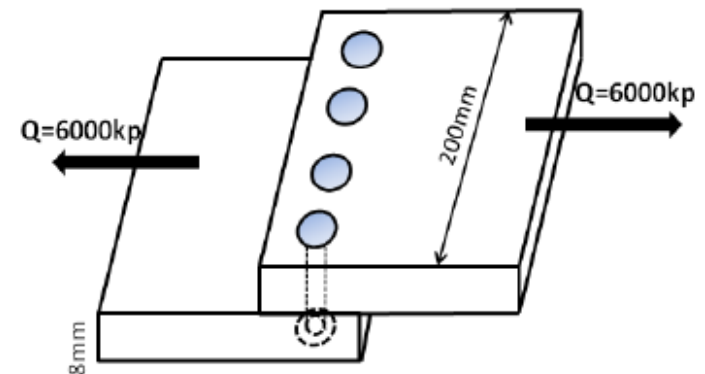


Β) Για να ελεγχθεί αν αντέχει σε διάτμηση ο ήλος εφαρμόζουμε τον τύπο $\tau = \frac{F}{A}$. Εδώ βέβαια στη δύναμη F του τύπου έχει δοθεί το σύμβολο Q . Αυτό δεν πρέπει να μας ενοχλεί, αφού δεν αλλάζει σε τίποτα η λύση της άσκησης.

Όμως εδώ το εμβαδόν A του τύπου δεν έχει σχέση με τις προηγούμενες επιφάνειες με τις οποίες εργαστήκαμε.

Τώρα το A είναι το εμβαδόν της διατομής του πυρήνα του ήλου. Προφανώς θα το υπολογίσουμε από τον τύπο που δίνει το εμβαδόν του κύκλου και είναι ο τύπος :

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow A = \frac{3,14 \cdot (1,2cm)^2}{4} \Rightarrow A = 1,13cm^2$$



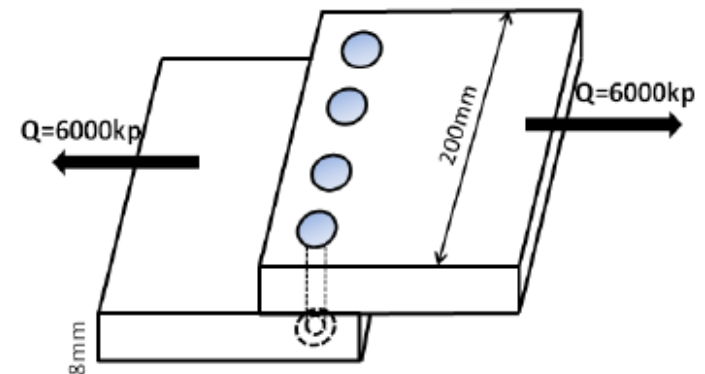
Β) Αυτό είναι το Α αλλά η δύναμη Q μοιράζεται στους 4 ήλους άρα κάθε ένας (κάθε επιφάνεια Α) καταπονείται με δύναμη ίση με Q/4:

$$Q_4 = \frac{Q}{4} = \frac{6000kp}{4} = 1500kp$$

Με αυτή τη δύναμη θα γίνει ο έλεγχος για τη διάτμηση:

$$\tau = \frac{Q_4}{A} \Rightarrow \tau = \frac{1500kp}{1,13cm^2} \Rightarrow \tau = 1327 \text{ } kp/cm^2 \leq \tau_{\epsilon\pi} = 1400 \text{ } kp/cm^2$$

Επομένως οι ήλοι δεν κινδυνεύουν από τη διάτμηση.



Γ) Ο έλεγχος για τη σύνθλιψη των ήλων με βάση τον τύπο για 4 ήλους ($z=4$) είναι: Η δύναμη θα είναι $Q=6000kp$ η και η τάση σύνθλιψης σ_L θα υπολογισθεί:

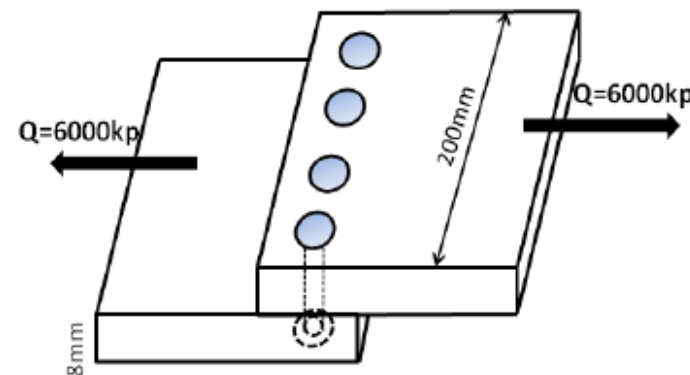
$$\sigma_L = \frac{Q}{A} \Rightarrow \sigma_L = \frac{Q}{z \cdot d \cdot s} \Rightarrow \sigma_L = \frac{6000kp}{4 \cdot 1,2cm \cdot 0,8cm} \Rightarrow$$

Με αυτή τη δύναμη θα γίνει ο έλεγχος για τη διάτμηση:

$$\Rightarrow \sigma_L = 1562,5 \text{ } kp/cm^2 \leq \sigma_{L\epsilon\pi} = 2,5 \cdot \sigma_{\epsilon\pi H} = 2,5 \cdot 1000 \text{ } kp/cm^2 = 2500 \text{ } kp/cm^2$$

Επομένως οι ήλοι αντέχουν και σε σύνθλιψη.

Προσέξτε ότι για τον έλεγχο σε σύνθλιψη χρησιμοποιείται εφελκυσμού του ήλου



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΑΙ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΤΑΙ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΑΝΑΦΕΡΕΤΑΙ :

1. Στοιχεία Μηχανών, Βασικές Αρχές Σχεδιασμού, Robert C. Juvinall, Kurt M. Marshek, 2000, Εκδόσεις :Τζιόλα
2. Στοιχεία Μηχανών Ι , Στεργίου Ιωάννης, Στεργίου Κωνσταντίνου, 2003, Εκδόσεις : Σύγχρονη Εκδοτική
3. Στοιχεία Μηχανών, Νικόλαος Χονδράκης, Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός
4. Στοιχεία Μηχανών, Δρ. Στέργιος Μαρόπουλος