

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΔΕΥΑ
« ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΧΡΗΣΗ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ – ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ »

Η Διαχείριση δικτύων ύδρευσης από τους κατά τόπου αρμόδιους φορείς των Δ.Ε.Υ.Α. συμπεριλαμβάνει και την ενσωμάτωση στα υπ' όψιν δίκτυα , μιάς σειράς συσκευών – υλικών των οποίων την προσέγγιση της «Χρήσης – Τεχνολογίας – Προδιαγραφών και των Εργαστηριακών δοκιμών των» θα προσπαθήσουμε να επιτύχουμε στην παρούσα εργασία. Μία πρώτη πολύ γενική κατάταξη των παραπάνω συσκευών – υλικών θα μπορούσε να γίνει σε :

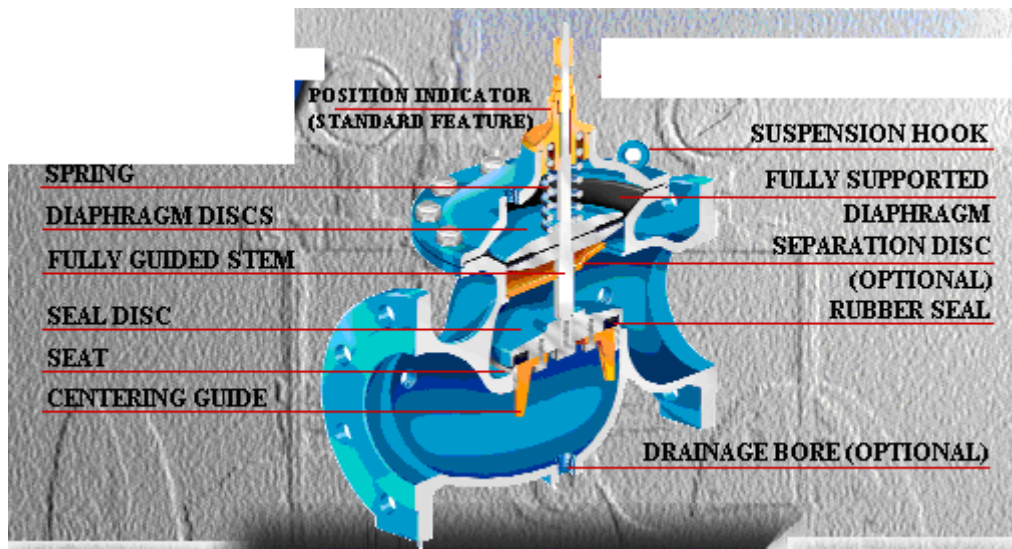
1. ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ
2. ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΑ
3. ΣΩΛΗΝΕΣ
4. ΥΔΡΟΜΕΤΡΑ
5. ΜΙΚΡΟΪΛΙΚΑ
6. ΣΕΛΕΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

1. ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Σε μια βασική υδραυλική βαλβίδα , η ενσωμάτωση κάποιων πιλότων – μικροσυσκευών , είναι δυνατόν να οδηγήσει στην δημιουργία διαφόρων τύπων βαλβίδων που καλύπτουν ποικιλία εφαρμογών και την κάλυψη πληθώρας απαιτήσεων για ομαλή λειτουργία αντλιοστασίων και δικτύων. Τέτοιες βαλβίδες είναι οι :

- A. Βαλβίδες ελέγχου αντλιών
- B. Βαλβίδες μείωσης πίεσης
- Γ. Βαλβίδες σταθεροποίησης πίεσης
- Δ. Βαλβίδες ελέγχου ποσοστού ροής
- Ε. Βαλβίδες ελέγχου επιπέδου στάθμης
- ΣΤ. Βαλβίδες εκτόνωσης πίεσης

Τα κύρια επί μέρους στοιχεία της βασικής βαλβίδας ελέγχου φαίνονται στο παρακάτω **Σχήμα 1**.



Σχήμα 1.
Επί μέρους στοιχεία βασικής βαλβίδας.

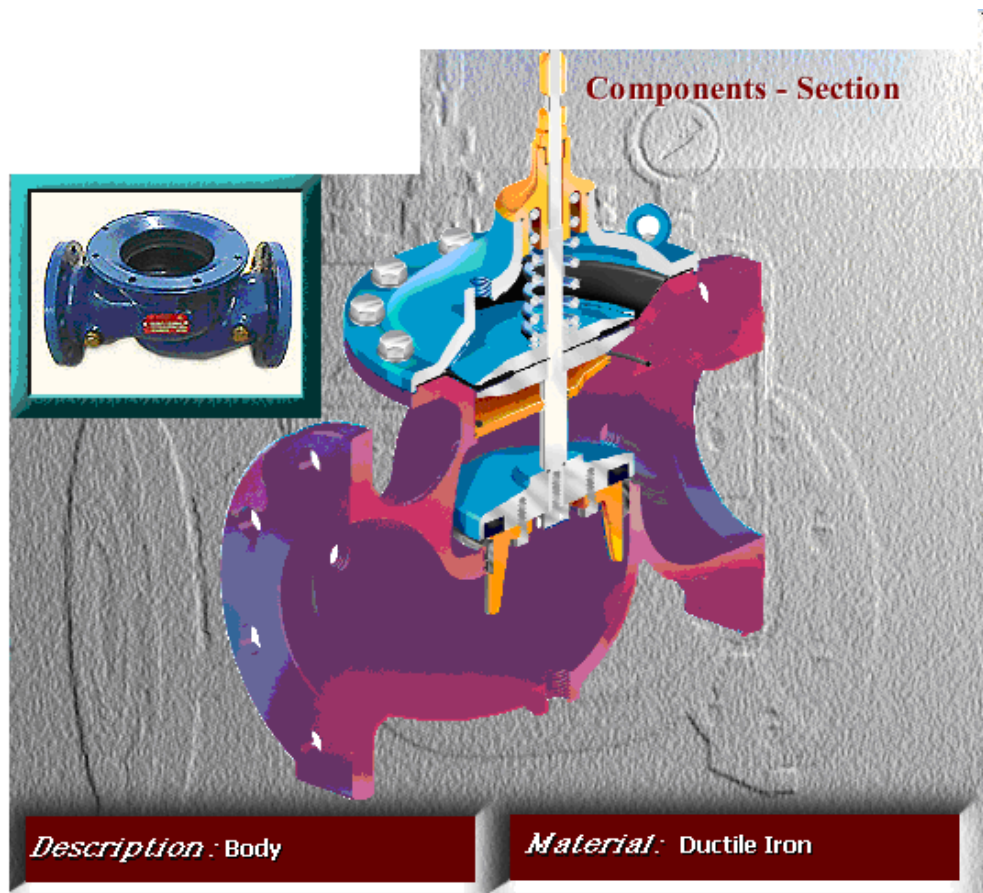
Βασικό τμήμα του εσωτερικού μηχανισμού της βασικής βαλβίδας αποτελεί ο διαφραγματικός ενεργοποιητής.

Το διάφραγμα χωρίζει τον θάλαμο που δημιουργείται μεταξύ της βάσης του ενεργοποιητή και του καλύμματος σε δύο μέρη , που αυξομειώνονται ανάλογα με τις πιέσεις που δέχονται. Με την σύνδεση πιλότων στο σώμα αυτής της βασικής βαλβίδας επιτυγχάνουμε τις εφαρμογές που γενικά περιγράφηκαν πριν με τα είδη των βαλβίδων , και αυτό γιατί η διαφορά πιέσεων που δημιουργείται στους δύο θαλάμους του ενεργοποιητή , από τον πιλότο και την πίεση εισόδου , κινεί τον μηχανισμό της βαλβίδας.

Ειδικότερα :

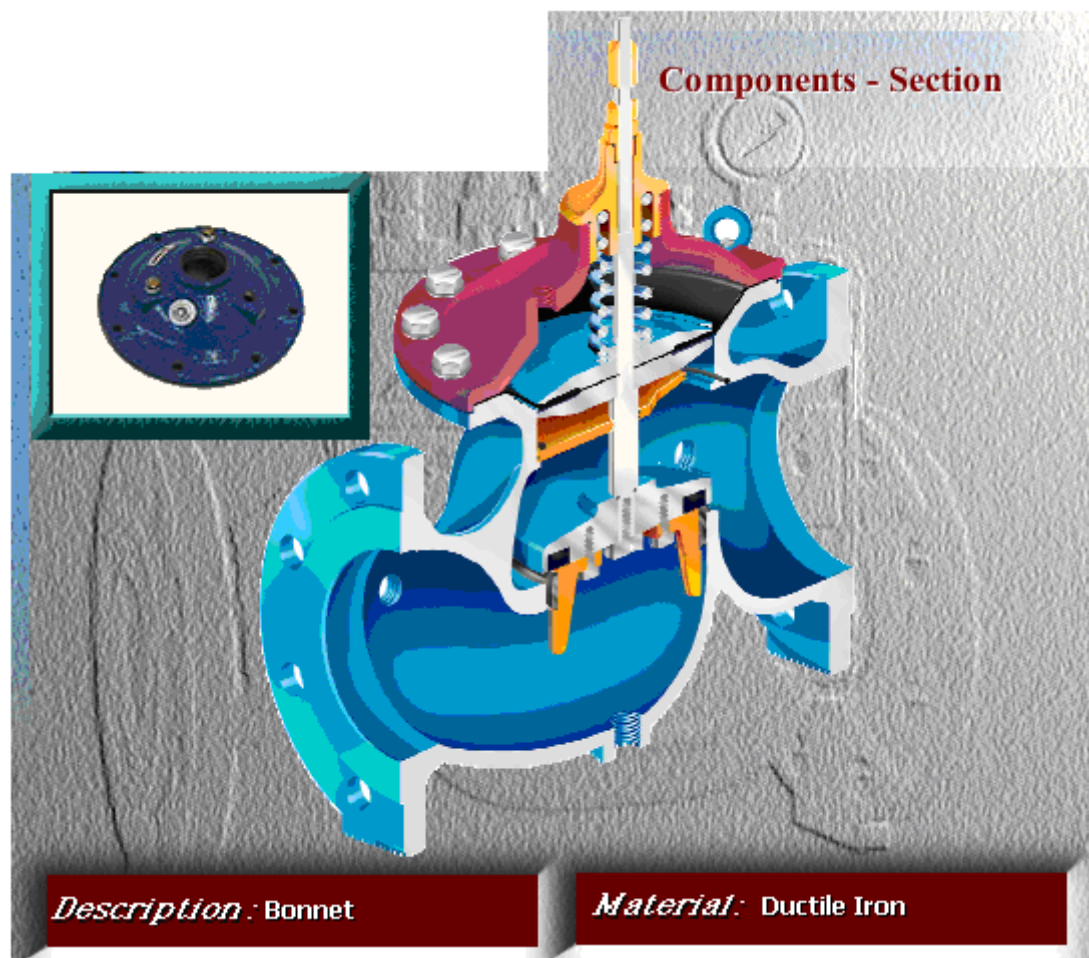
Στις επόμενες εικόνες δίνονται ευκρινέστερα :

Το σώμα της κύριας βαλβίδας από ελατό ή γκρίζο χυτοσίδηρο.



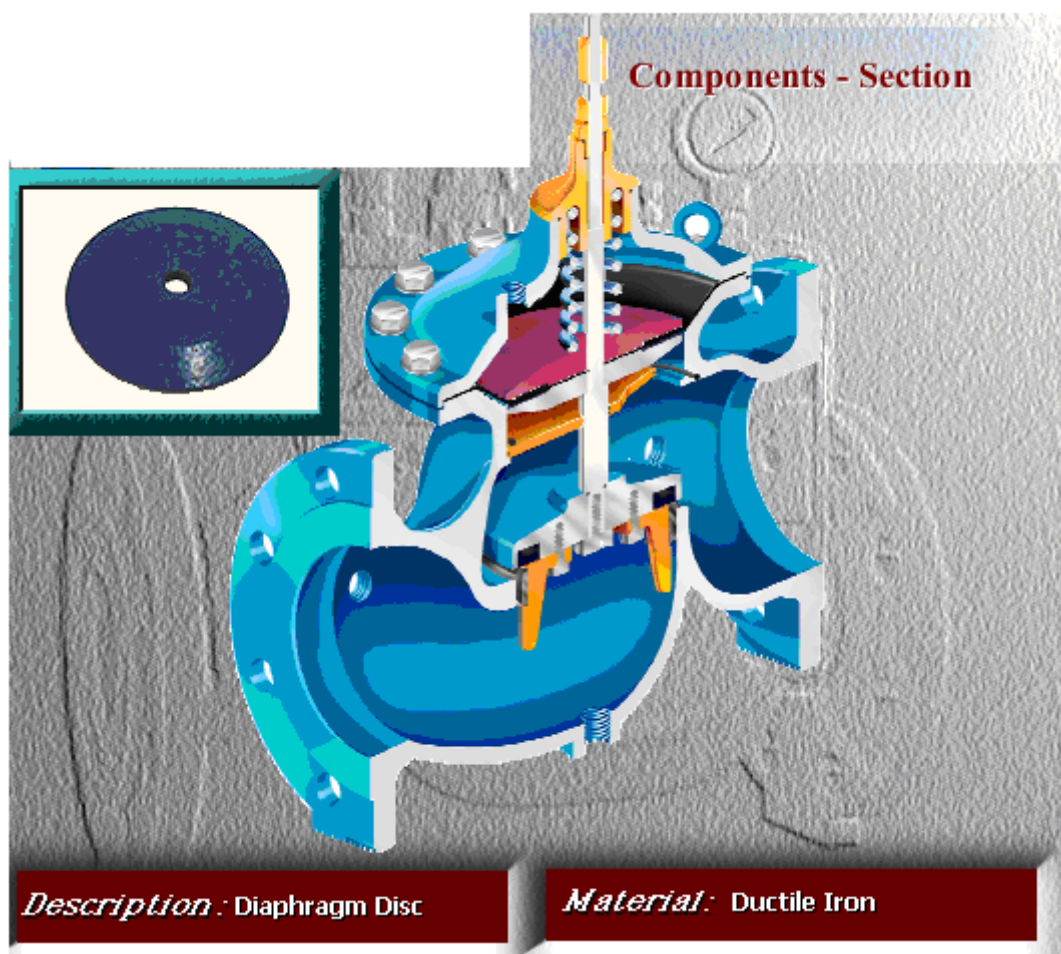
Σχήμα 2.
Κύριο σώμα βαλβίδας

Το κάλυμμα της βαλβίδας από τα ίδια όπως πριν δυνατά υλικά.



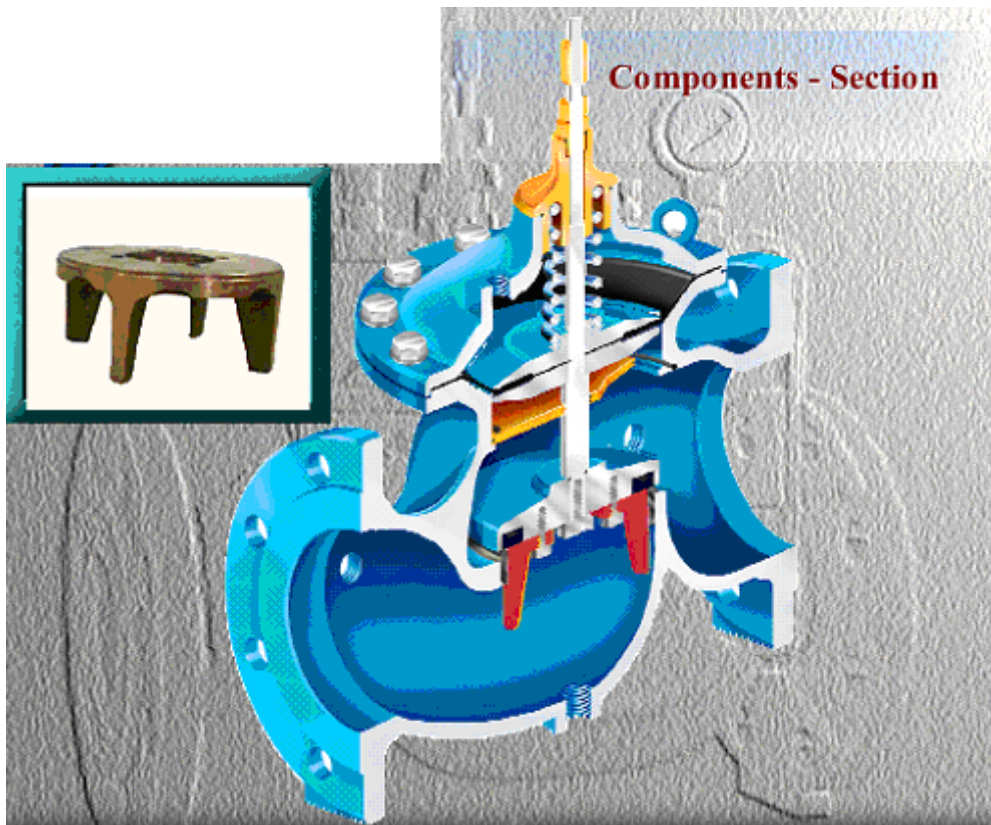
Σχήμα 3.
Κάλυμμα βαλβίδας

Ο δίσκος έμφραξης της βαλβίδας, από ελατό χυτοσίδηρο



Σχήμα 4.
Δίσκος έμφραξης βαλβίδας

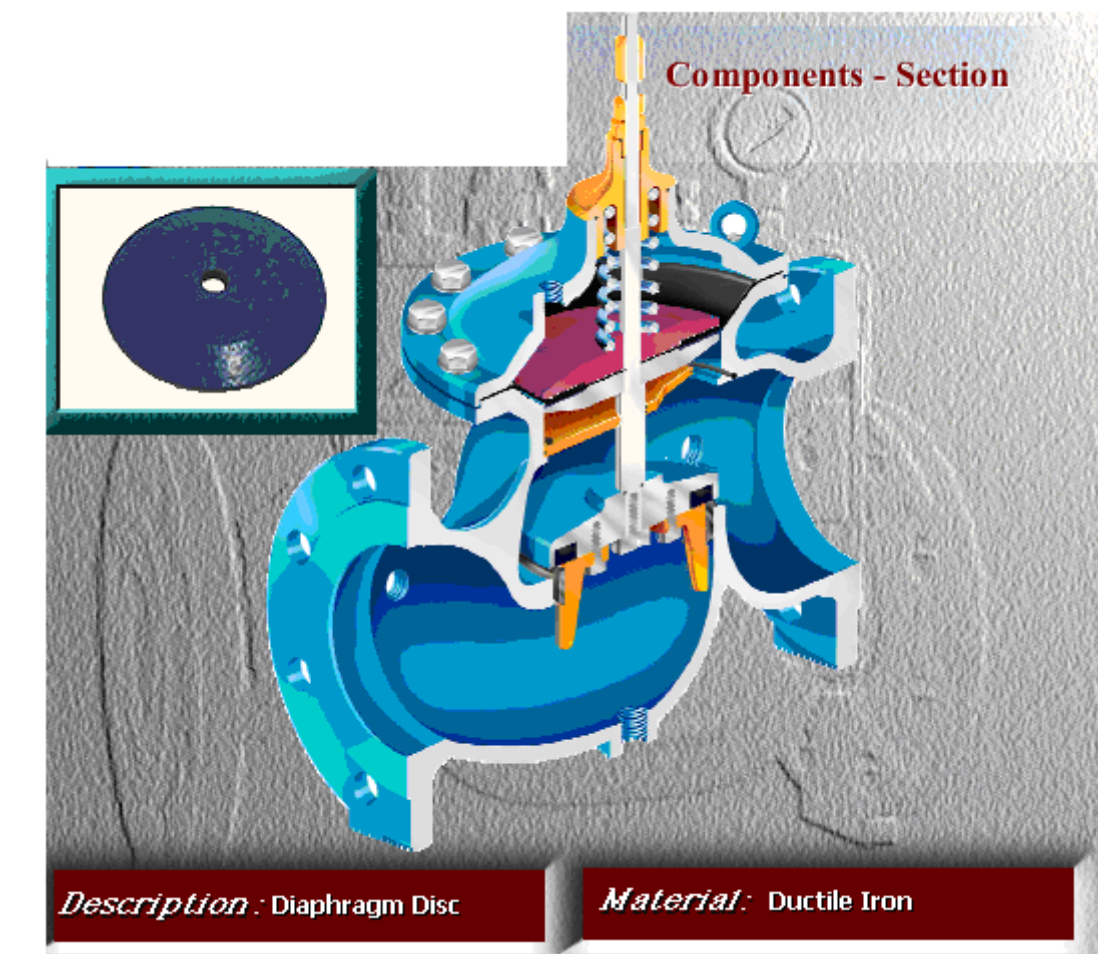
Η έδραση της έμφραξης της βαλβίδας από ορείχαλκο ή Bronze



Σχήμα 5.

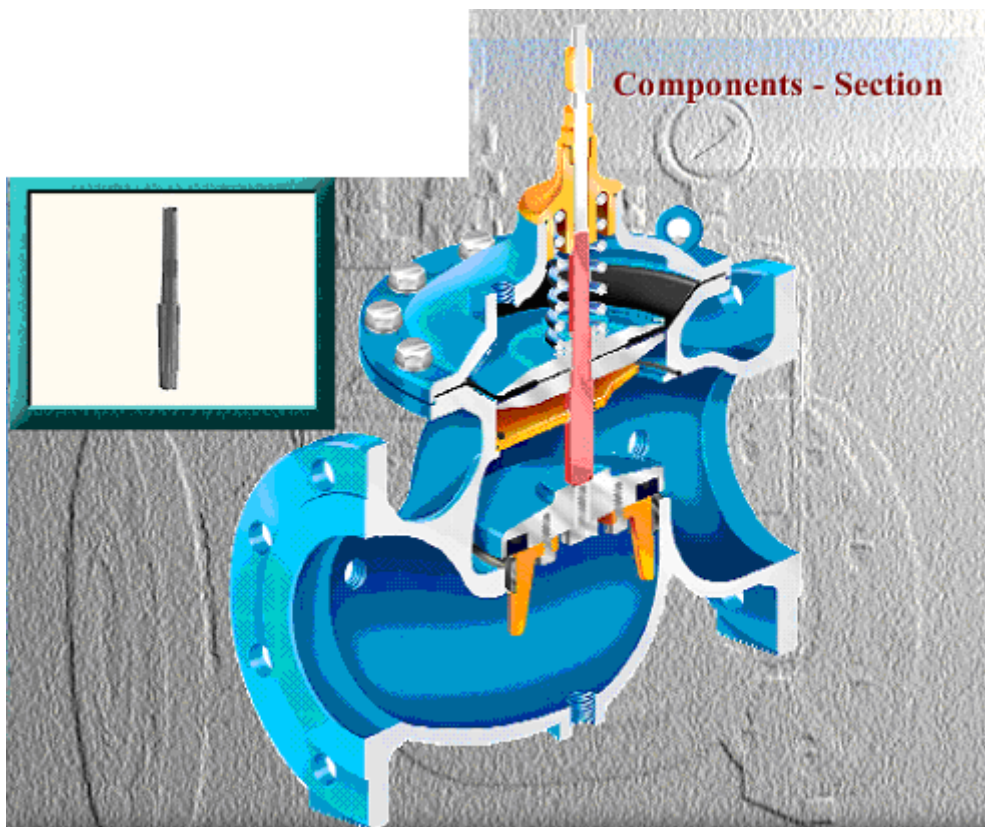
Έδραση έμφραξης βαλβίδας από ορείχαλκο ή ελατό χυτοσίδηρο

Ο Διαφραγματικός δίσκος βαλβίδας από ορείχαλκο ή ελατό χυτοσίδηρο



Σχήμα 6.
Διαφραγματικός δίσκος βαλβίδας

Ο άξονας συνήθως από ανοξείδωτο χάλυβα



Σχήμα 7.
Άξονας βαλβίδας

Στο σημείο αυτό και για τα δύο έως τώρα αναφερόμενα κύρια υλικά , χυτοσίδηρο και χάλυβα , παραθέτουμε τα εξής.

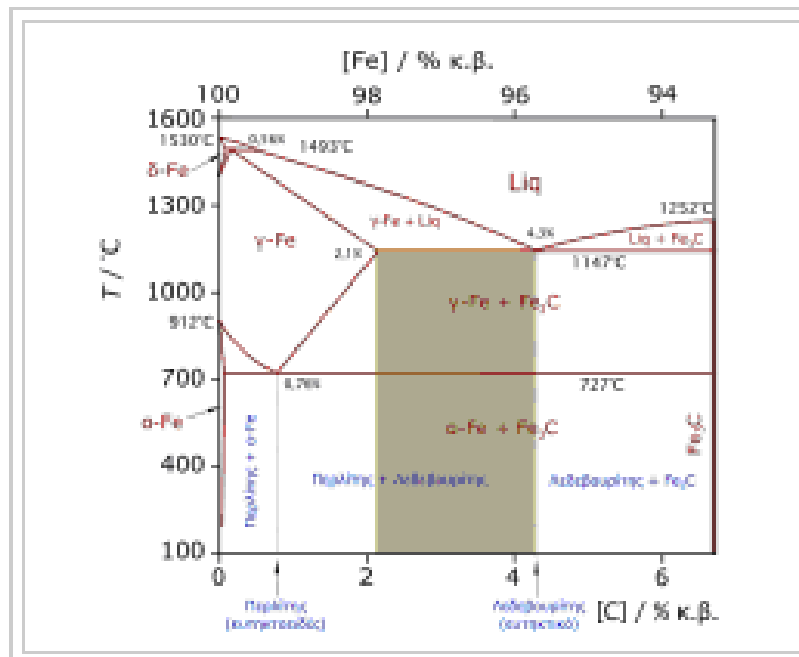
A. Ο χυτοσίδηρος , το κοινώς μαντέμι , είναι κράμα σιδήρου με άνθρακα σε περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 2,1 % κατά βάρος. Στην πραγματικότητα με τον παραπάνω όρο «χυτοσίδηρος» συμπεριλαμβάνεται μια οικογένεια κραμάτων , που εκτός από άνθρακα περιέχουν και άλλα στοιχεία , όπως π.χ. το πυρίτιο.

Ο χυτοσίδηρος , που σε σχέση με τον χάλυβα είναι πιο εύθραυστος , παρουσιάζει έναντι αυτού , καλύτερη συμπεριφορά σε τριβή , αλλά και σε διάβρωση.

Ο πρωτογενής χυτοσίδηρος παράγεται με αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων σε υψικάμνο , με την προσθήκη δε διαφόρων κραματικών στοιχείων παράγονται διάφορες ποιότητες χυτοσιδήρου για διαφορετικές χρήσεις.

Αυτοί οι δευτερογενείς χυτοσίδηροι διακρίνονται σε φαιούς , (γκρίζους) και λευκούς , ανάλογα με το χρώμα που παρουσιάζουν οι επιφάνειες θραύσης και ανάλογα με την μορφή του άνθρακα που περιέχουν .

Η περιεκτικότητα του χυτοσιδήρου σε άνθρακα μπορεί να φθάσει το 6,67 % , αλλά δύσκολα ξεπερνά το 4,3 %. Οι κοινοί χυτοσίδηροι περιέχουν ακόμα πυρίτιο , έως 3% και μαγγάνιο , έως 0,5 %.



Η περιοχή των χυτοσιδήρων στο διάγραμμα φάσεων Fe – C .

Τα κύρια χαρακτηριστικά του χυτοσιδήρου είναι :

- ευκολία χύτευσης .
- υψηλή αντίσταση σε φθορά και διάβρωση .
- υψηλή απορρόφηση κραδασμών .
- πολύ καλή μηχανική αντοχή (έως πάνω από 300 MPa) .

Ο φαιός χυτοσίδηρος (gray cast iron) , παράγεται με την ανάτηξη πρωτογενούς χυτοσιδήρου , την προσθήκη πυριτίου και την αργή ψύξη του τήγματος , διαδικασία που εννοεί τον σχηματισμό γραφίτη.

Ο τελευταίος κάνει τον χυτοσίδηρο πιο εύθραυστο , αλλά με μεγαλύτερες αντοχές σε διάβρωση και απορρόφηση κραδασμών.

Ειδική κατηγορία του φαιού χυτοσιδήρου είναι ο χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη (ductile cast iron) , που παράγεται με προσθήκη μαγνησίου . Ο γραφίτης με την παρουσία μαγνησίου σχηματίζει σφαιρίδια που προσθέτουν μηχανικές αντοχές στον χυτοσίδηρο , με τελικές αντοχές περί τα 400 MPa , αλλά και αυξημένες αντοχές στην διάβρωση.

Ένας τέτοιος τυπικά χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη παρουσιάζει 3,3 % C , 2,5% Si , 0,3% Mn , 0,03% Mg.

Οι παραπάνω υποκατηγορίες για τον χυτοσίδηρο φαίνονται περιληπτικά στον επόμενο πίνακα .

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΡΑΜΑΤΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΡΑΜΑΤΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΚΡΑΜΑΤΟΣ
Χυτοσίδηρος	Γκρίζος χυτοσίδηρος	GG - 20 , GG - 25 , GG - 30
	Λευκός χυτοσίδηρος	GX - 260 Cr 27, 2220 C 20
	Ελατός χυτοσίδηρος ή σφαιροειδής γραφίτης	GGG – 40 , GGG – 50 GGG – 60 , GGG - 70

Ο φαιός χυτοσίδηρος ακολουθεί το πρότυπο DIN 1691 και EN 1561 , με τις εξής τιμές σε κύρια συστατικά του και αντοχές του , ανάλογα με την κατηγορία του.

Κατηγορία	C	Si	Mn	S	Εφελκυστική τάση N/mm ²
GG 20	3,20 – 3,60	1,80 – 2,40	0,50 – 0,80	0,08	200
GG 25	3,20 – 3,40	1,60 – 2,40	0,60 – 0,90	0,08	250
GG 30	2,90 – 3,10	1,20- 1,80	0,80 – 1,20	0,08	300

Ο ελατός χυτοσίδηρος ακολουθεί το πρότυπο DIN 1693 και EN 1563, με τις εξής τιμές σε κύρια συστατικά του και αντοχές του , ανάλογα με την κατηγορία του .

Κατηγορία	C	Si	Mn	Cu	Εφελκυστική τάση N/mm ²
GGG 40	3,5 – 4	2,30 – 2,80	0,3 μέγιστο		420
GGG 50	3,5 – 3,8	2,20 – 2,60	0,5 μέγιστο		500
GGG 60	3,4 – 3,60	2,00 – 2,50	0,30 – 0,80	0,20 – 0,80	600
GGG 70	3,20 – 3,40	1,80 – 2,40	0,30 – 0,80	0,20 – 0,80	700

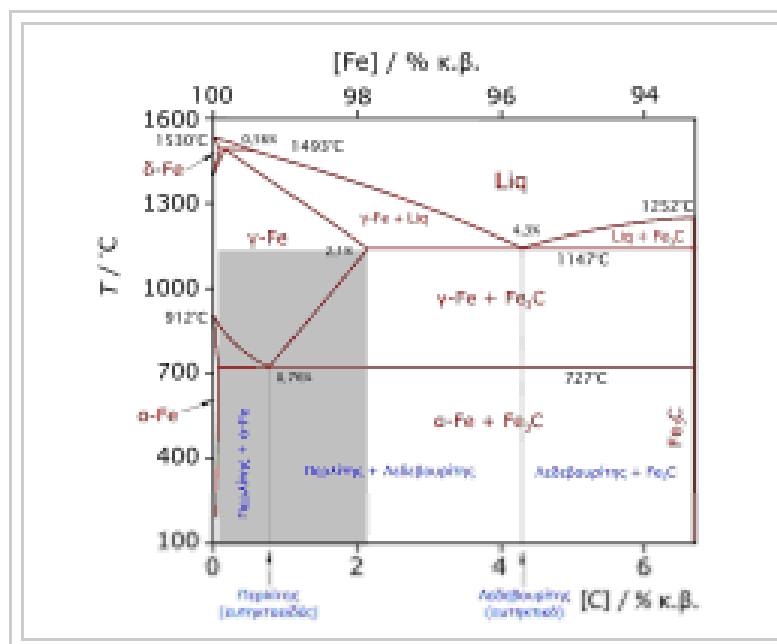
B. Ο χάλυβας , το κοινώς ατσάλι , είναι κράμα σιδήρου – άνθρακα , με λιγότερο από 2% κ.β. άνθρακα και λιγότερο από 1% μαγγάνιο. Οι κραματωμένοι χάλυβες , όπως οι ανοξείδωτοι , είναι ειδική κατηγορία κραμάτων με υψηλότερα ποσοστά άλλων μετάλλων.

Ο χάλυβας παράγεται :

- με αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων σε υψικάμινο και την μετατροπή του χυτοσίδηρου σε χάλυβα σε μεταλλάκτη με εμφύσηση οξυγόνου .
- με αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων σε κάμινο και
- με την ανάτξη παλαιοσίδηρου (σκράπ) σε κλίβανο ηλεκτρικού τόξου.

Οι χάλυβες ανάλογα με την χημική τους σύσταση διακρίνονται σε :

- Κοινούς αθρακούχους χάλυβες , με C έως 2% και μικρό ποσοστό μαγγανίου έως 2% περίπου .
- Κραματωμένους χάλυβες , δηλαδή κράματα σιδήρου με άλλα μέταλλα , όπως χρώμιο , νικέλιο , κατηγορία στην οποία ανήκουν και οι ανοξείδωτοι χάλυβες , με ποσοστό Cr > 10% κ.β.



Η περιοχή των κοινών χαλύβων στο διάγραμμα φάσεων Fe – C .

Επίσης , ανάλογα με την περαιτέρω κατεργασία τους οι χάλυβες διακρίνονται σε :

- Χάλυβες διαμόρφωσης , με περαιτέρω μηχανική κατεργασία (έλαση κ.λ.π.) .
- Χυτοχάλυβες που παράγονται απευθείας με χύτευση για την παραγωγή διαφόρων εξαρτημάτων.

Τέλος γίνεται συχνά λόγος για ωστενιτικούς , φερριτικούς και μαρτενσιτικούς χάλυβες ανάλογα με την κύρια κρυσταλλική φάση τους.

Η ονοματολογία των χαλύβων γίνεται με διάφορα συστήματα τυποποίησης όπως DIN , ASTM , ΕΛΟΤ , AISI – SAE.

Ο χάλυβας κατά το πρότυπο AISI – SAE δηλώνεται με έναν τετραψήφιο αριθμό XYZZ , τα ψηφία του οποίου σημαίνουν :

X : Οικογένεια χάλυβα.

(1 = Μαγγανιούχοι χάλυβες , 2=Νικελιούχοι χάλυβες , 3=Νικελιοχρωμιούχοι χάλυβες , 4= Μολυβδαινιούχοι χάλυβες , κ.λ.π.) .

Y: Ποσοστό κυρίων στοιχείων κραμμάτωσης στον χάλυβα .

(0 = Κοινοί χάλυβες , 1= Κοινοί χάλυβες με S , 2=κοινοί χάλυβες με S και P , 3= κράμα μαγγάνιου , Π (Mn) = 1,60 – 1,90 % κ.λ.π.

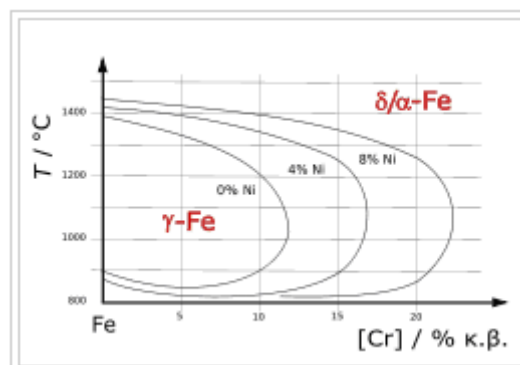
ZZ: Π (C) , πολλαπλασιασμένη επί 100% .

Παράδειγμα : 1160 (1: Κοινός χάλυβας , 1 : Με πρόσμιξη S , 60 : π (C) = 60 % κ.β.

Ο ανοξείδωτος χάλυβας είναι κράμα σιδήρου – άνθρακα – χρωμίου με ελάχιστη περιεκτικότητα σε χρώμιο 10,5% κ.β. Εκτός από χρώμιο οι ανοξείδωτοι χάλυβες μπορεί να περιέχουν και άλλα κραματικά στοιχεία όπως νικέλιο , μαγγάνιο κ.λ.π. Σε σύγκριση με τους κοινούς χάλυβες , οι ανοξείδωτοι εκτός από την υψηλότερη αντοχή στην διάβρωση , παρουσιάζουν επί πλέον και υψηλότερη μηχανική αντοχή. Είναι όμως πιο σκληροί από τους κοινούς χάλυβες και για αυτό πιο δυσκατέργαστοι.

Οι ανοξείδωτοι χάλυβες διακρίνονται με βάση την κύρια φάση στην κρυσταλλική τους δομή.

Α. Οι Ωστενιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες είναι αυτοί με κύρια φάση του ωστενίτη (γ – Fe) , με πολύ λίγο άνθρακα , < 0,08 % , - 0,15% C και τουλάχιστον 16% Cr. Ο ωστενίτης σταθεροποιείται με προσθήκη Ni ή Mn. Οι χάλυβες αυτής της κατηγορίας , δεν επιδέχονται θερμική κατεργασία.



Διάγραμμα φάσης Fe – C

Ο ωστενίτης ή γ - Fe , είναι αλλοτροπική μορφή του σιδήρου που κρυσταλλώνεται στο εδροκεντρωμένο κυβικό σύστημα. Στην περίπτωση του καθαρού σιδήρου , ο ωστενίτης είναι σταθερός από τους 912 έως τους 1394⁰ C.

Για θερμοκρασίες χαμηλότερες από 912⁰C , ο γ - Fe μετασχηματίζεται σε χωροκεντρωμένο φερρίτη ή α -Fe. Επίσης , για θερμοκρασίες υψηλότερες από 1394⁰ C , μετασχηματίζεται σε χωροκεντρωμένο δ – Fe , που αποκαλείται επίσης φερρίτης. Σε αντίθεση με τον φερρίτη , ο ωστενίτης είναι ελάχιστα μαγνητικός (παραμαγνητικός).

B. Οι Φερριτικοί και μαρτενσιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες είναι αυτοί με κύρια φάση του φερρίτη ή του μαρτενσίτη που προκύπτει από απότομη ψύξη του ωστενίτη , με 10,5 – 27% C r, αλλά ελάχιστο ή καθόλου Ni (< 2%). Οι χάλυβες αυτοί είναι πιο μαλακοί σε σχέση με τους αντίστοιχους ωστενιτικούς.

Ο φερρίτης είναι στερεά φάση καθαρού σιδήρου ή στερεό διάλυμα με βασικό συστατικό τον σίδηρο . Ο φερρίτης είναι η κύρια φάση στους κοινούς χάλυβες και τους χυτοσιδήρους.

Οι ιδιότητες του φερρίτη είναι σχεδόν ίδιες με τις ιδιότητες του καθαρού σιδήρου. Είναι όλκιμος και η εφελκυστική του αντοχή ανέρχεται σε περίπου 280 MPa. Είναι επίσης ισχυρά μαγνητικός και μπορεί να αποκτήσει μόνιμη μαγνήτιση (σιδηρομαγνητικός) για θερμοκρασία χαμηλότερη από 770⁰ C .

Ο φερρίτης ή α – Fe , είναι σταθερός σε θερμοκρασία έως και 910⁰ C. Σε θερμοκρασίες από 910 έως 1390⁰ C , ο χωροκεντρωμένος κυβικός φερρίτης μετασχηματίζεται σε εδροκεντρωμένο κυβικό ωστενίτη (γ – Fe) , που είναι πιο σκληρός και λιγότερο μαγνητικός (παραμαγνητικός). Σε θερμοκρασία ανώτερη από 1390⁰ C έως το σημείο τήξης του σιδήρου (1539⁰ C) , ο ωστενίτης μετασχηματίζεται σε χωροκεντρωμένο κυβικό φερρίτη , που αποκαλείται δ - Fe για να ξεχωρίζει από τον φερρίτη των χαμηλών θερμοκρασιών.

Σημειώνεται τέλος ότι ακόμα και οι ανοξείδωτοι χάλυβες παθαίνουν διάβρωση. Μόνο που η διάβρωση εδώ μπορεί να μην δημιουργεί την εμφανή σκουριά , τα αποτελέσματά της όμως μπορεί να είναι ξαφνικά και απολύτως καταστρεπτικά.

Οι ανοξείδωτοι χάλυβες κατά AISI – SAE περιλαμβάνονται σε πίνακα που περιέχει τα ποσοστά % συμμετοχής σε Cr , Ni , C , Mn , P , S.

Μέρος του παραπάνω πίνακα φαίνεται παρακάτω :

AISI-SAE Ονομασία	Cr, %	Ni, %	C, %	Mn,%	P, %	S, %
Ωστενιτικοί						
301	16-18	6-8	0,15	2	0,045	0,03
304	18-20	8-10,50	0,08	2	0,045	0,03
316	16-18	10-14	0,08	2	0,045	0,03
347	17-19	9-13	0,08	2	0,045	0,03
Φερριτικοί						
405	11,5- 14,5	-	0,08	1	0,04	0,03
430	16-18	0,75	0,12	1	0,04	0,03
Μαρτενσιτικοί						
410	11,5- 13,5	0,75	0,15	1	0,04	0,03
420	12 -14	-	1	1	0,04	0,04
440 B	16 -18	-	1	1	0,04	0,03

Τέλος υπενθυμίζεται ότι κάθε κατασκευαστική εταιρεία συσκευών ελέγχου , συνοδεύει τα προϊόντα της με τυπικούς συντελεστές Κ «τοπικής πτώσης πίεσης», όπως για παράδειγμα ο επόμενος πίνακας 1 , προκειμένου αυτοί να ληφθούν υπ' όψιν κατά την διάρκεια των υδραυλικών υπολογισμών.

*Equations For head loss
of fully open valves*

$$H(\text{Psi}) = \left(\frac{Q(\text{Gpm})}{C_v} \right)^2$$

$$H(\text{Bar}) = \left(\frac{Q(\text{m}^3/\text{h})}{K_v} \right)^2$$

$$H = K \frac{v^2}{2g}$$

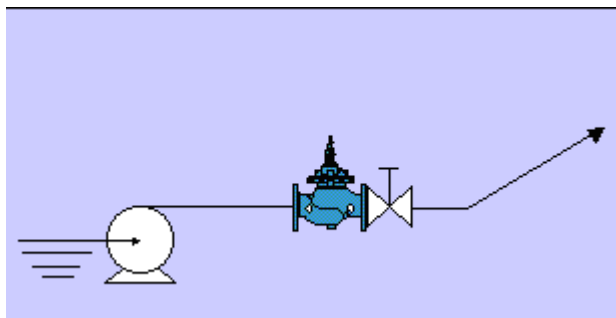
Valve Size	(mm) (inch)	50	80	100	150	200	250
Max. Recommended Flow Rate For Continuos Operation (m ³ /h)		40	90	160	350	630	980
Max. Recommended Flow Rate For Continuos Operation (Gpm)		180	400	700	1600	2800	4300
Min. Recommended Flow Rate (m ³ /h)		<1	<1	<1	5	10	15
Min. Recommended Flow Rate (Gpm)		5	5	5	20	45	65
Flow Rate Factor	Kv (metric) Cv (US)	43 50	103 120	167 195	407 475	676 790	1195 1460
Head Loss Factor K (Dimensionless)		5.2	4.7	5.6	4.8	5.5	4.3

Πίνακας 1.
Τυπικοί συντελεστές Κ τοπικών απωλειών

Παρουσιάζονται τώρα λεπτομερέστερα οι επί μέρους τύποι βαλβίδων .

A. ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΤΛΙΑΣ

Η βαλβίδα εμποδίζει την ροή νερού όταν η κατάντι πίεσης υπερβεί την ανάντι πίεση του δικτύου. Τυπική εφαρμογή της παραπάνω βαλβίδας είναι σε σειρά με λειτουργούσα αντλία όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 8 .

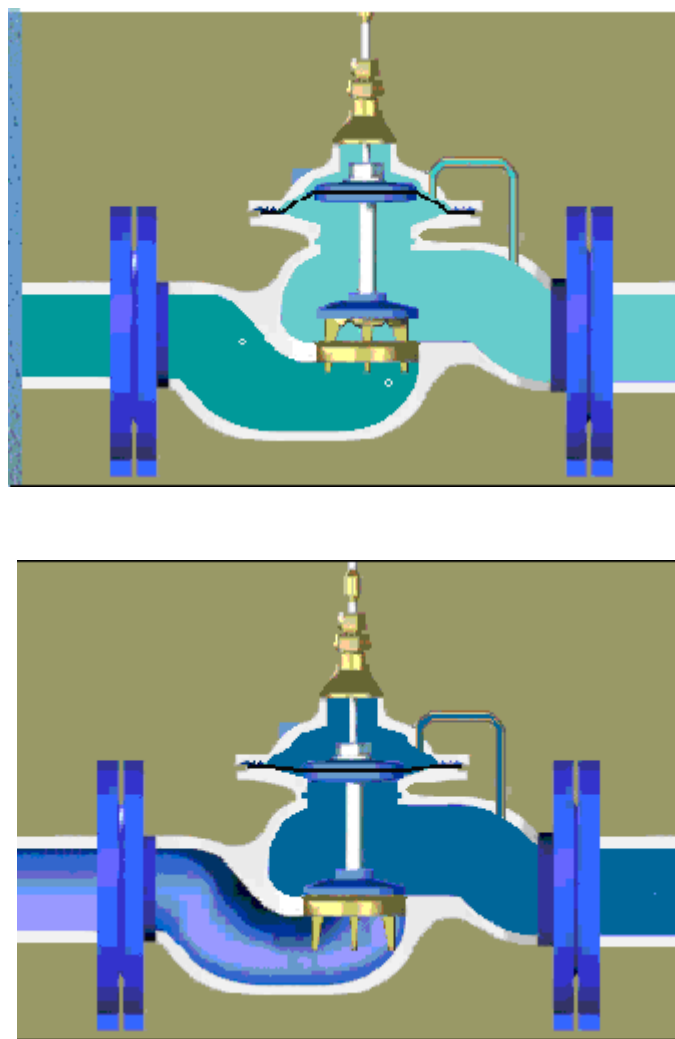


Σχήμα 8
Τυπική διάταξη βαλβίδας ελέγχου αντλίας

με την βαλβίδα ν' ανοίγει βαθμιαία στην εκκίνηση της αντλίας και να κλείνει , με ελεγχόμενη ταχύτητα , στο σταμάτημα της αντλίας.

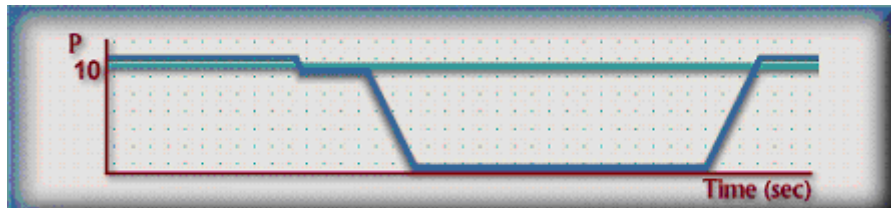
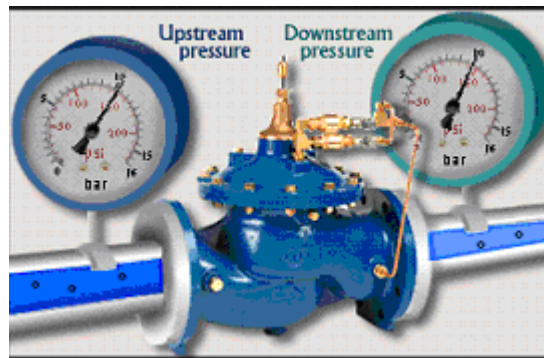
Η ροή νερού στην κανονική κατεύθυνση αναγκάζει τον δίσκο έμφραξης της βαλβίδας να είναι στην «ανοικτή» θέση όταν η κατάντι πίεση υπερβεί την ανάντι , η επιστρεφόμενη ροή οδηγεί τον δίσκο έμφραξης σε «κλειστή θέση» , αποτέλεσμα υδραυλικών αναπτυσσόμενων δυνάμεων , αλλά και των αντίστοιχων του ελατηρίου.

Τα παραπάνω αποτυπώνονται στο επόμενο **Σχήμα 9** .



Σχήμα 9
Ανοικτή και κλειστή βαλβίδα ελέγχου

Παραστατικά ή πλήρη λειτουργία μιας βαλβίδας ελέγχου , από το αρχικό στάδιο όπου η ανάντι και η κατάντι πίεση είναι ίσες , άρα η βαλβίδα ανοικτή , στο μέσο στάδιο , όπου η κατάντι πίεση βαθμιαία ελαττώνεται έως και μηδενισμού της , με βαθμιαίο κλείσιμο της βαλβίδας , μέχρι το τελικό στάδιο με την κατάντι πίεση να αυξάνεται , άρα και την βαλβίδα βαθμιαία ν' ανοίγει , φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 10**.



Σχήμα 10
Συνολική υδραυλική λειτουργία βαλβίδας ελέγχου

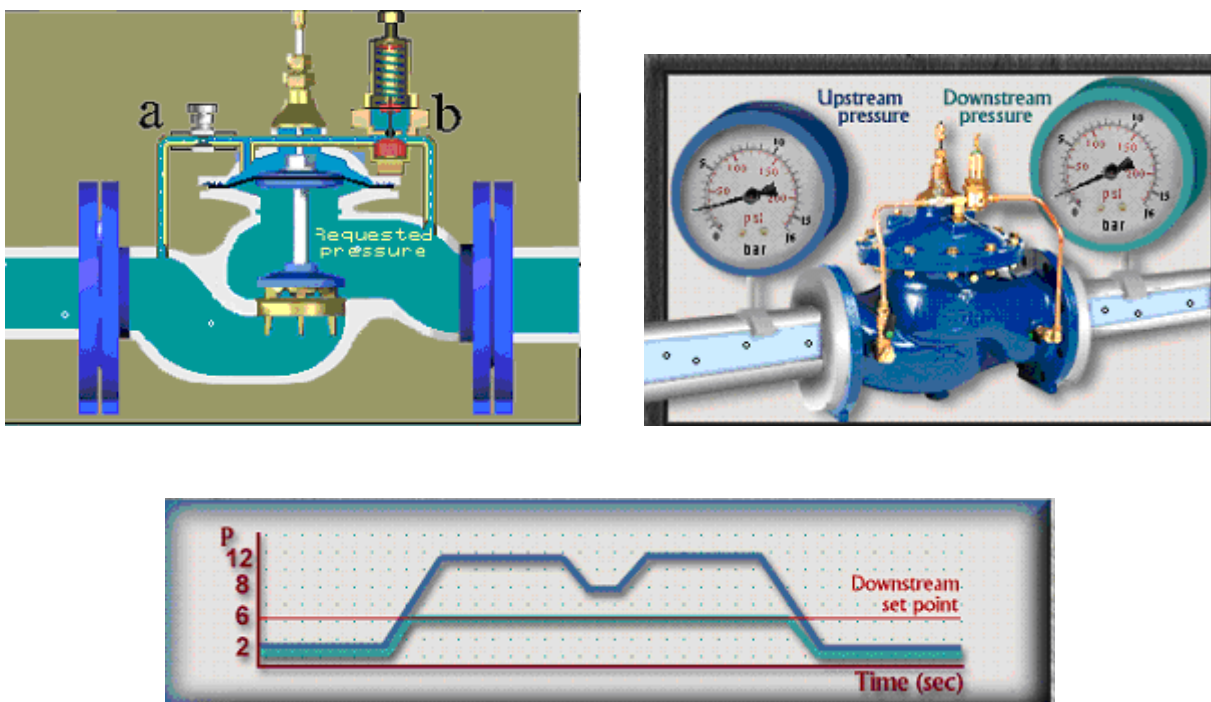
B. ΒΑΛΒΙΔΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η βαλβίδα μείωσης πίεσης διατηρεί μία προκαθορισμένη τιμή στην κατάντι πίεση , ή έναν σταθερό λόγο πίεσης μεταξύ της ανάντι και κατάντι της βαλβίδας περιοχή , ανεξαρτήτως των διακυμάνσεων της ανάντι πίεσης.

Υπενθυμίζεται ότι η εκλογή της θέσης τοποθέτησης της βαλβίδας μείωσης , γίνεται με βάση το κριτήριο το ύψος της στατικής πίεσης να είναι μικρότερο των 70 m , για ένα δίκτυο με σωλήνες αντοχής 10 atm.

Όταν ο πιλότος «b» του του επόμενου **Σχήματος 11** , διαγνώσει τιμή κατάντι πίεσης μεγαλύτερη της επιλεγείσης για την προστασία του δικτύου , επιτρέπει την ροή μόνο μέσω της διόδου «a» , αναγκάζονται παράλληλα το διάφραγμα να κλείσει την βαλβίδα. Ακριβώς η αντίθετη πορεία ακολουθείται στην περίπτωση της ανίχνευσης κατάντι πίεσης μικρότερης της επιλεγείσης , οπότε η διόδος της ροής γίνεται και μέσω του «b» , με τελικό αποτέλεσμα το άνοιγμα της βαλβίδας.

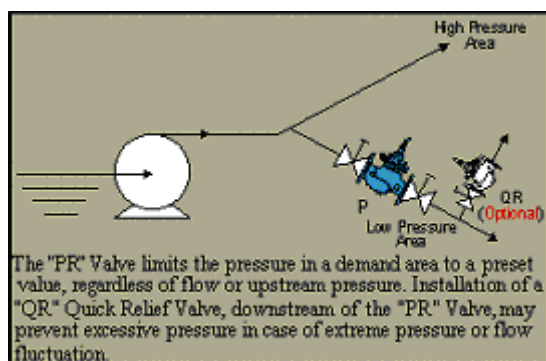
Στο ίδιο επόμενο Σχήμα 11 , παρουσιάζεται γραφικά και η μεταβολή της κατάντι πίεσης , σε σχέση με την ανάντι και την προκαθορισθείσα τιμή πίεσης για την προστασία του δικτύου , από την θέση της βαλβίδας «ανοικτή» , σε «κλειστή» και πάλι «ανοικτή».



Σχήμα 11.
Υδραυλική λειτουργία βαλβίδας μείωσης πίεσης

Τέλος η τοποθέτηση μιας βαλβίδας εκτόνωσης πίεσης σε σειρά , αμέσως μετά την βαλβίδα μείωσης πίεσης για τον απαιτούμενο κλάδο του δικτύου , συμβάλλει ασφαλώς στην περαιτέρω προστασία του δικτύου από υπερβολικές πιέσεις.

Τα προηγούμενα αποτυπώνονται γραφικά στο επόμενο **Σχήμα 12** , όπου εμφανίζεται μία «τυπική» θέση τοποθέτησης της βαλβίδας μείωσης πίεσης.



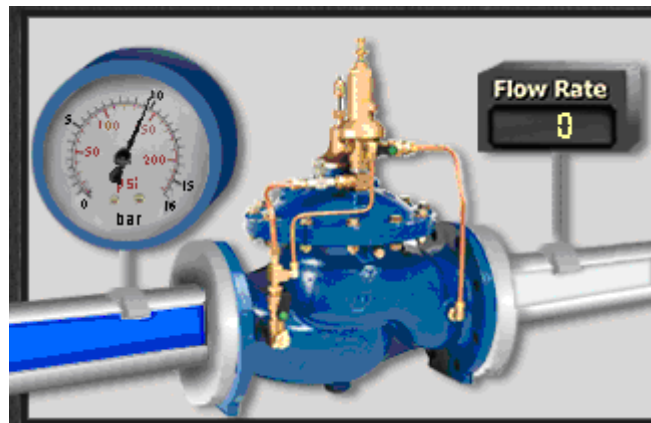
Σχήμα 12
Διάταξη βαλβίδας μείωσης πίεσης

Γ. ΒΑΛΒΙΔΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

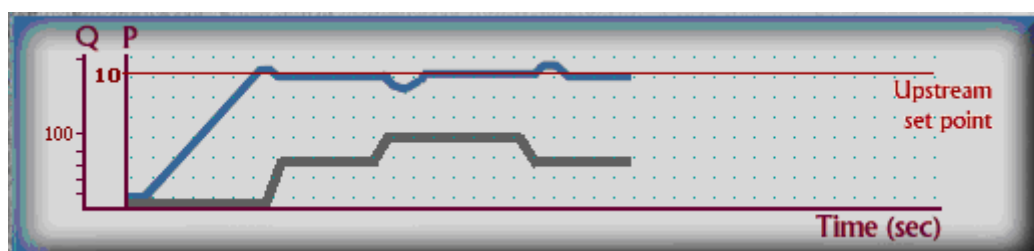
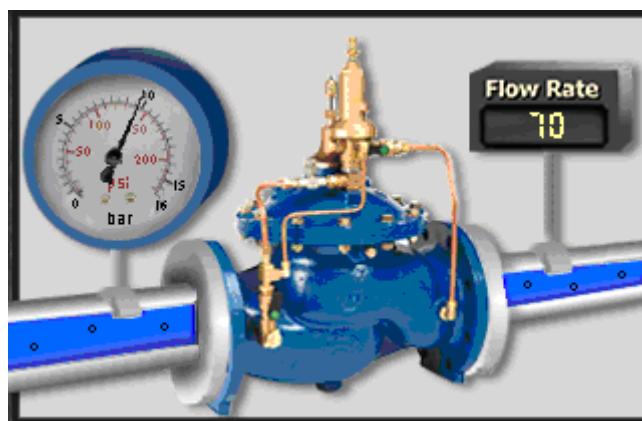
Η βαλβίδα διατήρησης πίεσης διατηρεί μία σταθερή , προκαθορισμένη τιμή πίεσης στο δίκτυο , ανάντι της θέσης της. Η βαλβίδα θα είναι «κλειστή» , αν η ανάντι πίεση πέσει κάτω από την προκαθορισθείσα τιμή και θα ανοίξει πλήρως όταν η ανάντι πίεση υπερβεί την τιμή αυτού.

Στα επόμενα Σχήματα 13 a, b, c φαίνεται ένας πλήρης κύκλος υδραυλικής λειτουργίας της βαλβίδας διατήρησης πίεσης από την τελείως «κλειστή» θέση , έως ότου η ανάντι πίεση φθάσει στο επιθυμητό επίπεδο , στην «ανοικτή» θέση , με την ανάντι πίεση να κυμαίνεται στα επιθυμητά όρια , έως την τελείως κλειστή θέση , με κατάντι παροχή μηδέν «0» , καθώς η ανάντι πίεση βρίσκεται κάτω των επιθυμητών ορίων.

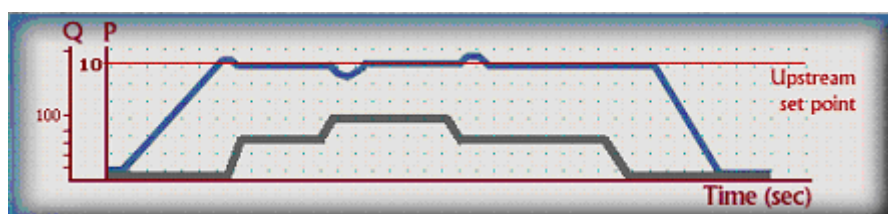
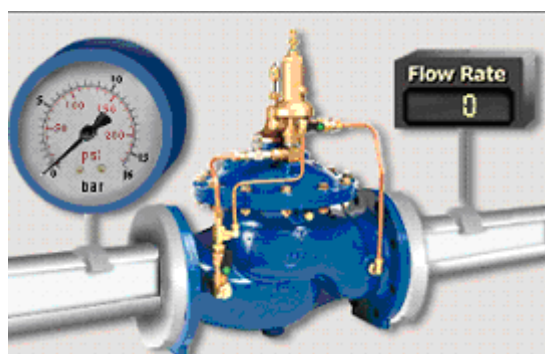
Κατά τα λοιπά η υδραυλική λειτουργία των επί μέρους πιλότων είναι παρόμοια του προηγούμενου είδους βαλβίδας.



Σχήμα 13 a
Κλειστή βαλβίδα



Σχήμα 13 «b» Ανοικτή βαλβίδα



Σχήμα 13 «c» Κλειστή βαλβίδα

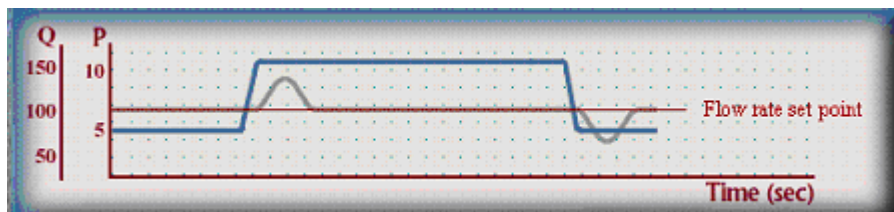
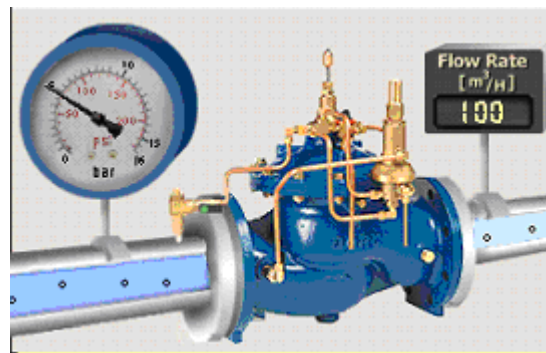
Δ. ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΗΣ

Η βαλβίδα ελέγχου ροής διατηρεί μία σταθερή τιμή ροής στο δίκτυο , ανεξάρτητα από τις εκάστοτε συνθήκες πίεσης και ζήτησης. Η βαλβίδα ανοίγει πλήρως όταν η ζήτηση ροής πέσει κάτω από την προκαθορισθείσα τιμή , ή όταν οι επικρατούσες συνθήκες πίεσης δεν μπορούν ν' ανταποκριθούν σε τέτοιες τιμές ροής.

Ένας δίσκος στένωσης τοποθετημένος με φλάντζες στην ανάντι της βαλβίδας ροής , δημιουργεί μία διαφορά πίεσης , όταν η προκαθορισμένη ποσότητα ροής περνά μέσα απ' αυτόν.

Ο πιλότος της βαλβίδας επωμίζεται της ευθύνης της διατήρησης αυτής της διαφοράς πίεσης , ενεργοποιώντας την βαλβίδα , στην σωστή τιμή ροής.

Στο επόμενο **Σχήμα 14** φαίνεται το σύνολο των υδραυλικών διεργασιών της βαλβίδας , ώστε η κατάντι παροχή να διατηρείται σταθερή στα $100 \text{ m}^3/\text{h}$.



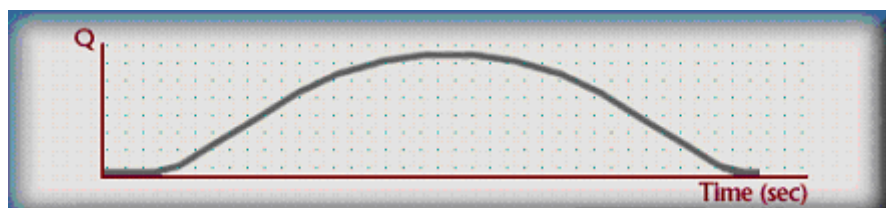
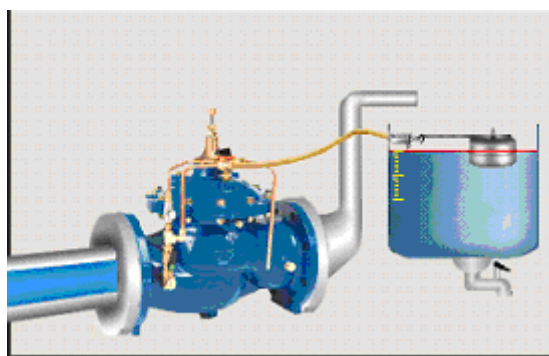
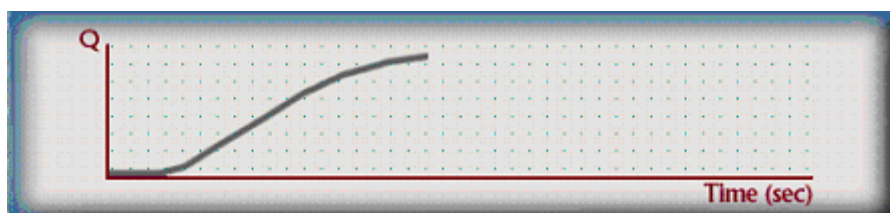
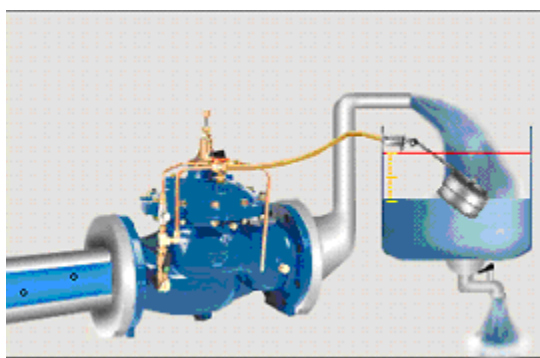
Σχήμα 14
Υδραυλική λειτουργία βαλβίδας ελέγχου ροής

Ε. ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΣΤΑΘΜΗΣ

Η βαλβίδα ελέγχου αποφασίζει για το επίπεδο πλήρωσης των δεξαμενών για την πρόληψη της υπερχειλίσης.

Η βαλβίδα μπορεί , ανάλογα με τον εξοπλισμό της , ή να διατηρεί την στάθμη της δεξαμενής συνεχώς στην μέγιστη τιμή της , ή ν' ανοίγει , όταν το νερό πέσει στο προκαθορισμένο ελάχιστο επίπεδο και φυσικά να κλείνει , όταν το νερό φθάσει στο μέγιστο επίπεδο.

Το σύνολο της υδραυλικής διαδικασίας πλήρωσης μιας δεξαμενής, φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 15**



Σχήμα 15
Πλήρωση δεξαμενής με λειτουργία βαλβίδος ελέγχου στάθμης

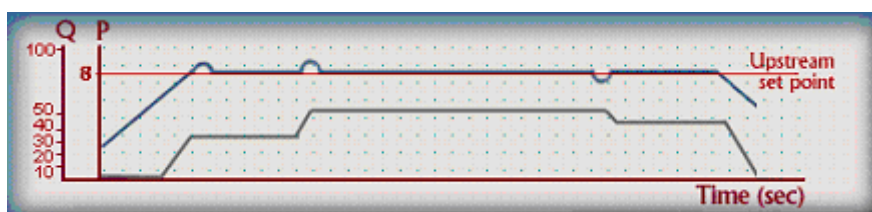
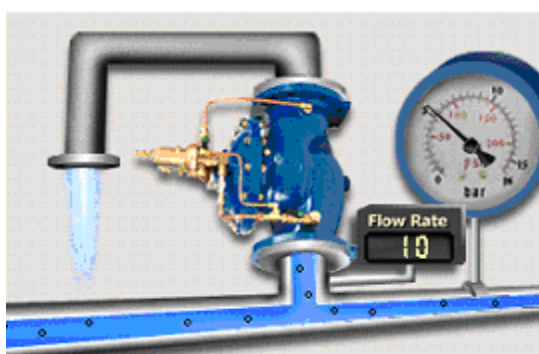
ΣΤ. ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η αντιπληγματική βαλβίδα , βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης , σχεδιάζεται για να τοποθετηθεί στην σωληνογραμμή και να διατηρήσει μία μέγιστη πίεση στο δίκτυο , προστατεύοντάς το από υπερβολικές αυξήσεις αυτής πέραν της προκαθορισμένης τιμής.

Όταν η ανάντι πίεση αυξηθεί , η βαλβίδα ανοίγει , μεγαλώνοντας την παροχή εξόδου και μειώνοντας έτσι την πίεση.

Όταν η ανάντι πίεση φθάσει κάτω από την προκαθορισθείσα τιμή πίεσης , η βαλβίδα κλείνει.

Στο επόμενο **Σχήμα 16** φαίνεται όλη η λειτουργία της αντιπληγματικής βαλβίδος , έως και την στιγμή του σταδιακού κλεισίματός της , καθώς η πίεση του δικτύου έχει επανέλθει σε τιμές χαμηλότερες των προκαθορισμένων ως μέγιστες.



Σχήμα 16
Λειτουργία αντιπληγματικής βαλβίδος

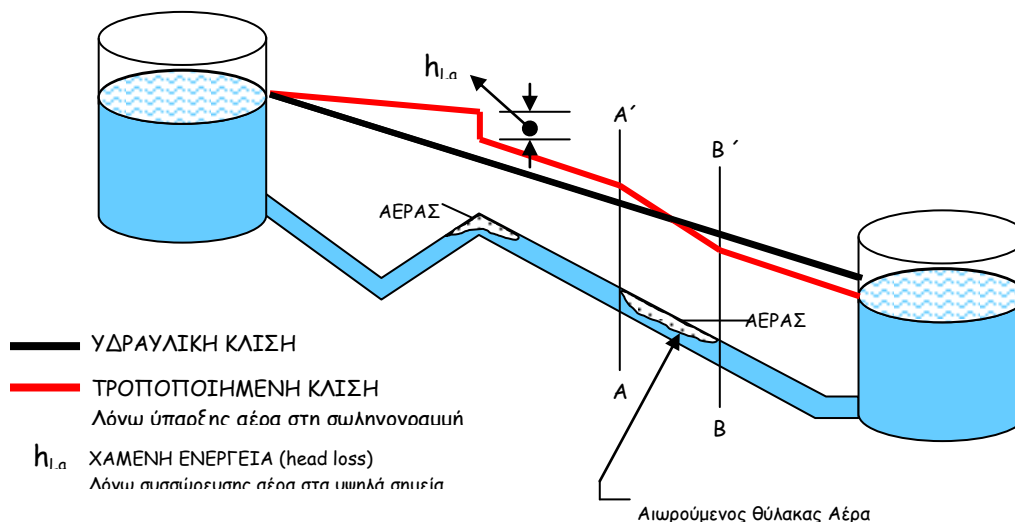
2. ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΑ

Ο αέρας σε ελεύθερη μορφή είναι δυνατόν να συνυπάρχει με το νερό στην σωληνογραμμή , με την αιτία για αυτό να βρίσκεται είτε στις διαδικασίες πλήρωσης , ή εκκένωσης του αγωγού , είτε στην γεωμετρία του φυσικού εδάφους , είτε στον χώρο της άντλησης.

Αυτός ο διαλυμένος αέρας , δημιουργεί φουσαλίδες που συσσωρεύονται στα υψηλότερα σημεία της σωληνογραμμής.

Οι μικροί ή μεγάλοι θύλακες μειώνουν την διατομή της σωληνογραμμής , οδηγούν σε απώλειες ενέργειας , που απεικονίζεται στην μορφή της συνολικής πιεζομετρικής γραμμής και σε κάποιες προχωρημένες καταστάσεις διακόπτουν και την ίδια την ροή.

Σχηματοποιημένη η προηγούμενη λειτουργία φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 17**



Σχήμα 17
Λειτουργία αέρα σε σωληνογραμμή

Η απομάκρυνση αυτού του αέρα από την σωληνογραμμή , γίνεται με χρήση βαλβίδων εξαερισμού σε κατάλληλα σημεία που ορίζονται με βάση την οριζοντιογραφία , αλλά και την μηκοτομή του αγωγού.

Οι βαλβίδες εξαερισμού διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες :

- Κινητικές βαλβίδες εξαερισμού
- Αυτόματες βαλβίδες εξαερισμού
- Βαλβίδες εξαερισμού διπλής ενέργειας

Οι κινητικές βαλβίδες εξαερισμού εισάγουν ή εξάγουν μεγάλες ποσότητες αέρα , διαθέτοντας μεγάλη οπή , λειτουργούν αυτόματα , παραμένουν κλειστές όταν η



σωληνογραμμή είναι γεμάτη , ανοίγουν στιγμιαία όταν η στάθμη νερού πέσει και υπάρξει αρνητική πίεση , τοποθετούνται δε στα υψηλά σημεία του δικτύου και στις αλλαγές κλίσης του αγωγού και κοντά στο τέρμα της σωληνογραμμής που δεν αναμένονται μεγάλες συσσωρευμένες ποσότητες αέρα.

Οι αυτόματες βαλβίδες εξαερισμού εξάγουν αέρα όταν το δίκτυο είναι υπό πίεση μέσω ενός εσωτερικού μηχανισμού , ενώ η ίδια η βαλβίδα έχει μικρή οπή .



Εγκαθίσταται ανά 400 – 800 μ. σε ευθύγραμμα ανηφορικά τμήματα της σωληνογραμμής , ελαφριάς κλίσης.

Οι βαλβίδες εξαερισμού διπλής ενέργειας είναι ο συνδυασμός μιας αυτόματης



και μιας κινητικής βαλβίδος εξαερισμού και τοποθετούνται στις εξάρσεις και στις απότομες αλλαγές κλίσης, σημεία που συνδέονται με τον κίνδυνο διαχωρισμού της στήλης νερού και της δημιουργίας αρνητικής πίεσης

Στο επόμενο **Σχήμα 18** φαίνεται μία τυπική διάταξη βαλβίδων εξαερισμού σε σωληνογραμμή εδάφους με έντονο ανάγλυφο.



Σχήμα 18
Διάταξη βαλβίδων εξαερισμού

Όσο αφορά τα υλικά κατασκευής των κύριων μερών των βαλβίδων εξαερισμού :

Το μεν κύριο σώμα και το κάλυμμα είναι συνήθως από φαιό , ή ελατό χυτοσίδηρο , χάλυβα ή ακόμα και μπρούντζο , ο δε πλωτήρας από ανοξείδωτο χάλυβα ή και πλαστικό.

Για την επιλογή της βαλβίδος εξαερισμού , προηγείται ο υπολογισμός του όγκου αέρα που πρέπει να εξαχθεί από κάθε υψηλό σημείο του δικτύου , συνήθως ως πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 0,25 % του αντίστοιχου για τον ίδιο χώρο όγκο νερού.

Στην συνέχεια με βάση τον όγκο αυτό και την επικρατούσα πίεση του δικτύου , νομογραφήματα συνταγμένα από τις κατασκευάστριες εταιρείες , όπως αυτά προέκυψαν από εργαστηριακές προσομοιώσεις , οδηγούν στο τύπο του κατάλληλου κάθε φορά εξαεριστικού.

3. ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Η χρήση σωλήνων από PVC και PE καλύπτει σήμερα σχεδόν το σύνολο των έργων των Δ.Ε.Υ.Α. για μεταφορά και διανομή πόσιμου νερού.

Η παραγωγή PVC ξεκινάει με δύο κύρια συστατικά , το πετρέλαιο και το αλάτι. Από το πετρέλαιο με διάφορες χημικές διαδικασίες παράγεται το αιθυλένιο και από το αλάτι με ηλεκτρολυτικές διαδικασίες απομονώνεται το χλώριο. Το αιθυλένιο με το χλώριο σε 80° C ενώνονται σε υλικό , με τελικό αποτέλεσμα το βινυλοχλωρίδιο. Αυτό με την σειρά του πολυμερίζεται και δημιουργείται το PVC.

Το PVC ως υλικό είναι μία άοσμη , λευκή σκόνη , που μόνο με ανάμειξη διάφορων πρόσθετων μπορεί να γίνει ικανή για περαιτέρω διεργασία.

Τέλος με «εξέλαση» παράγονται βέργες μήκους 6.00 m , σε διάφορες μορφές , ανάλογα με τις μήτρες που χρησιμοποιεί ο κατασκευαστής.

Οι σωλήνες PVC δεν προορίζονται για εξωτερική χρήση , πράγμα που σημαίνει ότι η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας γίνεται εμφανής με το γνωστό κιτρίνισμά των .

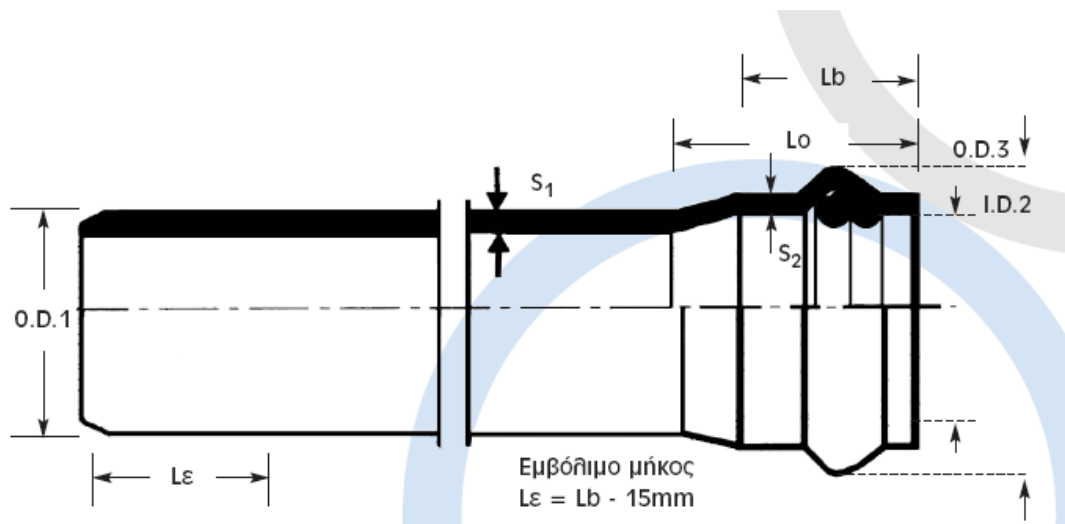
Πάντως εργαστηριακά αποδεικνύεται ότι ακτινοβολία για διάστημα έως 2 έτη , δεν επιφέρει καμμία σημαντική μεταβολή στην αντοχή και στο μέτρο ελαστικότητας.

Από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των σωλήνων PVC είναι ότι δεν επιτρέπουν την επικάλυψη αλάτων , άρα την μείωση της διατομής και της ικανότητας μεταφοράς νερού.

Για τους σωλήνες μεταφοράς νερού υπό πίεση δεν ισχύει το πρότυπο ΕΛΟΤ 474 «Πλαστικοί σωλήνες από μη πλαστικοποιημένο πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC – U) για την μεταφορά ρευστών υπό πίεση». Το παραπάνω ΕΛΟΤ 474 έχει αποσυρθεί υπέρ του Ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN 1452 – 2 «Συστήματα πλαστικών σωληνώσεων για παροχή νερού – Μη πλαστικοποιημένο πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC – U) –Μέρος 2 : Σωλήνες».

Οι απαιτήσεις του Ευρωπαϊκού προτύπου καλύπτουν τις απαιτήσεις του αντίστοιχου ΕΛΟΤ , όπως και αυτές των αντίστοιχων άλλων Εθνικών προτύπων , όπως π.χ. DIN.

Οι επί μέρους διαστάσεις , όπως και άλλα στοιχεία , όπως για παράδειγμα το βάρος /τρέχον μέτρο , ανάλογα με την αντοχή του σωλήνα , γίνονται πάντα με βάση την εξής αρχική μορφή του σωλήνα του επόμενου **Σχήματος 19**.



Σχήμα 19
Τυπική μορφή πλαστικός σωλήνας PVC.

Η αντίστοιχη προδιαγραφή για τον ελαστικό δακτύλιο είναι η EN 681 – 1.

Εργαστηριακές έρευνες και μετρήσεις ετών έδειξαν ότι οι επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας των σωλήνων , σ' ένα προσεγμένο δίκτυο , μπορεί να είναι έως και 20% πάνω από την ονομαστική τιμή αντοχής του σωλήνα κατά το πρώτο έτος , ελαφρώς μειωμένη μετά στα επόμενα χρόνια , έως την τιμή της ονομαστικής αντοχής σε βάθος 50 ετίας.

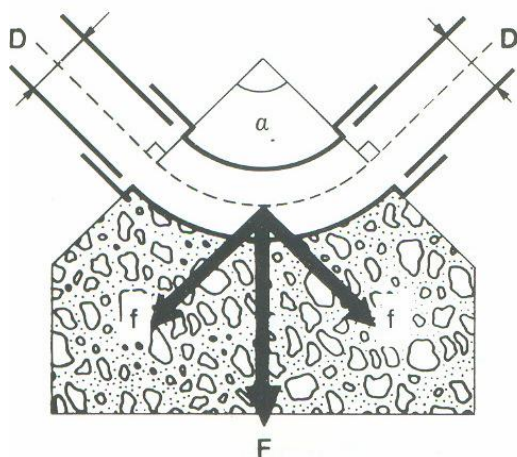
Η επί τόπου χρήση των σωλήνων στο έδαφος πολλές φορές απαιτεί:

α) Αγκυρώσεις γωνιών και ταυ με κατάλληλες κατασκευές ικανών ν' αναλαμβάνουν δυνάμεις F που προσεγγίζονται στο επόμενο **Σχήμα 20**.

Γωνίες

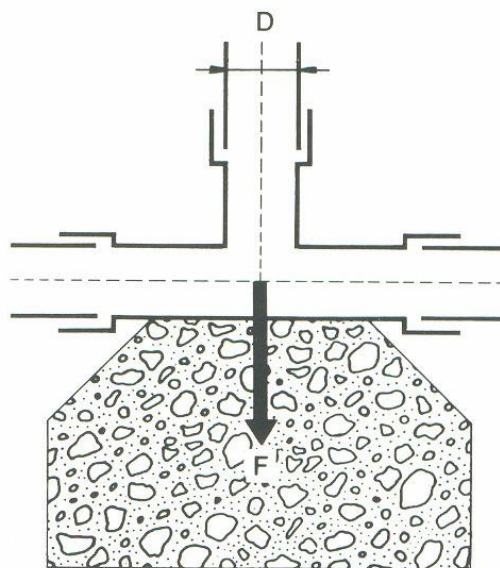
$$F = 2 f \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$f = p \frac{\pi D^2}{4}$$



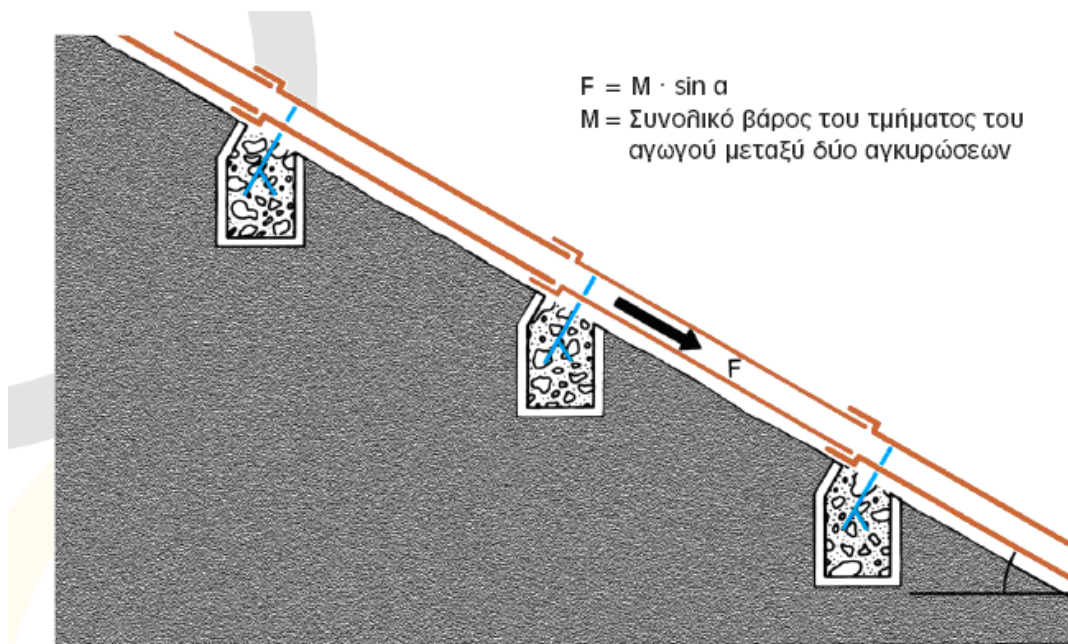
Ταυ

$$F = p \frac{\pi D^2}{4}$$



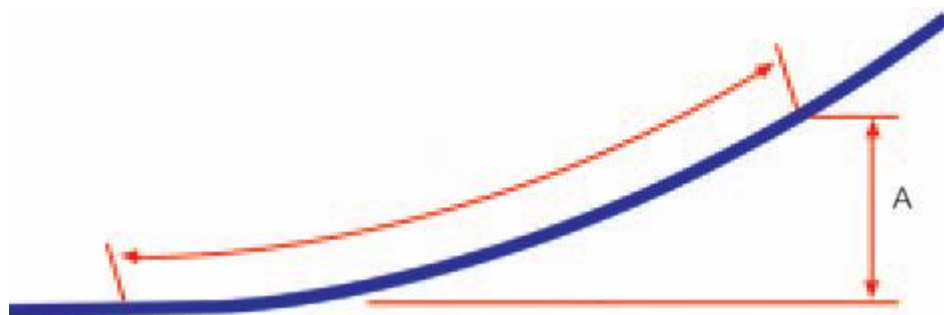
Σχήμα 20
Αγκυρώσεις γωνιών , ταυ PVC

β) Αγκυρώσεις εξ' αιτίας της μεγάλης κλίσης του αγωγού με απαιτούμενα προς ανάληψη δύναμη , μαζί με την προτεινόμενη λύση , να φαίνονται στο επόμενο **Σχήμα 21** .



Σχήμα 21
Αγκύρωση αγωγού με μεγάλη κλίση

γ) Κάμψη σωλήνων , χωρίς την χρήση ειδικών χυτοσιδηρών ή άλλων πλαστικών τεμαχίων , με μέγιστες τιμές όμως κάμψης , με βάση και το επόμενο **Σχήμα 22** , που κυμαίνονται όπως δείχνει ο επόμενος Πίνακας .



Σχήμα 22
Επιτρεπόμενο βέλος κάμψης σωλήνων PVC.

ΕΞ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	A (m)	ΕΞ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	A (m)
50	1.14	200	0.29
63	0.90	225	0.25
75	0.77	250	0.22
90	0.63	280	0.20
110	0.52	315	0.18
125	0.46	355	0.16
140	0.41	400	0.14
160	0.36	450	0.13
180	0.32	500	0.12

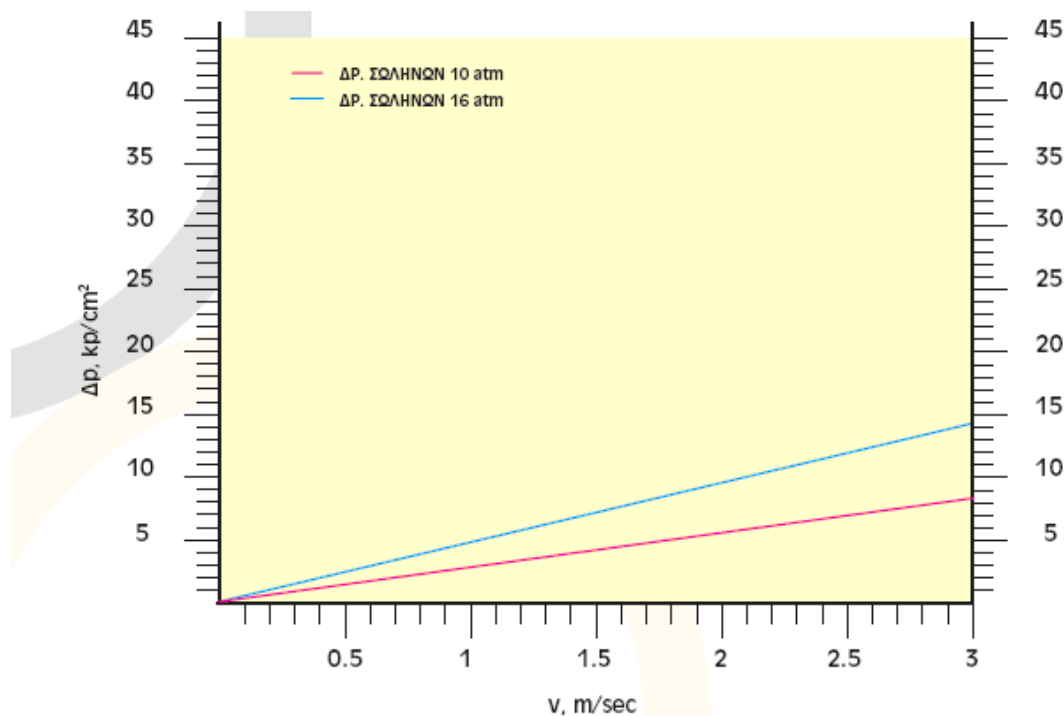
Μέγιστη επιτρεπόμενη κάμψη σωλήνων Από PVC – U

Η έννοια του υδραυλικού πλήγματος ως μη μόνιμο φαινόμενο που προκαλείται από την μεταβολή της ταχύτητας ροής του νερού εξ' αιτίας διαφόρων λόγων , υπάρχει πάντα κατά την λειτουργία των αγωγών και οι επιπτώσεις του στην διάρκεια ζωής του αγωγού είναι σημαντικές.

Υδραυλικό πλήγμα , δηλαδή μεγάλες υπερπιέσεις και υποπιέσεις , αναπτύσσονται όταν ο χρόνος t του φαινομένου είναι μικρότερη της σταθεράς T του δικτύου , $t < T$, όπου $T = 2 \cdot L / a$, με L το μήκος του αγωγού και a την ταχύτητα μετάδοσης του κύματος.

Η υπερπίεση $\Delta P = 2 \cdot L \cdot \Delta u / g \cdot T$ που αναπτύσσεται εξ' αιτίας αυτού του φαινομένου , προστιθέμενη στην πίεση λειτουργίας του αγωγού , πρέπει να δίνει συνολική τιμή μικρότερη της ονομαστικής αντοχής του σωλήνα , προκειμένου να μην έχουμε αστοχίες.

Μετρήσεις κατέληξαν στο επόμενο διάγραμμα του **Σχήματος 23** υπερπίεσης λόγω υδραυλικού πλήγματος, για σωλήνες PVC 10 & 16 atm, ως συνάρτηση της ταχύτητας U μεταφοράς του νερού.



Σχήμα 23
Διάγραμμα υπερπίεσης λόγω υδραυλικού πλήγματος σε σωλήνες PVC.

Οι γνωστοί τύποι αγωγών πολυαιθυλενίου σήμερα είναι των :

- α) PE 63, 1^{ης} γενιάς
- β) PE 80, 2^{ης} γενιάς
- γ) PE 100, 3^{ης} γενιάς

Για τα δίκτυα νερού με σωλήνες PE, ισχύει το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12201 – 2 «Συστήματα πλαστικών σωλήνων για παροχή νερού – Πολυαιθυλένιο (PE) – Μέρος Σωλήνες».

Με την χρησιμοποίηση σωλήνων από PE σε επιφανειακά δίκτυα, αξιοποιούνται μιά σειρά από ιδιότητες και χαρακτηριστικά όπως η αντοχή σε γήρανση από την ηλιακή ακτινοβολία και η αντοχή σε κρούση, ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Το πολυαιθυλένιο συνδέεται :

A. ΜΕ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Το Πολυαιθυλένιο συγκολλάται αυτογενώς. Θερμαινόμενο στους 220°C περιέρχεται σε κατάσταση τήξης. Στην κατάσταση αυτή και σε συνθήκες πίεσης τα μόρια , από δύο διαφορετικά τεμάχια πολυαιθυλενίου , δημιουργούν νέους δεσμούς μεταξύ τους.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της σύνδεσης σωλήνων PE με θερμικές μεθόδους είναι :

- Η σύνδεση στο σημείο συγκόλλησης είναι τουλάχιστον το ίδιο δυνατή όσο και ο σωλήνας.
- Δίνεται η δυνατότητα να πραγματοποιηθούν οι εργασίες σύνδεσης επιφανειακά και στη συνέχεια να τοποθετηθεί ο σωλήνας στο όρυγμα .
- Δεν εμφανίζεται διακοπή της συνέχειας , με αποτέλεσμα την διατήρηση της τιμής του συντελεστή τραχύτητας, k.

1. Αυτογενής μετωπική συγκόλληση .

Για την αυτογενή μετωπική συγκόλληση είναι απαραίτητη ειδική συσκευή συγκόλλησης , η οποία φέρει θερμαντική πλάκα για την θέρμανση των μετώπων των ευθέων άκρων των προς κόλληση σωλήνων. Η διαδικασία της αυτογενούς μετωπικής συγκόλλησης περιλαμβάνει :

- Το πλανάρισμα των ευθέων άκρων των σωλήνων και την ευθυγράμμισή τους.
- Την επαφή των σωλήνων με την θερμαντική πλάκα , υπό πίεση P, και την τήξη των μετώπων των σωλήνων μέχρι τον σχηματισμό κορδονιού πάχους 2 mm εσωτερικά και εξωτερικά των σωλήνων.
- Την επαφή των σωλήνων με την θερμαντική πλάκα , χωρίς πίεση , έως ότου τηχθεί η απαραίτητη μάζα του υλικού γύρω από την περιοχή της συγκόλλησης.
- Την απομάκρυνση των σωλήνων από την θερμαντική πλάκα, την απομάκρυνση της ίδιας της θερμαντικής πλάκας από την περιοχή ανάμεσα στους σωλήνες και επαφή των λειωμένων επιφανειών των σωλήνων με την ίδια πίεση P.
- Την ψύξη των σωλήνων .

2. Αυτογενής Ηλεκτροσυγκόλληση .

Για την αυτογενή ηλεκτροσυγκόλληση είναι απαραίτητη ειδική συσκευή συγκόλλησης , η οποία διοχετεύει συνεχές ρεύμα , μέσω ακροδεκτών , σε ειδικό εξάρτημα – ηλεκτρομούφα , κατασκευασμένο από PE.

Η ηλεκτρομούφα , η οποία αγκαλιάζει τους προς σύνδεση σωλήνες , φέρει εσωτερικά ηλεκτρική αντίσταση .

Μετά από ένα προκαθορισμένο , για κάθε διάμετρο και τύπο εξαρτήματος , χρόνο διοχέτευσης ηλεκτρικού ρεύματος στην ηλεκτρομούφα , λιώνει αυτή εσωτερικά και συγκολλάται με τον σωλήνα.

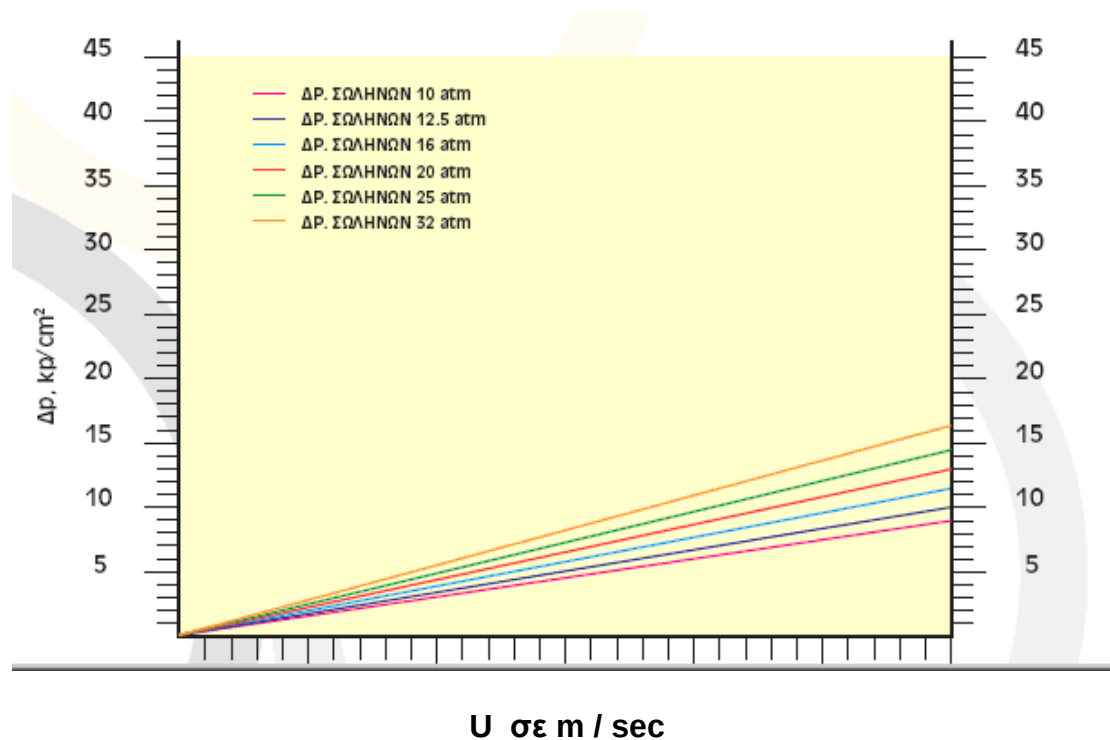
Η σωστή οργάνωση του εργοταξίου , καθώς και η οργάνωση και εμπειρία του συνεργείου συγκολλήσεων , παίζουν καθοριστικό ρόλο στον συνολικό χρόνο εκτέλεσης της εργασίας της συγκόλλησης .

B. ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ

Η σύνδεση σωλήνων PE με μηχανικούς τρόπους επιτυγχάνεται με την βοήθεια κατάλληλων εξαρτημάτων. Τα εξαρτήματα αυτά και διακρίνονται σε δύο τύπους :

- Εξαρτήματα πολλαπλών χρήσεων , τα οποία μπορούν να αφαιρεθούν από τον σωλήνα και να επανατοποθετηθούν.
- Εξαρτήματα μόνιμης σύνδεσης .

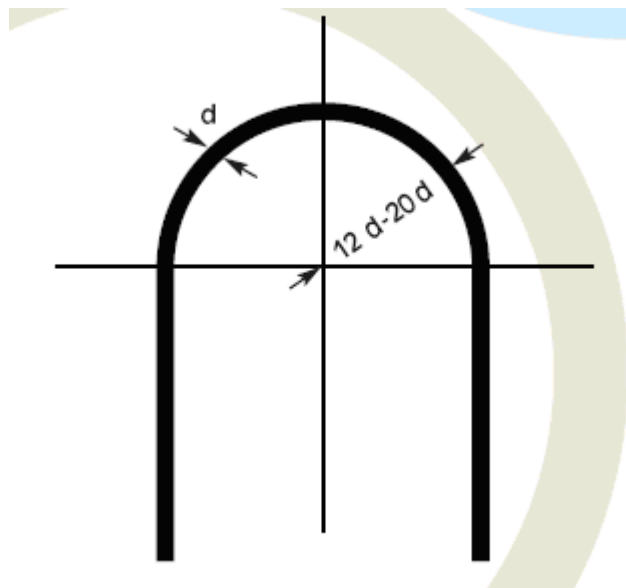
Το αντίστοιχο διάγραμμα υπερπίεσης λόγω υδραυλικού πλήγματος σε σωλήνα PE 100 φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 24**.



Σχήμα 24

Διάγραμμα υπερπίεσης σωλήνα PE 100, λόγω υδραυλικού πλήγματος.

Τέλος οι σωλήνες πολυαιθυλενίου , μπορούν να σχηματίζουν καμπύλες με ακτίνα κάμψης $R = 12 - 20$ φορές μεγαλύτερη από την εξωτερική τους διάμετρο , εξ' αιτίας της ευκαμψίας των , με αποφυγή χρήσης ειδικών εξαρτημάτων , πάντα όμως με την φορά κάμψης στην ίδια διεύθυνση που ήταν τυλιγμένος ο αγωγός , όπως φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 25** .



Σχήμα 25
Κάμψη σωλήνων PE κατά την κατασκευή

Το Εργαστήριο πολυμερών και ελαστικών του ΕΛΟΤ διενεργεί δοκιμές και σε πλαστικούς σωλήνες PVC και PE , με τις κυριότερες απ' αυτές να είναι αυτές των :

- Αντοχή σε πίεση μικρής και μεγάλης διάρκειας , σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 1167 , ΕΛΟΤ EN 1329-1 , ΕΛΟΤ EN 1452-2 , ΕΛΟΤ EN 921 , ΕΛΟΤ EN 12201-2 , ΕΛΟΤ EN 1555-2 , ΕΛΟΤ EN ISO 15875-2 , DIN 8061 , DIN 8075, DIN 16892 , DIN 8078 .
- Στεγανότητα, σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 3633 , ΕΛΟΤ EN 1053 , ΕΛΟΤ EN 1401-1, ΕΛΟΤ EN 1055 , ΕΛΟΤ EN 1329-1 , ΕΛΟΤ EN 1277 , ΕΛΟΤ EN 13476-2 .
- Εφελκυσμός , σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN ISO 6259-1,2,3 , ΕΛΟΤ EN 1555-2 .
- Αντοχή σε κρούση , με εκκρεμές σύμφωνα με τα πρότυπα DIN 8061 , DIN 8062 .
- Αντοχή σε πτώση σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN1329-1 , ΕΛΟΤ EN 1401-1 , ΕΛΟΤ EN 12061 .
- Θερμική καταπόνηση σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN1329-1 , ΕΛΟΤ EN 1401-1 , ΕΛΟΤ EN 1452-2 , DIN 8075 , DIN 8061 , DIN 8078 .

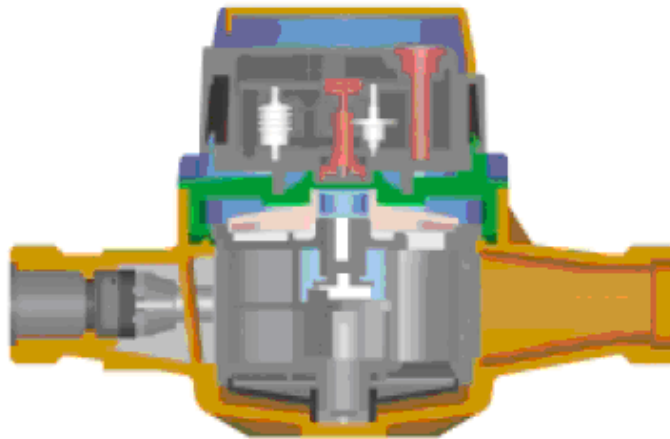
4. ΥΔΡΟΜΕΤΡΑ

Τα υδρόμετρα ως όργανα σχεδιασμένα για την μέτρηση , την αποθήκευση σε μνήμη και την απεικόνιση του όγκου του νερού που διέρχεται από τον μορφοτροπέα μετρήσεων στις συνθήκες της μέτρησης , είναι υποχρεωμένα σήμερα να ακολουθούν τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής οδηγίας 2004/22.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι μέτρησης των υδρομετρητών .

A. Η Ογκομετρική , όπου ο υδρομετρητής μετρά τον όγκο του διερχόμενου νερού χωρίς την ανάγκη «μετάφρασης» των μετρήσεων , αφού ο σκοπός και η μεθοδολογία μέτρησης οδηγεί κατ' ευθείαν στην ανάγνωση του όγκου , και

B. Η ταχυμετρική , κατά την οποία η ταχύτητα διέλευσης του νερού «μεταφράζεται» σε όγκο , μέσα απ' το κατάλληλο σύστημα γραναζιών που αποτελεί και τον μηχανισμό του υδρομετρητή , όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται στο επόμενο **Σχήμα 26.**



Σχήμα 26
Τομή ταχυμετρικού υδρομέτρου

Οι βασικές κατηγορίες υδρομετρητών , ανάλογα με τον τύπο του μετρητικού μηχανισμού που χρησιμοποιούν είναι :

- α. Υγρού τύπου
- β. Ξηρού τύπου
- γ. Υγρού τύπου με κάψουλα λαδιού



Υγρού Τύπου



Ξηρού Τύπου



**Υγρού Τύπου με
κάψουλα λαδιού**

Οι παραπάνω κατηγορίες για τους ταχυμετρικούς υδρομετρητές , περιλαμβάνουν με την σειρά τους 2 κατηγορίες , ανάλογα με τη συνθήκες ροής του νερού που περνά προς τον μετρητικό μηχανισμό και είναι :

α1. Οι υδρομετρητές απλής ριπής , όπου το διερχόμενο νερό συναντά την φτερωτή του μετρητικού μηχανισμού στην άκρη μόνο του εξαρτήματος , ή με διαφορετικά λόγια, ένα - ένα διαδοχικά τα πτερύγιά της και

α2. Οι υδρομετρητές πολλαπλής ριπής , όπου το νερό που περνά συναντά την φτερωτή του μετρητικού μηχανισμού μετωπικά , προσβάλλοντας ταυτόχρονα όλα τα πτερύγιά της , με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις.

Ο ταχυμετρικός υδρομετρητής απλής ριπής μπορεί να τοποθετηθεί οριζόντια , κάθετα , αλλά και σε οποιαδήποτε θέση , αντέχει ακόμα και όταν το νερό έχει φερτά υλικά , ενώ απαιτεί κατασκευή υψηλών προδιαγραφών , για ν' αντέξει το έμβολο στην πολύχρονη χρήση.

Ο ταχυμετρικός υδρομετρητής πολλαπλής ριπής , πρέπει να τοποθετηθεί οριζόντιος αντέχει και αυτός ακόμα και αν το νερό έχει φερτά , ενώ δεν επηρεάζεται από τις συνθήκες εφαρμογής.

Ο ογκομετρικός υδρομετρητής μετρά την κατανάλωση ακόμα και σε χαμηλές τιμές ροής , έχει για τον λόγο αυτό μεγαλύτερη ακρίβεια και απόδοση , μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση , απαιτεί όμως καθαρό νερό , καθώς σε διαφορετική περίπτωση ο μετρητής γίνεται λιγότερο ευαίσθητος , ενώ μπορεί κιόλας να απενεργοποιηθεί ή και να καταστραφεί. Τέλος παρουσιάζει διπλάσιο χρόνο αντικατάστασης , έναντι των ταχυμετρικών , που με βάση τους κατασκευαστές , πλησιάζει τα 10 χρόνια.

Σύμφωνα με την οδηγία 2004/22 που αναφέρθηκε πριν , ορίζεται ως :

Ελάχιστη παροχή Q1, η κατώτατη παροχή στην οποία το υδρόμετρο παρέχει ενδείξεις που πληρούν τις σχετικές με το μέγιστο σφάλμα απαιτήσεις

Μεταβατική παροχή Q2 , η τιμή παροχής μεταξύ της μόνιμης και της ελάχιστης παροχής η οποία διαιρεί το πεδίο τιμών παροχής σε δύο ζώνες , την ανώτερη και την κατώτερη ζώνη. Σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί ένα χαρακτηριστικό μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα.

Μόνιμη παροχή Q3 , την ανώτατη παροχή στην οποία το υδρόμετρο λειτουργεί ικανοποιητικά σε κανονικές συνθήκες χρήσης , δηλαδή σε συνθήκες σταθερής ή διακεκομμένης ροής.

Παροχή υπερφόρτισης Q4 , την ανώτατη παροχή στην οποία ο μετρητής λειτουργεί ικανοποιητικά για ένα μικρό χρονικό διάστημα χωρίς να υποστεί φθορά.

Ο κατασκευαστής καθορίζει , οι τιμές των πεδίων παροχής να πληρούν τους παρακάτω όρους

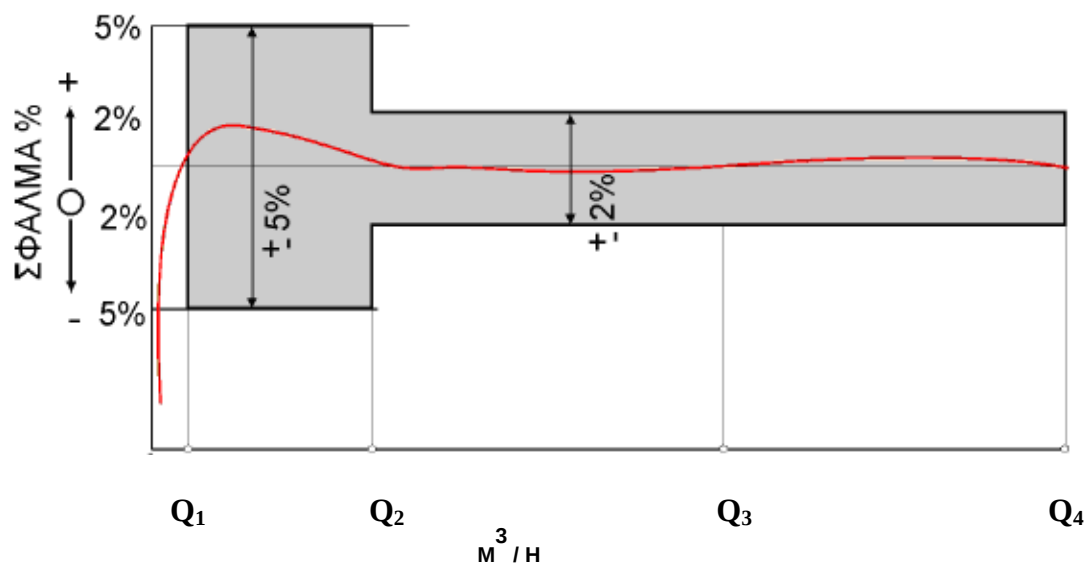
$$Q3 / Q1 \geq 10 , \quad Q2 / Q1 = 1,6 , \quad Q4 / Q3 = 1,25 .$$

Ακόμη ,

Το μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα θετικό ή αρνητικό στον όγκο που αντιστοιχεί σε τιμές παροχής μεταξύ της μεταβατικής παροχής Q2 και της παροχής υπερφόρτισης Q4 , να είναι 2% για νερό θερμοκρασίας $< 30^{\circ} \text{C}$, ενώ και :

Το μέγιστο επιτρεπόμενο σφάλμα , θετικό ή αρνητικό στον όγκο που αντιστοιχεί σε τιμές παροχής μεταξύ της ελάχιστης παροχής Q1 και της μεταβατικής παροχής Q2 είναι 5% , ανεξαρτήτως θερμοκρασίας του νερού.

Αυτό το τυπικό διάγραμμα της καμπύλης σφάλματος , φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 27** .



Σχήμα 27
Τυπικό διάγραμμα καμπύλης Σφάλματος

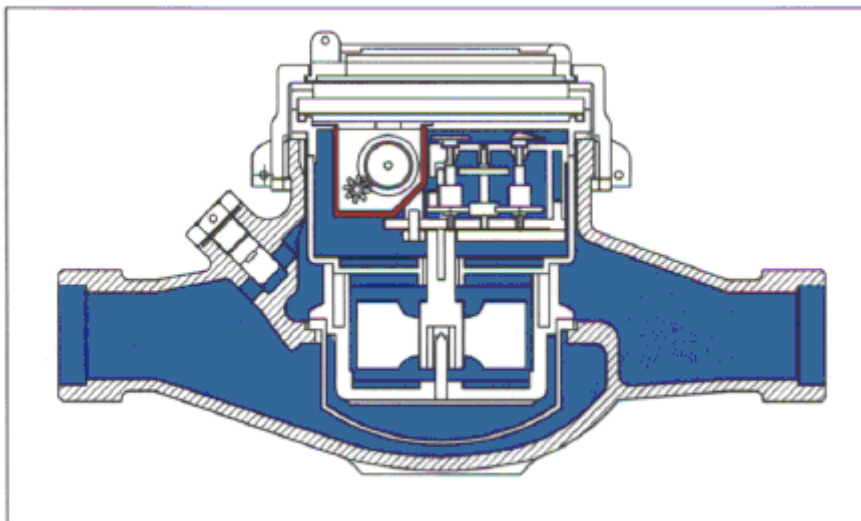
Οι υδρομετρητές έχουν προδιαγραφές που καθορίζουν την ευαισθησία τους στις μετρήσεις ροής του νερού. Οι κατηγορίες αυτές βάσει του ISO 4064 – 1 είναι οι A , B, C , D , με την ποιότητα των υδρομετρητών να αυξάνει καθώς πλησιάζουμε στην κατηγορία D. Στην ουσία η μετρολογική κατηγορία καθορίζει και το «νόμιμο» ποσοστό απωλειών καταγραφής.

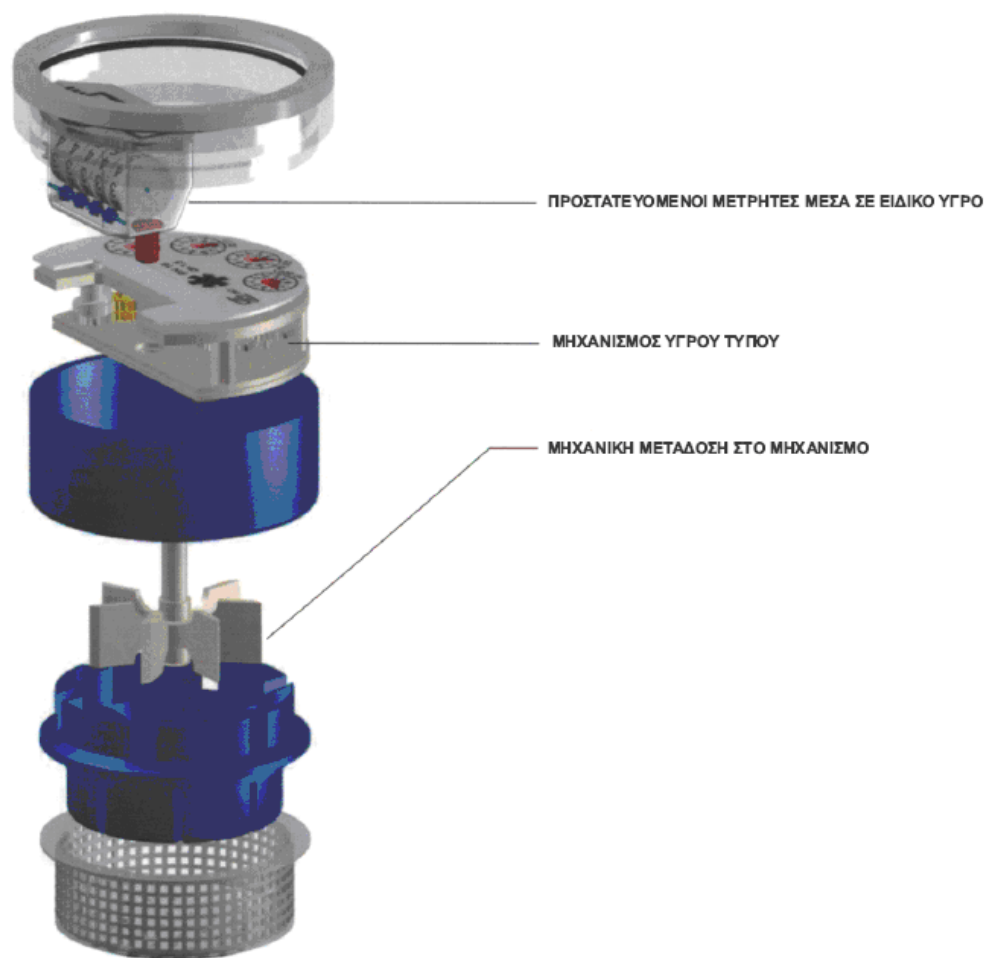
Σύμφωνα με το ISO 4064 -1 , για υδρομετρητή ονομαστικής παροχής 1,5 m³ / h , η ελάχιστη παροχή καταγραφής για την κλάση A είναι 60 lt/h , για την κλάση B 30 lt/h , για την κλάση C 15 lt/h και για την D 10,5 lt/h.

Τελικά οι παράγοντες για την επιλογή ενός υδρομετρητή είναι :

- Η μετρολογική κατηγορία
- Η ποιότητα νερού
- Το σημείο έναρξης καταγραφής
- Οι συνθήκες εγκατάστασης – διαστάσεις – ονομαστικές παροχές
- Οι αναγκαίοι χρόνοι αντικατάστασης των υδρομέτρων με τον υπεύθυνο κάθε φορά φορέα διαχείρισης του νερού , να ιεραρχεί τους παράγοντες αυτούς και να καταλήγει στην επιλογή του κατάλληλου υδρομετρητού.

Σε μια κλασσική τομή υδρομέτρου που φαίνεται στο επόμενο **Σχήμα 28** , τα κύρια υλικά κατασκευής στο υδρόμετρο μπορεί και να είναι :





Σχήμα 28
Υλικά κατασκευής υδρομέτρου

Α. Σώμα	:	Ορείχαλκος
Β. Φτερωτή	:	Πλαστικό
Γ. Άξονας φτερωτής	:	Ορείχαλκος
Δ. Δίσκος – Γρανάζια	:	Πλαστικό
Ε. Κάλυμμα	:	Πλαστικό
ΣΤ. Πλάκα πίεσης	:	Χάλυβας

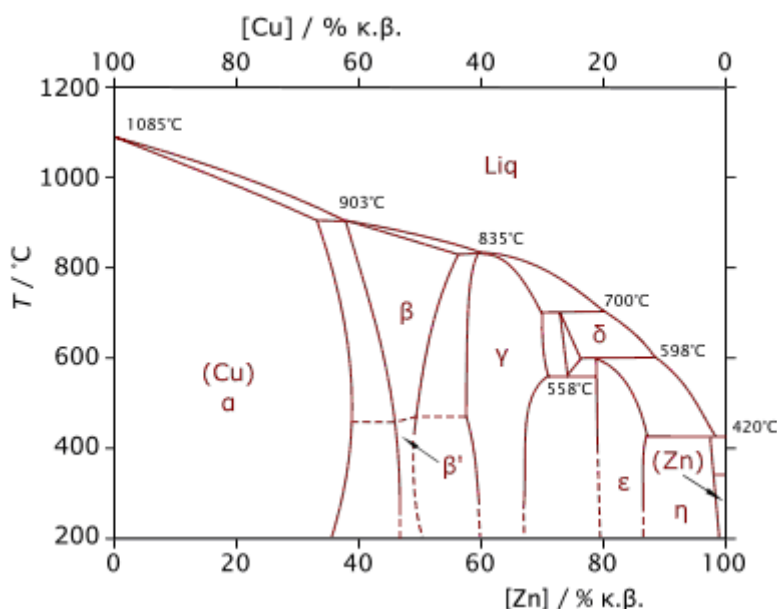
5. ΜΙΚΡΟΪΛΙΚΑ

Από το μεγάλο σύνολο των μικροϋλικών που χρησιμοποιούνται στην ύδρευση και που έχουν να κάνουν με εξαρτήματα από χαλκό , χάλυβα , χυτοσίδηρο , μόλυβδο , ορείχαλκο , εδώ θ' αναπτυχθούν μερικά απ' αυτά που έχουν σαν βάση τους τον ορείχαλκο , την πλειοψηφία δηλαδή στην καθημερινότητα λειτουργίας των δικτύων από PVC και Ρ.Ε.

Γενικά ο ορείχαλκος είναι κράμα χαλκού και ψευδαργύρου.

Η περιεκτικότητα του ορείχαλκου σε ψευδάργυρο καθορίζει και τις ιδιότητες του μετάλλου.

Για περιεκτικότητα ψευδαργύρου έως και 35% κ.β. βρισκόμαστε στην περιοχή α – Cu του επόμενου διαγράμματος , δηλαδή ένα στερεό διάλυμα Zn εντός Cu. Για περιεκτικότητα 32 - 39 % κ.β. Zn , η φάση α συνυπάρχει με την φάση β , και για περιεκτικότητα Zn > 39% δημιουργείται η φάση γ που είναι εύθραυστη.



Το διάγραμμα φάσεων Cu – Zn (ορείχαλκος)

Η περιεκτικότητα του ψευδαργύρου καθορίζει και το χρώμα του ορείχαλκου.

Χαμηλή περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο οδηγεί το χρώμα του ορείχαλκου σε κεραμιδί. Με Zn στο 30% κ.β. , ο ορείχαλκος έχει χρώμα χρυσό , και για μεγαλύτερες περιεκτικότητες σε Zn καφεκόκκινο.

Οι ορείχαλκοι περιοχής α , έχουν καλή μηχανική αντοχή και αντοχή σε διάβρωση. Στην περιοχή α + β , έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή , αλλά μειωμένη αντοχή σε διάβρωση. Στην φάση γ είναι ευκατέργαστοι μόνο εν θερμώ.

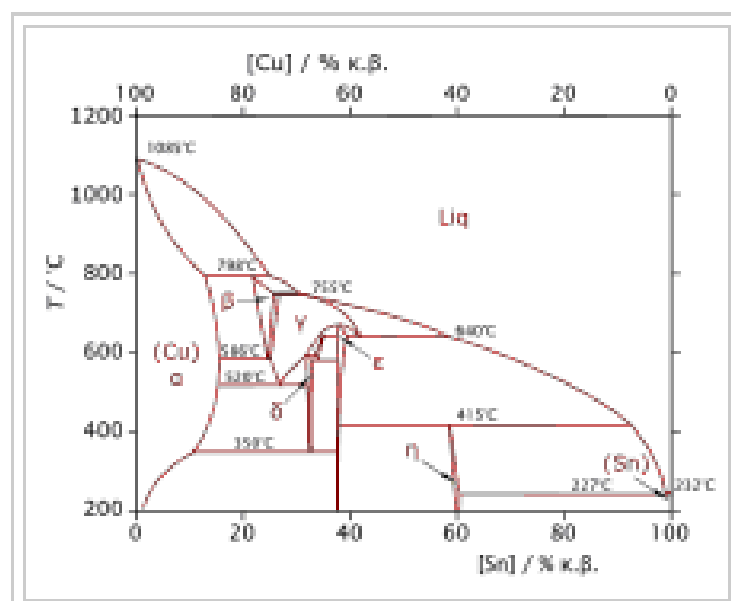
Ορείχαλκος με περιεκτικότητα $Zn > 15\%$ κ.β. όταν βρεθεί σε στάσιμα νερά παθαίνει διάβρωση με αποψευδαργύρωση, που τον οδηγεί στο να γίνει πορώδης και εύθραυστος.

Η κατάσταση αυτή αντιμετωπίζεται με προσθήκη κασσίτερου στο κράμα, ενώ και περαιτέρω προσθήκη μαγγανίου βελτιώνει την αντοχή του ορείχαλκου στην διάβρωση.

Για την κατασκευή πολύ ανθεκτικών βαλβίδων, χρησιμοποιούνται πυριτούχοι ορείχαλκοι, α φάσης, με περιεκτικότητα $Zn < 20\%$ κ.β., ορείχαλκοι δηλαδή στους οποίους έχει γίνει προσθήκη πυριτίου έως 6% κ.β.

Ο ορείχαλκος (Brass) συγχέεται πολλές φορές με τον μπρούντζο (Bronze), που είναι κράμα χαλκού – κασσίτερου.

Η περιεκτικότητα του μπρούντζου σε κασσίτερο καθορίζει και τις ιδιότητες του κράματος ανά περιοχή, όπως φαίνεται παρακάτω, σε αντιδιαστολή με το αντίστοιχο διάγραμμα του ορείχαλκου.



Το διάγραμμα φάσεων Cu – Sn (μπρούντζος)

Τέλος ο μπρούντζος αλουμινίου περιέχει 12% κ.β. Al, και Fe – Ni έως 6% κ.β., χωρίς κασσίτερο και μοιάζει στο χρώμα με κοινό μπρούντζο.

Εν τέλει ο μπρούντζος παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στην μηχανική φθορά και στην χημική διάβρωση, είναι πιο σκληρός και κοστίζει περισσότερο.

Τα ορειχάλκινα μικροϋλικά κατεργάζονται με βάση τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN 12164 , EN 12165 , EN 12167 και EN 12168. Τα παραπάνω πρότυπα προδιαγράφουν την χημική σύσταση , τις ανοχές των διαστάσεών τους , αλλά και άλλες ιδιότητες , όπως η σκληρότητα του υλικού , η αντίσταση δηλαδή του υλικού στην άσκηση δύναμης.

Προβλεπόμενοι έλεγχοι για το μικροϋλικά :

A. Δοκιμή αντοχής με ειδικό δυναμόκλειδο για τα ορειχάλκινα εξαρτήματα .

Κατά την διάρκεια της παραγωγής εκτελούνται δειγματοληπτικά δοκιμές δυναμομέτρησης στα παραγόμενα εξαρτήματα. Διαπιστώνεται με αυτό τον τρόπο η αντοχή των εξαρτημάτων σε στρεπτική καταπόνηση και μέσω διαδικασιών ιχνηλασιμότητας συγκεντρώνονται πληροφορίες για την αντοχή της παρτίδας παραγωγής. Η δυναμομέτρηση είναι μια δοκιμή η οποία αναφέρεται και σε διεθνή πρότυπα κατασκευής εξαρτημάτων.

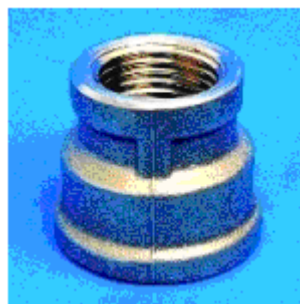
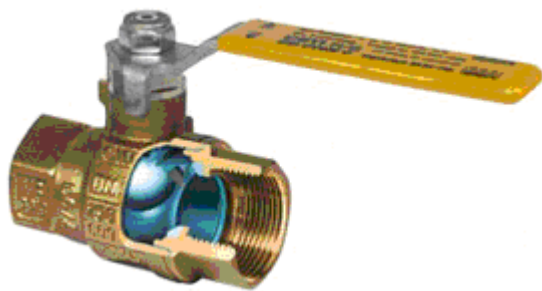
B. Μεταλλογραφική ανάλυση .

Μικροσκοπικά ελέγχεται η δομή των κραμάτων. Διακρίνονται τα όρια των κόκκων της μικροδομής και οι φάσεις του κράματος ($\alpha + \beta$ φάση ορείχαλκου) . Η μικροδομή ενός κράματος είναι σημαντικό να ερευνάται διότι σχετίζεται με την αναλογία των συστατικών του , τις ιδιότητες του και την συμπεριφορά του κράματος γενικώς.

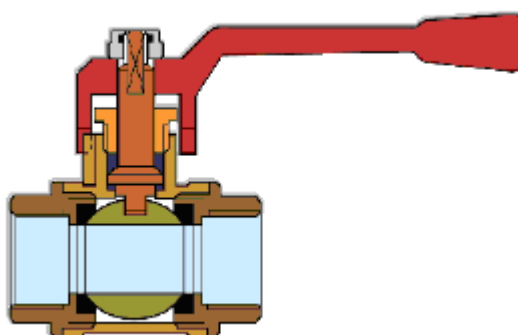
Γ. Χημική ανάλυση των ορειχάλκινων εξαρτημάτων σε φασματογράφο μάζας.

Σε όλες τις παραλαβές υλικών πραγματοποιείται δειγματοληπτικά ταυτοποίηση κράματος με τον φασματογράφο μάζας. Από την χημική ανάλυση (test reports) , προκύπτουν οι αναλογίες των επιμέρους συστατικών των κραμάτων και οι οποίες θα πρέπει να είναι βάσει των Ευρωπαϊκών προτύπων EN 12164 , EN 12165 , EN 12167 και EN 12168 που αναφέρθηκαν πριν .

Στην κατηγορία των μικροϋλικών ύδρευσης αυτή ανήκουν οι βάνες παροχής , τα ταυ διακλαδώσεων , οι γωνίες , οι συστολές παροχής , τα ρακόρ σύνδεσης , τα νίπελ κ.λ.π.



Σε μια τυπική τομή μίας βάνας μπίλιας , που χρησιμοποιείται κατά κόρον στις συνδέσεις των ιδιωτικών παροχών , όπως στο επόμενο **Σχήμα 29** ,



Σχήμα 29
Τομή Βάνας

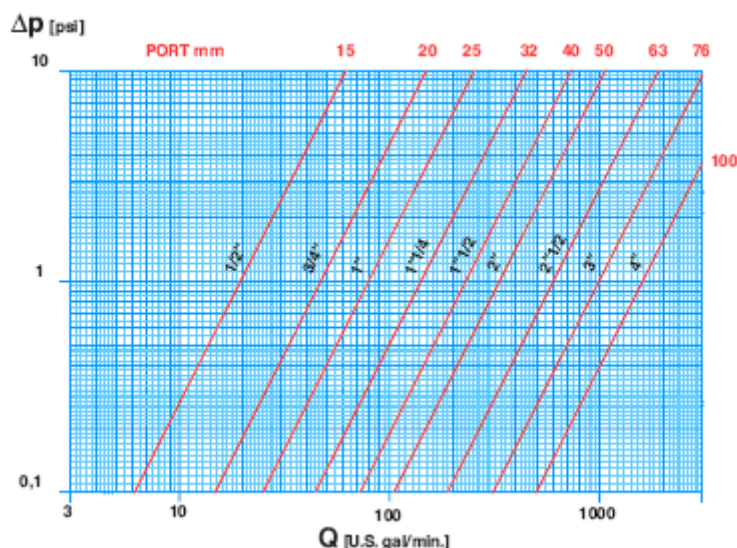
Παρουσιάζονται συγχρόνως και τα υλικά κατασκευής των κύριων τμημάτων μιας τέτοιας βάνας παροχής , που μπορεί και να είναι :

Σώμα : Ορείχαλκος
Μπίλια : Ορείχαλκος

Χερούλι : Αλουμίνιο

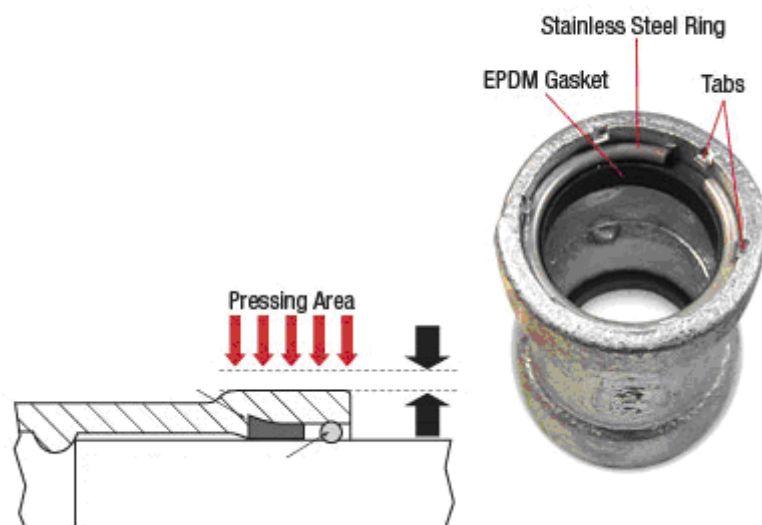
Οι παραπάνω βάνες που λειτουργούν με μέγιστη πίεση έως τα 40 bars , δοκιμάζονται σύμφωνα με το ISO 5208/1993 .

Μέλημα των κατασκευαστών τέτοιων βαννών παροχής , είναι τα Τεχνικά φυλλάδια που συνοδεύουν το προϊόν να περιέχουν οπωσδήποτε και τις καμπύλες μεταβολής της παροχής , σε σχέση με τον παράγοντα πίεση , ανάλογη και με την διατομή της βάνας , όπως φαίνεται στο **Σχήμα 30** , ώστε αυτή υδραυλικά να επιλέγεται κατάλληλα.



Σχήμα 30
Σχέση παροχής – πίεσης ανά διατομή

Από τα υπόλοιπα μικροϋλικά , ταυ , γωνίες κ.λ.π. , διακρίνουμε ιδιαίτερα το χοντρό λάστιχο EPDM που χρησιμοποιείται και που συνεισφέρει στα μέγιστα στην πλήρη στεγανοποίηση του υλικού κατά την λειτουργία , όπως ενδεικτικά το επόμενο **Σχήμα 31** προσπαθεί να δείξει.



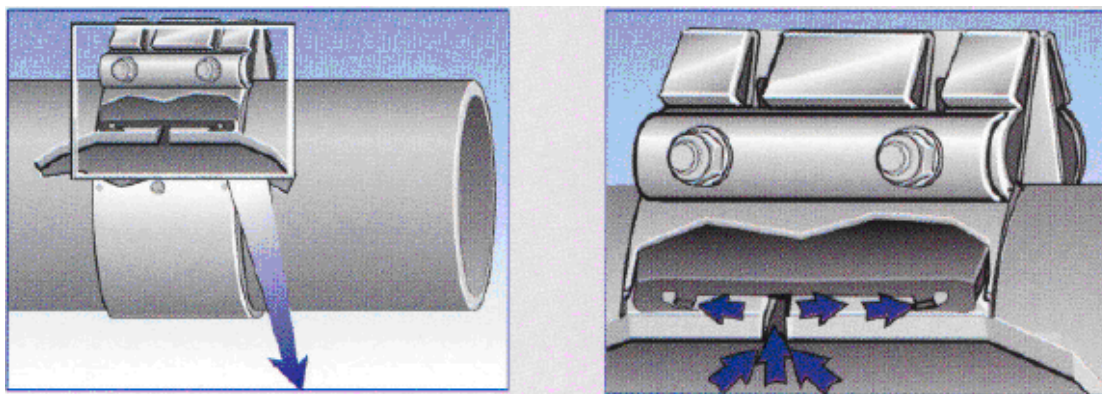
Σχήμα 31
Τομή μικροϋλικού σύνδεσης

6. ΣΕΛΕΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Οι Υδραυλικές σέλες για ταχεία επισκευή και σύνδεση αγωγών , βρίσκουν συνεχώς και αυξανόμενη εφαρμογή , ακριβώς για μια σειρά πλεονεκτημάτων καθώς είναι :

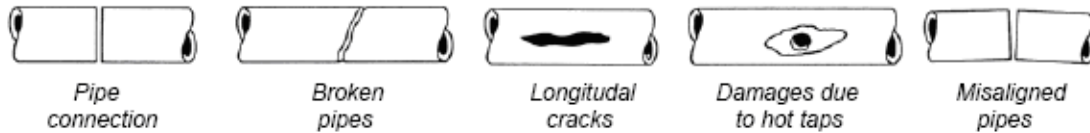


- Κατάλληλες για χρήση όχι μόνο για ύδρευση , αλλά και άρδευση και σε λύματα.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αγωγούς από P.V.C. , PE , αμιαντοτσιμέντο , χάλυβα , χυτοσίδηρο και για κάθε διάμετρο.
- Εξασφαλίζουν στεγανή σύνδεση ή και επισκευή , σε οποιονδήποτε τύπο σωλήνα με εξωτερική διάμετρο που μπορεί να ποικίλει και πάνω από 10 mm.
- Η στεγανή σύνδεση ή και η επισκευή του αγωγού επιτυγχάνεται με υδραυλικό τρόπο , καθώς το ελαστικό παρέμβυσμα στεγανοποίησης δεν είναι επίπεδο , αλλά φέρει πτυχωσείς , οι οποίες με την πίεση του νερού μετακινούν το παρέμβυσμα προς την εξωτερική επιφάνεια του σωλήνα , εξασφαλίζοντας στεγανή σύνδεση ή επισκευή.



Το είδος των προβλημάτων, που την λύση του εξασφαλίζουν είναι :

- Η ένωση σωλήνων ίδιας εξωτερικής διαμέτρου.
- Η επισκευή σπών και ρωγμών σε σωλήνες όλων των τύπων και ειδών , χωρίς το κόψιμο των αγωγών.
- Η απορρόφηση αξονικών και κάθετων δονήσεων του εδάφους.
- Η μετακίνηση των σωλήνων σε άνοιγμα πάνω από 6°.



Οι παραπάνω σέλες προσφέρονται σε διάφορα πλάτη , με το κύριο σώμα



τους , αλλά και οι βίδες σύνδεσής τους , να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα , την ώρα που το ελαστικό παρέμβισμα είναι συνήθως από EPDM.

Ως επίλογο αναφέρουμε ότι :

Από το σύνολο των υλικών ύδρευσης που χρησιμοποιούμε συχνά , έως πολύ συχνά στα δίκτυά μας , επιλέχθηκαν να παρουσιασθούν μερικά , με κύριες αναφορές σε βασικά στοιχεία της τεχνολογίας των , σε κανόνες και αρχές χρήσης των , σε πρότυπα και προδιαγραφές που γενικά τα καλύπτουν , αλλά και σε δοκιμές , που σε εργαστήρια Μηχανικών και υδραυλικών δοκιμών , Μεταλλογραφίας και Μικροσκοπίας μπορούμε να πραγματοποιήσουμε , χωρίς καμία συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των .

Προφανώς ο πίνακας των παρουσιασθέντων υλικών δεν περιέχει το σύνολο των υλικών ύδρευσης.

Έτσι αντίστοιχα θέματα που αναφέρονται σε φίλτρα , φρεάτια ιδιωτικών παροχών , δικλείδων διακοπής κ.λ.π. δεν παρουσιάσθηκαν , δημιουργώντας μία μελλοντική πιθανόν υποχρέωση και για αυτά.

Μάϊος 2010

**Για την Τεχνική Επιτροπή
της Ε.Δ.Ε.Υ.Α.**

ΣΠΥΡΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ,	Δ.Ε.Υ.Α. ΣΕΡΡΩΝ
ΣΚΛΗΒΑΝΙΩΤΗΣ ΜΑΡΚΟΣ,	Δ.Ε.Υ.Α. ΠΑΤΡΑΣ
ΚΩΣΤΑΚΗΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ,	Δ.Ε.Υ.Α. ΑΓΡΙΝΙΟΥ
ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ,	Δ.Ε.Υ.Α. ΔΡΑΜΑΣ