

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δίκτυα διανομής νερού χρήσης μεγάλων κτιριακών εγκαταστάσεων – Βασικές αρχές υπολογισμού και εφαρμογής



**ΚΟΛΛΙΑΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ**  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :  
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ε. ΠΑΠΑΝΤΩΝΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2013

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Το νερό είναι η σπουδαιότερη τροφή για τον ανθρώπινο οργανισμό, αν αναλογιστούμε ότι το σώμα μας αποτελείται κατά τα 2/3 από αυτό και αν η ποσότητα αυτή ελαττωθεί έστω και λίγο προκαλείται βλάβη της υγείας μας καθώς όλες οι ζωτικές μας λειτουργίες εξαρτώνται από το νερό. Με τον όρο <ύδρευση> εννοούμε όλα τα στοιχεία που συνεργάζονται για να εξασφαλιστούν επαρκείς ποσότητες πόσιμου νερού.

Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η καταγραφή και η παρουσίαση βασικών αρχών υπολογισμού και εφαρμογής, δικτύων διανομής νερού χρήσης, μεγάλων κτιριακών εγκαταστάσεων.

Η εργασία χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη :

Στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται ιδιότητες και χαρακτηριστικά των κύριων στοιχείων που συνθέτουν ένα δίκτυο διανομής. Καταγράφονται βασικά χαρακτηριστικά των σωλήνων, των εξαρτημάτων και των συσκευών που απαρτίζουν ως επί το πλείστον ένα δίκτυο ύδρευσης.

Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθείται ως προς την διαστασιολόγηση ενός δικτύου και την επιλογή των κατάλληλων συσκευών , παραθέτοντας εν συνεχεία τα αποτελέσματα ως προς το κτίριο αναφοράς που έχει επιλεγεί.

Στο τρίτο και τελευταίο κομμάτι, αναλύονται τα διαφορετικά είδη δυνάμεων που μπορεί να έχουν επίδραση σε μια σωληνογραμμή μεταφοράς ρευστού, οδηγώντας σε χρήσιμα συμπεράσματα ως προς την αντοχή , την διάρκεια ζωής και τους ενδεικνυόμενους τρόπους στήριξης τους.

## **ABSTRACT**

Water is the most important food for human beings, if we consider that our body is in 2/3 of it and that if the quantity of it, is reduced even a little, damaged will be appeared as all of our vital functions depend on water. The term <plumbing> includes all elements that coordinate to ensure sufficient quantities of potable water.

In this context, the object of this diploma thesis is the recording and presentation of core calculation principles and application, about potable water distribution networks of large scale buildings.

The structure of the diploma thesis is divided into three main parts :

In the first part, are presented properties and characteristics of the main components which are forming a distribution network. Basic characteristics of pipes, couplings and devices, which form a potable water distribution network, are recorded.

In the second part, is described in detail the methodology used for the dimensioning of a network and the selection of appropriate devices, subsequently are presented the results, for the reference building which is selected.

In the third and final part, are analyzed different kinds of forces that can effect on a pipeline transmission fluid, leading to useful conclusions regarding durability, lifespan and appropriate ways of their supporting.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
<b>Περίληψη</b> .....	2
<b>Κεφάλαιο 1</b> : Πόσιμο νερό .....	6
1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού .....	6
1.2 Φυσικοχημικές παράμετροι του πόσιμου νερού .....	8
<b>Κεφάλαιο 2</b> : Σωλήνες ύδρευσης .....	11
2.1 Δίκτυα πόσιμου νερού .....	11
2.2 Σωλήνες από σκυρόδεμα .....	12
2.3 Σωλήνες από αμιαντοσίμεντο .....	13
2.4 Μεταλλικοί σωλήνες .....	14
2.4.1 Σωλήνες από χάλυβα .....	14
2.4.2 Σωλήνες από χαλκό .....	17
2.5 Πλαστικοί σωλήνες .....	20
2.5.1 Σωλήνες από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο .....	20
2.5.2 Σωλήνες από πολυπροπυλένιο .....	22
2.5.3 Σωλήνες από χλωριωμένο πολυβινυλοχλώριο .....	23
2.5.4 Γενικές παρατηρήσεις .....	24
<b>Κεφάλαιο 3</b> : Βάνες και εξαρτήματα σωληνώσεων .....	26
3.1 Συρταρωτές βάνες .....	26
3.2 Επιστόμια .....	28
3.3 Βάνες τύπου πεταλούδας .....	29
3.4 Κρουνοί .....	29
3.5 Σφαιρικές βάνες .....	30
3.6 Μειωτής πίεσης .....	30
3.7 Βαλβίδες αντεπιστροφής .....	31
3.8 Ασφαλιστικές βαλβίδες .....	31
3.9 Αυτόματη εξαεριστική βαλβίδα .....	33
3.10 Ελαστικός σύνδεσμος .....	33
3.11 Φίλτρα .....	34
3.12 Διαστολικά .....	35
<b>Κεφάλαιο 4</b> : Βασικές αρχές υπολογισμού εγκαταστάσεων ύδρευσης .....	36
4.1 Υπολογισμός σωληνώσεων .....	36
4.1.1 Ελάχιστα όρια διαμέτρων σωληνώσεων .....	36
4.1.2 Όρια ταχύτητας νερού .....	37
4.2 Υπολογισμός παροχής .....	37
4.2.1 Υπολογισμός παροχής αιχμής .....	38
4.3 Πτώση πίεσης στις σωληνώσεις .....	41
4.3.1 Απώλειες πίεσης σε ευθύγραμμους σωλήνες .....	41
4.3.2 Απώλειες πίεσης σε βάνες και εξαρτήματα .....	43
4.4 Κεντρική τροφοδοσία θερμού νερού .....	45
4.4.1 Διαστασιολόγηση σωληνώσεων θερμού νερού .....	45
4.4.2 Συστήματα με ανακυκλοφορία .....	45
<b>Κεφάλαιο 5</b> : Συσκευές εγκαταστάσεων ύδρευσης .....	47
5.1 Εγκατάσταση ανύψωσης πίεσης .....	47
5.1.1 Τρόποι σύνδεσης εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης .....	47
5.1.1.1 Άμεση σύνδεση .....	47

5.1.1.2 Έμμεση σύνδεση .....	50
5.2 Παρασκευαστήρες ζεστού νερού .....	53
5.2.1 Κατηγοριοποίηση .....	53
5.2.2 Κατασκευαστικά στοιχεία .....	54
5.3 Εναλλάκτες θερμότητας .....	56
5.3.1 Περιγραφή .....	56
5.3.2 Πλεονεκτήματα .....	57
5.3.3 Επιλογή εναλλάκτη .....	58
Κεφάλαιο 6 : Υπολογιστικό κομμάτι και παρουσίαση αποτελεσμάτων .	59
6.1 Περιγραφή αναφερόμενου κτιρίου .....	59
6.2 Διαγραμματική απεικόνιση επιπέδων κτιρίου .....	60
6.3 Περιγραφή δικτύου διανομής .....	61
6.4 Κατηγοριοποίηση υγρών χώρων .....	61
6.5 Παραδοχές υπολογισμών .....	62
6.5.1 Επιλογή υδραυλικών υποδοχέων .....	62
6.5.2 Επιλογή υλικού δικτύου σωληνώσεων .....	64
6.6 Υπολογισμός παροχής ζήτησης τυπικών υγρών χώρων .....	67
6.7 Επίλυση βάση λειτουργιών .....	68
6.7.1 Επίλυση δικτύου διανομής .....	68
6.7.2 Διαχωρισμός δικτύου σε ζώνες λειτουργίας .....	75
6.8 Επίλυση δικτύου διανομής κρύου νερού χρήσης ζώνης 2 .....	77
6.9 Επίλυση δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης ζώνης 2 .....	83
6.10 Επίλυση δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 .....	89
6.11 Επίλυση δικτύου διανομής κρύου νερού χρήσης ζώνης 1 .....	96
6.12 Επιλογή εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης .....	102
6.13 Επιλογή αντλίας ανακυκλοφορίας θερμού νερού .....	106
6.14 Επιλογή διάταξης διαστολικού .....	110
Κεφάλαιο 7 : Δυνάμεις σωληνώσεων και στηρίξεις .....	112
7.1 Γενικά .....	112
7.2 Δυνάμεις λόγω βάρους .....	113
7.3 Δυνάμεις λόγω ροής μάζας .....	114
7.4 Δυνάμεις λόγω πίεσης του ρευστού .....	118
7.5 Δυνάμεις λόγω εσωτερικών πιέσεων .....	121
7.6 Διαστολή σωλήνα .....	124
7.6.1 Ελάχιστη απόσταση στερέωσης λόγω διαφοράς θερμοκρασιών ...	125
7.6.2 Διαστολικά .....	126
7.6.2.1 Αντισταθμιστής διαστολής τύπου U .....	126
7.6.2.2 Εξισωτές μορφής στυπιοθλίπτη .....	127
7.6.2.3 Αξονικά διαστολικά .....	127
7.6.2.4 Αρθρωτά διαστολικά .....	128
7.6.2.5 Εξισωτές πλέγματος .....	128
7.7 Στηρίξεις σωληνώσεων .....	129
7.7.1 Έιδη στήριξης .....	129
7.7.2 Αποστάσεις στήριξης .....	132
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>133</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ**

Η απέραντη δεξαμενή για τη συνεχή κυκλοφορία του νερού είναι ο ωκεανός καθώς όλα τα νερά καταλήγουν τελικά σε αυτόν. Η πρωταρχική πηγή προμήθειας μας είναι προς το παρόν η βροχή, τα νερά της οποίας είναι σε ικανοποιητικό βαθμό καθαρά, και η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού.

Το βροχόνερο έχει μέσα του διαλυμένα διάφορα αέρια όπως οξυγόνο, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα και επί πλέον όζον και νιτρικό οξύ που σχηματίζονται από τις αστραπές. Αφού κινηθεί είτε στην επιφάνεια του εδάφους είτε υπογείως βρίσκεται στο τέλος με αυξημένη περιεκτικότητα σε ξένες ουσίες που η φύση τους εξαρτάται από το τι συναντά στο δρόμο του ενώ η ποσότητά τους από διάφορους παράγοντες και κυρίως το βαθμό διαλυτότητά τους και την στενότητα επαφής του νερού με αυτές και την διάρκεια επαφής. Οι διάφορες προσμίξεις στο νερό εμφανίζονται με τις εξής μορφές:

- Χονδρόκοκκα σώματα που παρουσιάζονται σαν επιπλέοντα ή αιωρούμενα ή κατακαθισμένα.
- Κολλοειδή που παρουσιάζονται σαν λάδια ή χώματα.
- Μοριακά διαλύματα τα οποία είναι άλατα ή ιόντα ή αέρια.

### **1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού**

Τα νερά χαρακτηρίζονται από ορισμένες ιδιότητες οι βασικότερες εκ των οποίων παρουσιάζονται παρακάτω.

#### **Διαύγεια**

Η διαύγεια καθορίζει τον αριθμό των αιωρημάτων, κάνοντας όμως διαχωρισμό ανάμεσα σε αυτά που κατακάθονται γρήγορα και σε εκείνα που αργούν.

#### **Θολότητα**

Το αντίθετο της διαύγειας είναι η θολότητα. Το χημικά καθαρό νερό είναι διαυγές. Θολότητα ή θολερότητα παρατηρείται κυρίως σε επιφανειακά νερά που περιέχουν ουσίες σε αιώρηση με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση του φωτός και τον περιορισμό της ορατότητας σε βάθος. Υπεύθυνες για την ύπαρξη θολότητας μπορεί να είναι κολλοειδείς ή αδρομερείς ουσίες, ανόργανες ή και οργανικές αιωρήσεις. Η υγιεινολογική σημασία ελέγχου της θολότητας είναι τριπλή και αφορά στην :

- αισθητική που αντανακλάται η δικαιολογημένη από την εμπειρία εντύπωση , ότι θολό νερό είναι επικίνδυνο.
- τη διηθησιμότητα , αφού η ύπαρξη υψηλής θολότητας δυσχεραίνει τη λειτουργία των φίλτρων.
- και την απολύμανση επειδή μεγάλες συγκεντρώσεις αιωρημάτων περιορίζουν την αποτελεσματικότητα της χλωρίωσης.

Κάθε είδος νερό έχει τη δική του μορφή θολότητας π.χ. τα νερά των παγετώνων έχουν συχνά γαλακτώδη μορφή η οποία οφείλεται στην κονιορτοποίηση των βράχων ενώ τα ποτάμια που κυλούν αργά και μαλακά κατεβάζουν πηλό και άμμο που συνήθως χαρακτηρίζονται σαν λάσπη. Η θολότητα είναι η ιδιότητα που χαρακτηρίζει τα επιφανειακά νερά καθώς συνήθως δεν υπάρχει στα υπόγεια. Βεβαίως υπάρχουν και οι εξαιρέσεις όπου μπορούμε να συναντήσουμε πηγές και πηγάδια που μπορούν να θολώνουν ύστερα από βροχές . Η τιμή της μπορεί να φτάσει μέχρι τα 30.000 ppm , ενώ στα πόσιμα νερά επιτρέπεται να έχουμε θολότητα μέχρι 10 ppm (parts per million /μέρη ανά εκατομμύριο).

### Χρωματισμός

Το χημικά καθαρό νερό είναι άχρωμο. Ο χρωματισμός οφείλεται σχεδόν χωρίς εξαίρεση σε οργανικές ύλες που αποσπά το νερό από φυτά που σαπίζουν. Συνήθως τα νερά των πηγών είναι χρωματισμένα ενώ τα νερά των πηγών και των βαθιών πηγαδιών είναι άχρωα. Το χρώμα είναι ανεπιθύμητο όχι μόνο για λόγους αισθητικούς αλλά και ουσιαστικούς. Η επιτρεπόμενη περιεκτικότητα χρωστικών είναι για το πόσιμο νερό περί τα 20 ppm.

### ΟΣΜΗ ΚΑΙ ΓΕΥΣΗ

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από οποιαδήποτε οσμή και γεύση. Την απαίτηση αυτή την έχουν τόσο οι άμεσοι καταναλωτές πόσιμου νερού , όσο και οι βιομηχανικοί χρήστες παραγωγής τροφίμων , ποτών και φαρμάκων .

Γεύση ή και οσμή στο νερό προσδίδουν οι περισσότερες οργανικές και ορισμένες ανόργανες χημικές ουσίες που αστικά ή βιομηχανικά απόβλητα ή και από τη φύση.

Δεν υπάρχουν κλίμακες μέτρησης της οσμής ή της γεύσης και το ελάχιστο όριο τους προσδιορίζεται μόνο ως η ελάχιστη συγκέντρωση κάτω από την οποία η οσμή και η γεύση που προκαλεί κάποια ουσία σε διάλυση παύει να είναι αντιληπτή. Για τον καθορισμό της ελάχιστης αυτής συγκέντρωσης χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα και δοκιμαστές.

## **1.2 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ**

### Σκληρότητα

Από την άποψη των υδραυλικών υποδοχέων η σκληρότητα είναι η ιδιότητα του νερού που σχηματίζει επικαθήσεις στα τοιχώματα των σωλήνων , μηχανημάτων και ανταγωνίζεται το σαπούνι κάνοντας το νερό να σχηματίζει μαζί του αδιάλυτες κolloειδείς ουσίες και μαγνησιακά άλατα. Βασικά οφείλεται την παρουσία διαλυτών ενώσεων μαγνησίου και ασβεστίου τα οποία είναι στοιχεία που βρίσκονται σε αφθονία επάνω στη γη. Τα στοιχεία αυτά έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν ενώσεις με πολλά άλλα και να εμφανίζονται με πολλές συνηθισμένες μορφές.

Τα συστατικά που προκαλούν τη σκληρότητα είναι τα δυσανθρακικά , θειικά και χλωριούχα του ασβεστίου και του μαγνησίου, όπως το νιτρικό ασβέστιο, χλωριούχο ασβέστιο, νιτρικό μαγνήσιο και θειικό μαγνήσιο που είναι διαλυτά. Εν τούτοις προκαλείται σκληρότητα και από ανθρακικά του ασβεστίου και του μαγνησίου που είναι αδιάλυτα , γεγονός που οφείλεται στην παρουσία του διοξειδίου του άνθρακα. Κάθε φορά που θα περάσει νερό πλούσιο σε διοξείδιο του άνθρακα από στρώματα αδιάλυτου ασβεστίου και μαγνησίου γίνονται χημικές αντιδράσεις που σχηματίζουν διαλυτά δυσανθρακικά .

Τη σκληρότητα που προέρχεται από το διαλυμένο ασβέστιο την ονομάζουμε ανθρακική ή και παροδική. Τη σκληρότητα που προέρχεται από τις διαλυτές χλωριούχες και θειικές ενώσεις του ασβεστίου και του μαγνησίου και που δεν μπορούμε να την αφαιρέσουμε με εξάτμιση την ονομάζουμε μη ανθρακική ή μόνιμη. Η μόνιμη σκληρότητα μπορεί να αφαιρεθεί μόνο με χημική επεξεργασία ή ιονισμό.

Από υγιεινολογική άποψη τα σκληρά νερά είναι για τον ανθρώπινο οργανισμό τουλάχιστον εξ ίσου ικανοποιητικά όσο με τα μαλακά. Αντίθετα έχει διαπιστωθεί μια εντυπωσιακή συσχέτιση ανάμεσα στην χρήση μαλακού νερού και στη θνησιμότητα από καρδιοαγγειακές παθήσεις. Αν και δεν έχει διατυπωθεί σχέση αιτιότητας , ήδη η αποσκλήρυνση νερού τείνει να περιορισθεί μόνο για την χρήση των πολύ σκληρών φυσικών νερών και τότε ακόμα να μην είναι πλήρης.

Πάντως αν και είναι ιδιαίτερα δύσκολο να καθορισθεί για το πόσιμο νερό τιμή ανώτατης επιτρεπτής σκληρότητας , τα περισσότερα πόσιμα νερά έχουν σκληρότητα από 10-500 ppm ενώ σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να φτάσουν και τα 700 ppm. Εν τούτοις και τα νερά με 1800 ppm χαρακτηρίζονται ως πόσιμα αλλά απαιτούν αρκετό χρόνο για την προσαρμογή του ανθρώπινου οργανισμού τόσο μεγάλους βαθμούς.

### Αλκαλικότητα

Η αλκαλικότητα είναι μια ιδιότητα που μπορεί να έχει το νερό σε ορισμένα επιτρεπτά όρια. Ο καθορισμός της δεν γίνεται με μια κατ' ευθείαν μέτρηση αλλά καθορίζεται σαν ένας ενδεικτικός αριθμός που δείχνει την ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου ( CaCo ) που θα



έπρεπε να διαλύσουμε μέσα σε αποσταγμένο νερό για να μας δώσει την ίδια αλκαλικότητα με εκείνη που ερευνούμε.

### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Επιθυμητό είναι η θερμοκρασία του πόσιμου νερού να κυμαίνεται μεταξύ 5 °C και 15 °C . Νερό θερμοκρασίας χαμηλότερης των 5 °C είναι βλαβερό για την υγεία ενώ άνω των 15 °C δύσγευστο.

Η θερμοκρασία του φυσικού νερού επηρεάζει σημαντικά ορισμένα στάδια της επεξεργασίας που υφίσταται ώστε να γίνει πόσιμο . Μόλις η θερμοκρασία κατέβει κάτω από τους 10 °C , διαδικασίες όπως η χημικά προκαλούμενη κροκίδωση δυσχεραίνονται και επιβραδύνονται.

### ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Η αγωγιμότητα υδατικού διαλύματος εκφράζει την ικανότητα του να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα και εξαρτάται από την συγκέντρωση και τον τύπο των ιόντων , που περιέχονται στο διάλυμα. Σε ένα ηλεκτρολυτικό διάλυμα ισχύει ο νόμος του Ohm :

$$V = R \cdot I$$

Η αντίσταση R εξαρτάται από τις διαστάσεις του αγωγού :

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

όπου l το μήκος του αγωγού , A η εγκάρσια διατομή και ρ ( ohm.cm) η ειδική αντίσταση του ηλεκτραγωγού διαλύματος .

Το αντίστροφο της ειδικής αντίστασης ρ ονομάζεται ειδική αγωγιμότητα k όπου :

$$k = \frac{1}{\rho}$$

και μετράται σε  $\text{ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

Η ειδική αγωγιμότητα αποτελεί το άθροισμα των αγωγιμοτήτων των επί μέρους ιόντων που είναι σχεδόν γραμμικά ανάλογες προς τη συγκέντρωση κάθε ιόντος. Έτσι η μέτρηση της ειδικής αγωγιμότητας αποτελεί μια γρήγορη κατά προσέγγιση εκτίμηση του συνόλου

των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Για διαλύματα με PH μεταξύ 5 και 9 , σε θερμοκρασία θ 10 μέχρι 40 °C , με διαλυμένα άλατα λιγότερα από 100 mg/l και ειδική αγωγιμότητα ρ ισχύει η προσεγγιστική σχέση :

$$\text{Διαλυμένα άλατα} = 4,5 \cdot 10^5 \cdot 1,2^{(\theta-25)} \cdot \rho \quad \text{με ακρίβεια περίπου 20\%}.$$

### Δραστικότητα του νερού

Δραστικότητα είναι η τάση του νερού να προκαλεί διαβρώσεις και επικαθήσεις στα τοιχώματα σωλήνων , εξαρτημάτων και μηχανημάτων. Η ιδιότητά του αυτή παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στην αξιολόγηση ενός νερού.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

Οι σωληνώσεις των αγωγών υδρεύσεως αποτελούνται από μια σειρά επάλληλους σωλήνες με στεγανούς συνδέσμους. Δεδομένου ότι όλο και συχνότερα χρησιμοποιούνται για μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις η δαπάνη των σωλήνων αντιπροσωπεύει συνήθως σημαντικό ποσοστό ενός έργου.

Σήμερα , ο σωλήνας είναι πρωτεύον στοιχείο , γι αυτό ο κατασκευαστής και ο μελετητής θα πρέπει να έχουν αρκετές γνώσεις σχετικά με το υλικό , τους συνδέσμους και τον υπολογισμό των σωλήνων.

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στους αγωγούς ύδρευσης έχουν κυκλική διατομή.

Η ονομαστική διάμετρος (DN) ενός σωλήνα συμπίπτει συνήθως με το ελεύθερο άνοιγμα , δηλαδή την εσωτερική διάμετρο του. Είναι απλώς μια ονομασία που χαρακτηρίζει τα διάφορα τμήματα της σωλήνωσης χωρίς να συνοδεύεται από μονάδα μήκους. Συνεπώς θα πρέπει να αναφέρουμε διάμετρος 100 mm αλλά ονομαστική διάμετρος 100.

Η πίεση που ενεργεί υπό συνθήκες κανονικής λειτουργίας λέγεται << πίεση λειτουργίας >> Στη μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας αντιστοιχεί στις εγκαταστάσεις ύδρευσης η << ονομαστική πίεση >> (PN). Για τον καθορισμό της δεν λαμβάνονται υπ όψιν οι υπερπίεσεις από υδραυλικά πλήγματα οι οποίες προκαλούνται κατά το κλείσιμο ή άνοιγμα μιας βάνας και ενδέχεται να ξεπερνάνε κατά πολύ την πίεση λειτουργίας.

Ως << πίεση δοκιμής >> ορίζεται η πίεση με την οποία ο σωλήνας δοκιμάζεται στο εργοστάσιο , ενώ ως << πίεση ελέγχου >> ονομάζεται η πίεση με την οποία ελέγχεται η στεγανότητα μιας τοποθετημένης σωλήνωσης.

### **2.1 ΔΙΚΤΥΑ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Τα δίκτυα πόσιμου νερού περιλαμβάνουν :

- Τα διάφορα είδη σωλήνων εμπορίου
- Τους τρόπους διάταξης τους
- Τα διάφορα εξαρτήματά τους και τρόπους συναρμολόγησής τους
- Τα όργανα της υδραυλικής εγκατάστασης και τα σημεία σύνδεσής τους

Οι σωλήνες με τους οποίους παροχετεύεται το νερό στα δίκτυα και διανέμεται στα σημεία κατανάλωσης πρέπει να ανταποκρίνονται σε ορισμένες προδιαγραφές όπως είναι οι ακόλουθοι:

-Η φυσικοχημική φθορά τους από το νερό που κυκλοφορεί σε αυτούς να είναι σχετικά μικρή.

-Να μην υφίστανται διάβρωση από το εξωτερικό περιβάλλον ιδιαίτερο αν είναι ιδιαίτερα οξειδωτικό.

-Να είναι ανθεκτικοί στην πίεση του δικτύου.

-Να συναρμολογούνται εύκολα και με στεγανούς συνδέσμους.

-Να παρέχουν εγγύηση για την υγεία των καταναλωτών ιδιαίτερα σε ορισμένα είδη νερού με χαμηλό ΡΗ ή με θειούχες ενώσεις όπου το καθιστούν ιδιαίτερα οξειδωτικό.

Έτσι για την διαμόρφωση των δικτύων χρησιμοποιούνται κυρίως οι τέσσερις ακόλουθοι τύποι σωλήνων:

- Σωλήνες από σκυρόδεμα
- Χυτοσίδηροι σωλήνες
- Χαλυβδοσωλήνες
- Σωλήνες από χαλκό
- Πλαστικοί σωλήνες

## **2.2 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Η προτίμηση απλών ή προετενταμένων σωλήνων από σκυρόδεμα απέναντι σε εναλλακτική επιλογή χαλυβδοσωλήνων μπορεί να αιτιολογηθεί ως συμφωρότερη κάτω από δύο προϋποθέσεις :

- Μεγάλης διαμέτρου και

- Μεγάλου μήκους

Τυποποιημένοι σωλήνες από σκυρόδεμα οπλισμένο ή προετενταμένο δεν παράγονται στην Ελλάδα. Σε συγκεκριμένα έργα , όπως είναι το υδραγωγείο Αραβησού έχουν παραχθεί εργοταξιακά προκατασκευασμένοι σωλήνες μεγάλης διαμέτρου από οπλισμένο σκυρόδεμα. Αντίστοιχα προετενταμένοι σωλήνες από σκυρόδεμα χρησιμοποιήθηκαν στο υδραγωγείο του Καλάμου της ΕΥΔΑΠ και στο εξωτερικό υδραγωγείο της Άμφισσας.

## **2.3 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΑΜΙΑΝΤΟΤΣΙΜΕΝΤΟ**

Σωλήνες από αμιαντοσίμεντο χρησιμοποιήθηκαν σε εσωτερικά και εξωτερικά δίκτυα ύδρευσης σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες και κατά συνέπεια και στην Ελλάδα. Με την πάροδο των χρόνων όμως, ξεκινώντας από την παραδοχή ότι η εισπνοή ινών αμιάντου προκαλεί με βεβαιότητα καρκίνο των πνευμόνων και οδηγεί σε αυξημένο αριθμό επεισοδίων καρκίνου του πεπτικού, οι περισσότερες εταιρείες ύδρευσης έχουν διακόψει την εγκατάσταση νέων σωλήνων αμιαντοσίμεντου σε υδρευτικά δίκτυα. Σε ότι αφορά παλαιότερα δίκτυα από αμιαντοσίμεντο συνήθως προβάλλεται το αντεπιχείρημα ότι με δεδομένη την σκληρότητα των περισσοτέρων νερών στη χώρα οι αποθέσεις αδιάλυτων αλάτων απομονώνουν το εσωτερικό των αγωγών.

Σωλήνες αμιαντοσίμεντου χρησιμοποιούνται στην ύδρευση σε ονομαστικές πιέσεις 10 και 16 bar και κατασκευάζονται σε ονομαστικές διαμέτρους από 50 έως 1000 mm.

Η κατασκευή τους γίνεται από βασικά υλικά τον αμίαντο και το τσιμέντο. Ο αμίαντος είναι ορυκτό (υδροπυριτικό μαγνήσιο) ενώ το είδος του τσιμέντου καθορίζεται σύμφωνα με τον DIN 1164. Αφού ο αμίαντος πάρει τη μορφή λεπτών ινών γίνεται η ανάμειξη του με το τσιμέντο ενώ συγχρόνως προστίθεται νερό. Έτσι με περιέλιξη πολλών στρωμάτων του μείγματος αυτού γύρω από έναν χαλύβδινο πυρήνα κατασκευάζονται οι σωλήνες αυτού του είδους.

Οι σωλήνες αυτοί χαρακτηρίζονται από σημαντική αντοχή σε εφελκυσμό και χημική σταθερότητα. Όταν οι συνθήκες του εδάφους ή του νερού είναι δυσμενείς γίνεται μια προστασία με βαφή ασφάλτου ή πίσσας λιθανθράκων ενώ σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να προστεθεί ένα περίβλημα εποξειδικής ρητίνης.

Λόγω του μικρού βάρους οι δαπάνες μεταφοράς είναι περιορισμένες και ο ρυθμός εγκατάστασης είναι τάχιστος. Ακόμα ένα χαρακτηριστικό τους είναι ότι δεν έχουν την τάση να σχηματίζουν εσωτερικό φλοιό και παρουσιάζουν ευνοϊκά χαρακτηριστικά τραχύτητας.

Οι σωλήνες αυτοί συνδέονται με περαστούς συνδέσμους οι οποίοι όμως δεν είναι τυποποιημένοι αλλά ιδιοσκευάσματα διαφόρων εταιρειών και οι σύνδεσμοι των οποίων επιτρέπουν απόκλιση από την ευθυγραμμία έως 6°.

Για την μετάβαση από το σωλήνα αμιαντοσίμεντου σε σωλήνα από άλλο υλικό γίνεται χρήση ειδικών μεταβατικών συνδέσμων ενώ η σύνδεση τους με ειδικά τεμάχια όπως οι βάνες, με φλαντζωτούς συνδέσμους.

## 2.4 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

### 2.4.1 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΔΑ

Οι χαλυβδοσωλήνες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες στους μαύρους και στους γαλβανιζέ , και ως προς τον τρόπο παρασκευής τους σε αυτούς με ραφή ( συγκολλητοί ) , σε αυτούς χωρίς ραφή (τούμπια) και στους χυτούς.



Εικόνα 2.1 Μαύροι χαλυβδοσωλήνες ύδρευσης

Για τις εγκαταστάσεις πόσιμου νερού χρησιμοποιούνται κυρίως οι γαλβανισμένοι χαλυβδοσωλήνες ενώ οι μαύροι χρησιμοποιούνται εκεί όπου δεν υπάρχουν απαιτήσεις γαλβανισμένης σωλήνας λόγω οξειδώσεων.

Από πλευράς ποιότητας οι χαλυβδοσωλήνες διακρίνονται σε τρεις βασικές τυποποιημένες κατηγορίες, ελαφρού τύπου ή αλλιώς κίτρινης ετικέτας, μέσου τύπου ή κόκκινης ετικέτας και βαρέως τύπου ή πράσινης ετικέτας. Η διαφορά τους έγκειται στο διαφορετικό πάχος τοιχώματος και κατά συνέπεια στο βάρος τους.

Ως σύνδεσμοι χαλυβδοσωλήνων χρησιμοποιούνται κυρίως οι κοχλιωτές μούφες και οι φλάντζες.

## ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΛΥΒΔΟΣΩΛΗΝΩΝ

Όπως έχει προαναφερθεί οι χαλυβδοσωλήνες ως προς τον τρόπο κατασκευής τους διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες :

Σωλήνες με ραφή Οι σωλήνες με ραφή κατασκευάζονται από λωρίδα ελάσματος μήκους ίσου με το μήκος σωλήνα η οποία κυλινδρώνεται και επακολουθεί η συγκόλληση των ακμών. Η συγκόλληση γίνεται με την μέθοδο της ηλεκτρικής αντίστασης ή αυτογενώς ή εν θερμώ. Ανάλογα με το φινίρισμα και τις μετά τη συγκόλληση κατεργασίες διακρίνονται διάφορες κατηγορίες-ποιότητες σωλήνων με ραφή.

Σωλήνες χωρίς ραφή. Οι σωλήνες χωρίς ραφή κατασκευάζονται είτε εν θερμώ είτε εν ψυχρώ με διάφορες μεθόδους. Οι δυο όμως πιο διαδεδομένες είναι οι μέθοδοι MANNESMAN και η μέθοδος EHRHARDT.

Κατά την μέθοδο MANNESMAN το κυλινδρικό τεμάχιο από το οποίο θα κατασκευασθεί ο σωλήνας θερμαίνεται σε θερμοκρασία 700-800 °C και διέρχεται μεταξύ κολουροκωνικών ελάστρων με μη παράλληλους άξονες. Απαιτούνται τουλάχιστον τρία έλαστρα. Στο κέντρο του διακένου των ελάστρων βρίσκεται ένα διατηρητικό έμβολο και το κυλινδρικό τεμάχιο ωθείται με την περιστροφή των ελάστρων επάνω στο έμβολο και το μαλακό του κέντρο διατρυπάται. Όταν ολόκληρο το τεμάχιο περάσει από το έμβολο, έχει αποκτήσει την μορφή ενός σωλήνα με παχύ τοίχωμα. Ο σωλήνας αυτός περνά στην συνέχεια από άλλα έλαστρα με έμβολα κατάλληλου σχήματος και αποκτά το επιθυμητό πάχος και εξωτερική διάμετρο.

Οι σωλήνες που κατασκευάζονται με τη μέθοδο αυτή είναι γνωστοί ως κατασκευασμένοι εν θερμώ γιατί απαιτείται προηγούμενη θέρμανση του υλικού.

Όμως η μέθοδος αυτή λόγω μηχανικών δυσκολιών δεν μπορεί να εφαρμοσθεί για την κατασκευή μικρής διατομής και μικρού πάχους, για αυτούς χρησιμοποιείται ή μέθοδος κατασκευής εν ψυχρώ. Η μέθοδος είναι η ίδια με την εν θερμώ με τη διαφορά ότι ο σωλήνας παίρνει το τελικό μήκος, διάμετρο και πάχος με μια ή περισσότερες εφελκύσεις εν ψυχρώ σε μηχανήμα εφέλκυσης. Οι σωλήνες αυτοί είναι γνωστοί σαν τραβηχτοί εν ψυχρώ. Ο εφέλκυσμός σκληραίνει το υλικό, ιδίως τον χάλυβα, και για αυτό πριν από κάθε εφέλκυσμό ο σωλήνας υποβάλλεται σε αποσκλήρυνση αφού πρώτα εμβαπτιστεί σε διάλυμα οξέως για απομάκρυνση της επιφανειακής σκουριάς, ή λεπιών, πλυθεί με γλυκό νερό και εμβαπτισθεί με λάδι. Με τον εφέλκυσμό εν ψυχρώ είναι δυνατή η κατασκευή μικρότερων διαμέτρων και παχών αλλά προκύπτουν σωλήνες με περισσότερο ανομοιόμορφες διαστάσεις.

Κατά την μέθοδο EHRHARDT ένα κυκλικό επίπεδο έλασμα με κατάλληλο πάχος και διάμετρο θερμαίνεται μέχρι να αποκτήσει ανοικτό χρώμα και τοποθετείται σε μια υδραυλική πρέσσα με έμβολο μέσα σε κύλινδρο. Το κύπελλο που σχηματίζεται έτσι αναθερμαίνεται και ξαναπρεσσάζεται σε μικρότερο κύλινδρο. Έτσι μακραίνει το κύπελλο ώσπου ένας κοντός κύλινδρος με πυθμένα. Η επιμήκυνση συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο μέσα από κυλίνδρους ή δακτυλίους με όλο και μικρότερη διάμετρο μέχρι να φτάσουμε στην επιθυμητή εξωτερική διάμετρο. Η επιμήκυνση μπορεί να συνεχιστεί με εφελκυσμό και όπου είναι απαραίτητο γίνεται αναθέρμανση.

Η μέθοδος αυτή δίνει ιδιαίτερα ομοιόμορφο σωλήνα και με αυτήν κατασκευάζονται κυρίως αυλοί μέχρι μήκους 9 μέτρων, σωλήνες μεγάλου πάχους, φιάλες πιεσμένου αέρα, κάννες πυροβόλων και άλλα χαλύβδινα κοίλα σώματα.

Σωλήνες χυτοί Χυτοσίδηροι σωλήνες υπάρχουν από κοινό χυτοσίδηρο και από χυτοσίδηρο με σφαιροειδή γραφίτη. Διατίθενται στο εμπόριο σε ονομαστικές διαμέτρους από 20 έως 400 και σε κανονικά μήκη 6 μέτρων.

Η κατασκευή των χυτοσίδηρων σωλήνων γινόταν αρχικά σε οριζόντια χωμάτινα καλούπια και μεταγενέστερα σε κατακόρυφα. Σήμερα όμως, προτιμάται η μέθοδος της φυγοκέντρωσης που συνδυάζεται για ορισμένους σωλήνες με μια θερμική μετεξεργασία σε καμίνι.

Στους σωλήνες από κοινό χυτοσίδηρο ο γραφίτης βρίσκεται στη μεταλλική μάζα σε μορφή πλακιδίων. Οι σωλήνες αυτοί χαρακτηρίζονται από μεγάλη αντοχή σε διάβρωση καθώς και από καλή μηχανική αντοχή. Ως ένα βαθμό είναι ψαθυροί και επίσης μπορεί ύστερα από παρατεταμένη λειτουργία να σχηματιστεί ένας εσωτερικός φλοιός που στενεύει την διατομή τους , γεγονός που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη σε περίπτωση υπολογιστικού ελέγχου παλιών σωληνώσεων.

Στις μέρες μας όμως είναι συνηθέστερη η κατασκευή χυτοσίδηρων σωλήνων από χυτοσίδηρο με σφαιροειδή γραφίτη , υλικό που προκύπτει από ειδική μεταλλουργική επεξεργασία. Διατηρεί την αντίσταση σε διάβρωση που χαρακτηρίζει τον χυτοσίδηρο ενώ συγχρόνως παρουσιάζει μια ιδιαίτερα υψηλά αντοχή σε εφελκυσμό και μια μεγάλη παραμορφωσιμότητα. Οι σωλήνες αυτοί μπορούν να παραμορφωθούν σε ψυχρή και θερμή κατάσταση και υπό ορισμένες συνθήκες επιδέχονται συγκόλληση , επεξεργασία όμως που δεν είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη για αυτούς.

Για να προστατευτούν από προσβολή οφειλόμενη στο νερό και στο έδαφος οι χυτοσίδηροι σωλήνες επενδύονται εσωτερικά και εξωτερικά σε πίσσα λιθανθράκων. Σε ειδικές περιπτώσεις όπου απαιτείται μια ενισχυμένη προστασία κατασκευάζονται χυτοσίδηροι σωλήνες με την διαδικασία της φυγοκέντρωσης οι οποίοι φέρουν εσωτερική επένδυση από τσιμεκονία.



## **2.4.2 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΧΑΛΚΟ**

Σημαντική θέση στην κατηγορία από μη σιδηρούχα υλικά κατέχουν οι χαλκοσωλήνες. Η μεγάλη διάδοση των χαλκοσωλήνων ιδιαίτερα στις κτιριακές μηχανολογικές εγκαταστάσεις οφείλεται στα σημαντικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ο χαλκός.

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΑ**

- Είναι τελείως λείος με σημαντικά μικρό συντελεστή τραχύτητας της τάξης του  $K=0.0015 \text{ mm}$  , επομένως παρουσιάζει μικρότερη αντίσταση στην ροή γεγονός που επιτρέπει την χρησιμοποίηση μικρότερης διαμέτρου σωλήνα.
- Δεν οξειδώνεται και δεν προσβάλλεται από τα οικοδομικά υλικά.
- Εξασφαλίζει μεγάλη ταχύτητα εγκατάστασης ειδικά όταν γίνεται με την μέθοδο της τριχοειδούς συγκόλλησης.
- Είναι πολύ ελαφρύτερος του χαλυβδοσωλήνα.
- Έχει αρκετά υψηλή αντοχή στην πίεση.
- Στα εσωτερικά τοιχώματα των χαλκοσωλήνων σχηματίζεται ένα ελαφρότατο στρώμα οξειδίου του χαλκού που τον προφυλάσσει από οποιαδήποτε άλλη διάβρωση.
- Παρουσιάζει έντονη βακτηριοστατική ικανότητα, αυτό σημαίνει ότι ο χαλκός όχι μόνο δεν ευνοεί την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των βακτηριδίων , ιδίως στα παραμένοντα εντός των σωλήνων ύδατα, αλλά απεναντίας εμποδίζει την ανάπτυξη τους.

### **ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Οι χαλκοσωλήνες που διατίθενται στο εμπόριο διακρίνονται όπως και οι χαλυβδοσωλήνες σε ελαφρού και βαρέως τύπου ανάλογα με το πάχος των τοιχωμάτων τους.

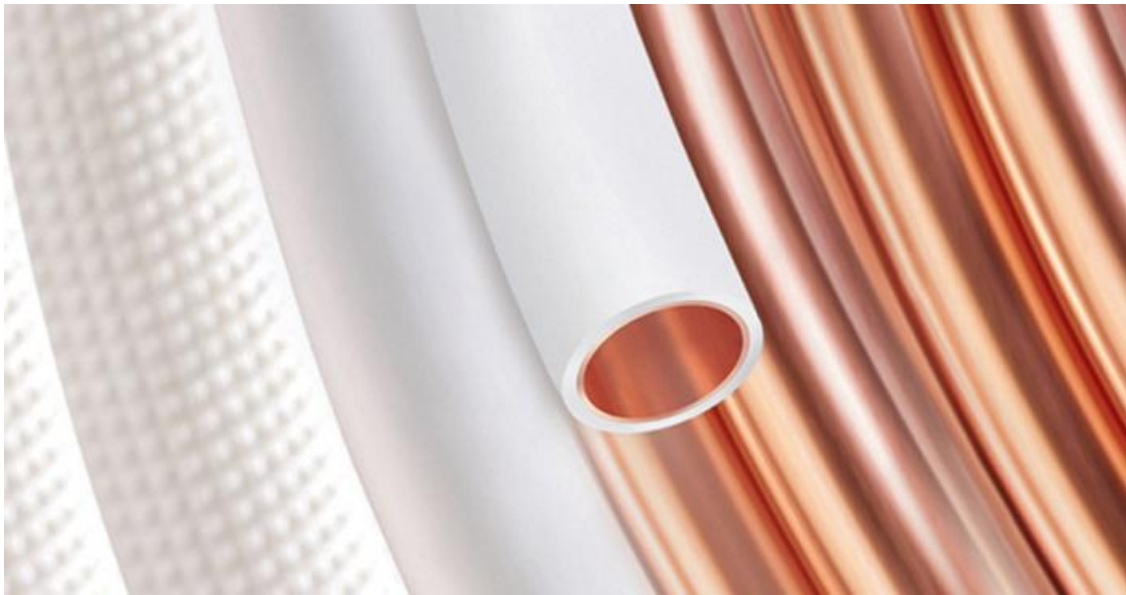
Υπάρχουν διάφοροι βαθμοί σκληρότητας των χαλκοσωλήνων, από την οποία κίόλας εξαρτάται η αντοχή του σωλήνα . Όταν είναι γνωστή η σκληρότητα  $H$  (HB) , η εξωτερική

διάμετρος D (mm) και το πάχος t (mm) τότε μπορούμε να υπολογίσουμε την μέγιστη πίεση λειτουργίας  $p_{\max}$  (bar) για θερμοκρασία μέχρι  $65^{\circ}\text{C}$  από τον τύπο  $p_{\max} = \frac{20 \cdot H \cdot t}{D-t}$ .

Για μεγαλύτερες θερμοκρασίες η αντοχή του χαλκοσωλήνα ελαττώνεται.

Αναφορικά με τους τύπους των χαλκοσωλήνων , αυτοί αναφέρονται ως εξής :

- Ημίσκληροι ευθύγραμμοι Στο εμπόριο διατίθενται σε διαμέτρους από τύπο Φ10 μέχρι και Φ22 σε διάφορα πάχη τοιχώματος από 0,7 - 0,8 - 0,9 - 1 - 1,2 - 1,5. Είναι εύκαμπτοι αλλά έχουν αντοχή όπως οι σκληροί σωλήνες με αποτέλεσμα να έχουν ευρεία εφαρμογή και να εξυπηρετούν στην ταχύτερη εκτέλεση των εργασιών.
- Μαλακοί σε κουλούρες (χωρίς μόνωση) Διατίθενται σε διαμέτρους από Φ11 μέχρι και Φ22 σε πάχη 0,75 - 1 - 1,5.
- Σκληροί ευθύγραμμοι Διατίθενται στο εμπόριο σε διαμέτρους από Φ28 μέχρι και Φ108 και σε πάχη 0,8 - 0,9 - 1 - 1,2 - 1,5 - και 2 - 2,5 στις μεγάλες διαμέτρους. Διατίθενται σε μήκη 3 και 4 μέτρων.
- Επενδεδυμένοι χαλκοσωλήνες Κατασκευάζονται από μαλακό χαλκό (έχουν υποστεί κατά την κατασκευή τους μια κατεργασία που ονομάζεται ανόπτηση ) , είναι εύκαμπτοι και καλύπτονται από πλαστικό μανδύα που τις προστατεύει από φθορές και απορροφούν τον θόρυβο και τις συστολοδιαστολές. Η επένδυση εσωτερικά φέρει ραβδώσεις που δίνουν διάκενο αέρος μεταξύ μόνωσης και σωλήνα , για καλύτερη θερμική προστασία.  
Χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις όπου υπάρχει άμεση επαφή με το έδαφος όπου τα λιπάσματα και τα χημικά συστατικά του εδάφους μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση σε περίπτωση που τοποθετηθούν χωρίς επικάλυψη, ειδικά σε εδάφη με αμμωνία και θειάφι. Οι τυποποιημένες διαστάσεις για τους επενδεδυμένους χαλκοσωλήνες σε κουλούρες είναι: 12, 15, 16, 18, 22 με πάχος 1mm και 15, 16, 18 με πάχος 0,8mm, σε μήκος 25 και 50 μέτρων. Οι τυποποιημένες διαστάσεις για τους επενδεδυμένους χαλκοσωλήνες σε ευθείες είναι: 15, 16, 18, 22 με πάχος τοιχώματος 1mm και μήκος 4μέτρων.



Εικόνα 2.2 Χαλκοσωλήνας ύδρευσης

### ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ

Εν γένει υπάρχουν δύο είδη εξαρτημάτων για χρήση με χαλκοσωλήνα τα συγκολλητά και τα βιδωτά εξαρτήματα.

#### Συγκολλητά εξαρτήματα

Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για χαλκοσωλήνα μπορεί να είναι σφυρήλατα ή χυτά από χαλκό, από ορείχαλκο ψευδάργυρο ή από ορείχαλκο κασσίτερο. Παράγονται σε μεγάλη ποικιλία σχημάτων και σε μεγέθη από 1/8 έως 12 ίντσες.

Η κόλληση στην δράση του τριχοειδούς φαινομένου και για να εξασφαλιστεί υδατοστεγής συγκολλημένη σύνδεση το εξάρτημα και ο σωλήνας πρέπει να ταιριάζουν με πολύ μικρή ανοχή. Ο χαλκοσωλήνας και το εξάρτημα πρέπει να είναι εντελώς καθαρισμένα και να έχει τοποθετηθεί καθαριστικό κολλήσεως, το οποίο απομακρύνει οξειδία λεπτών στρωμάτων από τις μεταλλικές επιφάνειες, ώστε να εξασφαλιστεί τέλεια σύνδεση.

#### Βιδωτά εξαρτήματα

Εξαρτήματα για χαλκοσωλήνα βιδωτού τύπου παράγονται από χυτό ορείχαλκο-ψευδάργυρο ή ορείχαλκο-κασσίτερου σε μεγέθη από 3mm έως 76mm. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε υπόγειες σωληνώσεις παροχής ή όπου τα δίκτυα πρέπει να καθαρίζονται συχνά.

Η σπειρωματική τους μορφή βοηθάει επίσης ώστε ο χαλκοσωλήνας να έχει δυνατότητα σύνδεσης με οποιοδήποτε άλλον σωλήνα διαφορετικού υλικού όπως χάλυβα , σφυρήλατου σιδήρου ή ακόμα και πλαστικού.

## **2.5 ΠΛΑΣΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ**

Με τον όρο πλαστικοί σωλήνες χαρακτηρίζουμε όλους τους συνθετικούς σωλήνες που διατίθενται σήμερα στο εμπόριο, και οι οποίοι τα τελευταία χρόνια όλο και αυξάνουν την χρησιμοποίησή τους σε εγκαταστάσεις ύδρευσης. Οι πλαστικοί σωλήνες που χρησιμοποιούνται σε ευρύτερη κλίμακα παράγονται από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (ΧΡΕ), πολυπροπυλένιο (ΡΡ), χλωριωμένο PVC (CPVC) και διασταυρούμενο πολυαιθυλένιο (VPE) .

### **2.5.1 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΔΙΚΤΥΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ**

Από πλευράς πλεονεκτημάτων των πλαστικών σωλήνων (PE) σε σύγκριση πάντα με τους αντίστοιχους συμβατικούς σωλήνες (χαλκοσωλήνες, σιδηροσωλήνες) θα πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής.

Χαρακτηρίζονται σαν απόλυτα υγιεινοί για πόσιμο νερό.

Έχουν θεωρητικά απεριόριστη διάρκεια ζωής ιδιαίτερα για μεταφορά νερού χαμηλών θερμοκρασιών , μικρότερων των 80 °C.

Είναι απόλυτα αδρανείς σε οξειδωτική και ηλεκτρολυτική διάβρωση.

Δεν υπάρχουν συνδέσεις μέσα στους τοίχους ή στα δάπεδα άρα ελέγχονται πλήρως για περίπτωση διαρροών.

Παρουσιάζουν ιδιαίτερη αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας και δεν ευνοούν την δημιουργία πάγου στο δίκτυο.

Προσφέρονται για μεγαλύτερη παροχή και αθόρυβη λειτουργία εξαιτίας των λείων τοιχωμάτων τους.

Τρεις είναι οι επικρατέστερες μέθοδοι παραγωγής σωλήνων από ΧΡΕ. Από δικτύωση του ΡΕ με την βοήθεια οργανικών υπεροξειδίων. Από δικτύωση του ΡΕ με ακτινοβολία ηλεκτρονίων, με την οποία όμως μέθοδο είναι πιθανή η δημιουργία τριχοειδών οπών κατά την δικτύωση λόγω εισόδου των ηλεκτρονίων από τις ανομοιογένειες της μάζας του ΧΡΕ που δημιουργούν οι ανόργανοι αποσταθεροποιητές. Και τελευταία η δικτύωση με σιλάνια , με αυτόν τον τρόπο γίνεται ενσωμάτωση των σιλανίων στο πολυαιθυλένιο και μετά αναμιγνύεται με τον κατάλληλο καταλύτη για να παραχθεί ο σωλήνας.

Από αυτές τις τρεις η δικτύωση με τη μέθοδο των οργανικών υπεροξειδίων είναι η πιο ικανοποιητική καθώς μας δίνει βαθμό δικτύωσης 80% μέχρι 85% έτσι ώστε να αποκτηθούν από τον σωλήνα οι προσδοκώμενες ιδιότητες ανταποκρινόμενος πλήρως στις γερμανικές προδιαγραφές κατά DIN 16892 και 16893.

### Θερμική μνήμη –μετάδοση θερμότητας

Με τον όρο θερμική μνήμη εννοείται ότι οι σωλήνες από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο μετά την θέρμανση τους μέχρι την θερμοκρασία μαλακώματος (135 °C) επανέρχονται πάντα στην αρχική τους μορφή. Αυτό είναι πολύ ενδιαφέρον στην περίπτωση των λαθεμένων καμπύλων ή τσακισμάτων που μπορούν να διορθωθούν θερμαίνοντας τον σωλήνα και επαναφέροντας τον έτσι στην αρχική του κατάσταση.

Ο συντελεστής της θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  κυμαίνεται περίπου στα 0,4 kcal/hm ° C πράγμα που σημαίνει ότι οι ενεργειακές απώλειες είναι πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες στους συμβατικούς μεταλλικούς σωλήνες. Η χαμηλή τιμή του  $\lambda$  στους σωλήνες πολυαιθυλενίου περιορίζει τον σχηματισμό συμπυκνωμάτων στην εξωτερική τους επιφάνεια σε αντίθεση με εκείνο που συμβαίνει στους μεταλλικούς σωλήνες. Από πλευράς θερμοκρασίας λειτουργίας επιβάλλεται να θεωρούμε πάντα σαν οριακή τιμή τους +95 και αυτό παρόλο την ελαστικότητά τους δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη η αντοχή τους στην τάση που προκαλείται από την αύξηση του όγκου του νερού.

### Αντοχή στην διάβρωση

Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα των πλαστικών σωλήνων είναι η αντοχή τους στις διάφορες αιτίες διάβρωσης.

Ηλεκτροχημική διάβρωση (επαγωγικά ρεύματα). Οι πλαστικοί σωλήνες είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού και για αυτό είναι ουδέτεροι στα επαγωγικά ρεύματα . Αυτό το φαινόμενο, χαρακτηριστικό των χώρων που παρουσιάζουν μεγάλα στατικά φορτία (επιστημονικά εργαστήρια , βιομηχανικές εγκαταστάσεις) , και των περιοχών που είναι κοντά σε γραμμές υψηλής τάσης δημιουργεί αρκετά προβλήματα σε κτίρια με μεταλλικές σωλήνες ύδρευσης.

Χημική διάβρωση. Λόγω της χημικής αδράνειας των πλαστικών σωλήνων με τα διαλυμένα συστατικά των μεταφερόμενων από αυτούς υγρών περιορίζεται σημαντικά ο σχηματισμός διαβρωτικών ουσιών που είναι το κυριότερο αίτιο της καταστροφής των μεταλλικών αγωγών.

## 2.5.2 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ

Τα όσα μέχρι τώρα αναφέραμε σχετικά με τις σωληνώσεις δικτυωμένου πολυαιθυλενίου (ΧΡΕ) αφορούν κατά γενικό κανόνα και τις σωληνώσεις από πολυπροπυλένιο (PP). Χρησιμοποιούνται δηλαδή κατά τον ίδιο τρόπο και στις ίδιες χρήσεις με την διαφορά ότι παρουσιάζουν κάποιες μικρές αποκλίσεις στις φυσικές τους ιδιότητες και στις καμπύλες γήρανσης.

Σαν βασικές τους ιδιότητες θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τις εξής:

- Λόγω της μορφής και της σκληρότητας του υλικού , ο τρόπος εγκατάστασης των σωληνώσεων από πολυπροπυλένιο γίνεται με την βοήθεια ειδικών πλαστικών εξαρτημάτων ή μεταλλικών (ορείχαλκος με πλαστικό) τυποποιημένων εξαρτημάτων.
- Η συγκόλληση των σωλήνων με τα αντίστοιχα εξαρτήματα γίνεται με την βοήθεια ειδικών εργαλείων σε μια θερμοκρασία λειτουργίας περίπου στους 240 °C.
- Παρουσιάζουν και αυτοί ευπάθεια στην υπεριώδη ακτινοβολία .

Η εμπειρία έδειξε ότι στον καθορισμό των ονομαστικών παχών μπορεί να εισέλθει η τάση  $\sigma_{επ1} = 5 \text{ N/mm}^2$  η οποία με την αύξηση των θερμοκρασιών η τάση αυτή μειώνεται .



Εικόνα 2.3 Σωλήνας πολυπροπυλενίου

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ

Σωλήνες από πολυπροπυλένιο έχουν μέγιστη θερμοκρασία αντοχής από 90 έως 110 βαθμούς Κελσίου και ελάχιστη θερμοκρασία αντοχής από -20 έως 100 βαθμούς Κελσίου. Έχουν μικρό βάρος (οκτώ φορές μικρότερο από του χαλκού και του σιδήρου) με αποτέλεσμα να μεταφέρονται ευκολότερα.

Είναι οικονομικότερες και τοποθετούνται ευκολότερα. Έχουν ευλυγισία και γι' αυτό μπορούν να εφαρμοστούν σε εγκαταστάσεις όπου οι απαιτήσεις ξεφεύγουν από τα ευθύγραμμα πρότυπα. Επίσης, δεν προσβάλλονται εύκολα χημικούς παράγοντες και μικροοργανισμούς, παρουσιάζουν μικρές απώλειες πίεσης, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αντέχουν σε καταπονήσεις και δονήσεις.

### **2.5.3 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΟΧΛΩΡΙΟ**

Το χλωριωμένο πολυβινυλοχλώριο ( C-PVC ) είναι σύντηξη για χλωριωμένο πολυβινυλικό χλώριο και κατασκευάζεται προσθέτοντας άτομα χλωρίου στο μόρια του PVC, το δε τελικό προϊόν παρουσιάζει υψηλότερη πυκνότητα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγαλύτερες πιέσεις λειτουργίας.

Ο τρόπος εγκατάστασης αυτού του σωλήνα διαφέρει από τους άλλους πλαστικούς καθ ότι η μέθοδος σύνδεσης τους γίνεται με ειδικά πλαστικά ή ορειχάλκινα εξαρτήματα και ψυχρή κόλληση τα οποία επιτρέπουν τον συνδυασμό σύνδεσης των σωλήνων από C-PVC με τους άλλους σωλήνες από χαλκό ή σίδηρο χωρίς προβλήματα ηλεκτρολυτικών ή γαλβανικών οξειδώσεων.

Η θερμική αγωγιμότητα  $\lambda$  (της τάξης του  $0,14 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$  ) των σωλήνων είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη των χαλκοσωλήνων και των σιδηροσωλήνων και έτσι περιορίζονται σημαντικά οι θερμικές απώλειες των δικτύων . Τα άλλα χαρακτηριστικά των σωλήνων από χλωριωμένο πολυβινυλοχλώριο είναι : μέση πυκνότητα= $1,5 \text{ g/cm}^3$  ) , συντελεστής διαστολής =  $0,07 \text{ mm /m } /^\circ\text{C}$  , μέτρο ελαστικότητας =  $1930 \text{ MPa}$ , επιμήκυνση θραύσης=  $50\%$ .

Εμπειρικά η περιφερειακή τάση που μπορεί να υπεισέλθει στον καθορισμό των ονομαστικών παχών είναι  $\sigma=10$  N/mm σε θερμοκρασία 20 °C και η οποία με την αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται.

#### **2.5.4 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥΣ ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο για τις διάφορες εν χρήσει πλαστικές σωλήνες θα πρέπει να τονίσουμε ορισμένους βασικούς και συγχρόνως κοινούς κανόνες που αφορούν όλα τα προαναφερθέντα είδη.

Από τους πλαστικούς σωλήνες ζητάμε πάντα:

- Να έχουν αντοχή σε εσωτερική πίεση για μακρό χρόνο καταπόνησης στην εκάστοτε θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας τους.
- Να έχουν αντοχή σε κρουστική κάμψη.
- Να έχουν αντοχή σε ρηγμάτωση και ιδιαίτερα υπό την επίδραση των υλικών που μπορεί να έρχονται σε επαφή.
- Να μην προσροφούν νερό ή οξυγόνο.
- Να κάμπτονται εύκολα υπό την θερμοκρασία περιβάλλοντος και την θερμοκρασία υπό την οποία πρόκειται να εργαστούν.
- Όταν οι σωλήνες περνούν μέσα από τοίχους η διέλευση πρέπει να γίνεται μέσω άλλου σωλήνα και με την παρεμβολή μονωτικού υλικού .
- Επειδή είναι πολύ εύκαμπτοι απαιτούν πυκνή στήριξη. Σε οριζόντιες οδεύσεις, οι ελάχιστες αποστάσεις στήριξης πρέπει να είναι ίσες με το δεκαπλάσιο της εξωτερικής διαμέτρου του σωλήνα ενώ στα κατακόρυφα τμήματα οι αποστάσεις μεταξύ των στηριγμάτων πρέπει να είναι ανά 1-2 μέτρα.

Εκτός των άλλων όμως, σημειώνεται πως οι πλαστικοί σωλήνες έχουν μεγαλύτερες επιμηκύνσεις σε σχέση με τους σωλήνες χαλκού και σιδήρου και ειδικά στο ζεστό νερό. Οι συστολές και οι διαστολές μπορούν να δημιουργήσουν παραμόρφωση και θραύση αν δεν υπολογιστεί καλά ο τρόπος στήριξης τους.

Αυτό συμβαίνει και με το χαλκό και με το σίδηρο, μα στο πλαστικό το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο .



Έτσι λοιπόν, θα πρέπει να δημιουργούμε ανάλογα με τη διάμετρο του σωλήνα την κατάλληλη στήριξη με σταθερά και ελεύθερα στηρίγματα. Αυτά τα στηρίγματα έχουν σχήμα Π και δίνουν τη δυνατότητα να απορροφούνται οι συστολές και οι διαστολές. Οι συστολοδιαστολές λειτουργούν κατά μήκος του σωλήνα, συνήθως με σταθερό το μεσαίο στήριγμα στο Π και ελεύθερα τα δύο στηρίγματα δεξιά και αριστερά.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΒΑΝΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ**

Σε κάθε σωλήνωση εξαρτήματα λέγονται τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για να προκαλέσουν μια αλλαγή διεύθυνσης της ροής (καμπύλες) , ή για την δημιουργία μιας διακλάδωσης της σωληνογραμμής (ταυ) , ή για την μετάβαση από μια διατομή σε μια μεγαλύτερη ή μικρότερη.(συστολές , διαστολές, στόμια εισόδου, ακροφύσια ). Σαν εξαρτήματα μιας σωλήνωσης θεωρούνται επίσης και τα διάφορα είδη φίλτρων που συνήθως τοποθετούνται στην αναρρόφηση μιας αντλίας και αποσκοπούν στην προστασία της αλλά και των άλλων εξαρτημάτων από στερεά ή αδιάλυτα σωματίδια που περιέχονται στο υγρό. Τέλος σε ορισμένες περιπτώσεις επιβάλλεται η χρήση ειδικών εξαρτημάτων όπως εύκαμπτοι σύνδεσμοι , αντισταθμιστές και διαστολικά για την ορθότερη και ασφαλή λειτουργία του υπό μελέτη δικτύου.

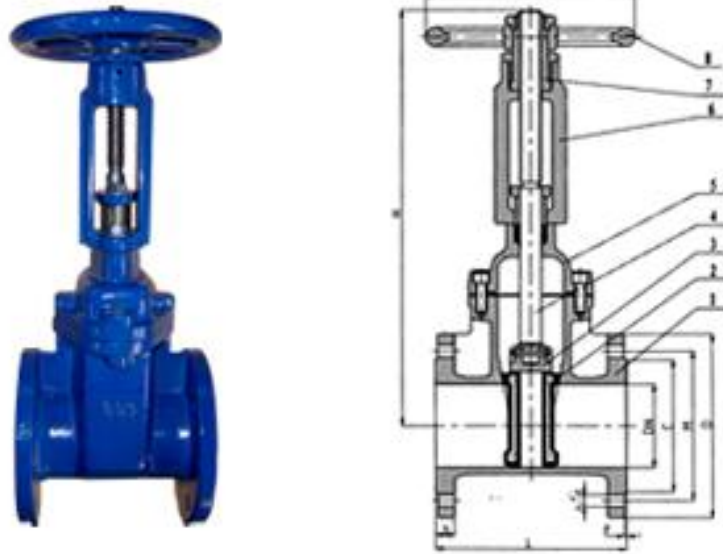
Οι βαλβίδες ή δικλείδες χρησιμοποιούνται για την διακοπή της ροής ( διακόπτες) ή για να εμποδίσουν την επιστροφή του υγρού (βαλβίδες αντεπιστροφής) ή για να ρυθμίσουν την παροχή(ρυθμιστικές βαλβίδες). Συνήθως οι βαλβίδες ταξινομούνται με βάση τα κατασκευαστικά τους στοιχεία στις παρακάτω τρεις κατηγορίες: 1)Επιστόμια (globe valves) στα οποία η κίνηση του στοιχείου κλεισίματος (δίσκου) είναι ευθύγραμμη και κάθετη προς ένα κυκλικό στόμιο(έδρα) το οποίο ο δίσκος φράζει και διακόπτει την ροή .Κατά την κίνηση το επίπεδο του δίσκου είναι παράλληλο προς το επίπεδο της έδρας . 2)Συρταρωτές δικλείδες(gate valve) με ευθύγραμμη κίνηση του δίσκου κάθετα προς την διεύθυνση ροής. 3)Βαλβίδες με περιστροφική κίνηση του στοιχείου κλεισίματος όπως είναι οι τύπου πεταλούδας(butterfly valves), οι σφαιρικές (ball valves) , οι κρουνοί (cocks) και τα κλαππέ (flap valves).

#### **3.1 ΣΥΡΤΑΡΩΤΕΣ ΒΑΝΕΣ**

Ο συρταρωτός διακόπτης λειτουργεί επί της αρχής του κοχλία. Η πύλη σχήματος σφήνας κινείται πάνω και κάτω υπό ορθή γωνία με τη διάβαση της ροής μεταξύ δύο κάθετων δακτυλίων. Όταν κάθετα πάνω σε αυτούς τους δακτυλίους η ροή του ρευστού κλείνει εντελώς. Είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται ιδιαίτερα λόγω της απλότητας του , όμως παρουσιάζει ιδιαίτερα μειονεκτήματα.

Χρησιμοποιούνται συνήθως σε εγκαταστάσεις με μικρές πιέσεις , και αυτό γιατί αν η πίεση υπερβαίνει κάποια τιμή η απλή χειροκίνητη λειτουργία της βάνας είναι σχεδόν αδύνατη. Για παράδειγμα σε συρταρωτή βάνα διαμέτρου Φ300 το ανώτατο όριο ανάντη πίεσης λειτουργίας είναι μόλις 40 μέτρα στήλης νερού. Το μόνο πλεονέκτημα που θα μπορούσαμε να επισημάνουμε από την δυσκολία χειρισμού που παρουσιάζει σε υψηλές πιέσεις είναι ότι αυτή η επιμήκυνση του χρόνου κλεισίματος είναι υδραυλικά ευνοϊκή αφού απομακρύνει τον κίνδυνο πλήγματος.

Οι συρταρωτές βάνες δεν προσφέρονται για ενδιάμεση ρύθμιση της παροχής επειδή ουσιαστική μεταβολή της παροχής επιτυγχάνεται μόνο στο τελευταίο 10% της διαδρομής του εμβόλου, οπότε λόγω των υψηλών ταχυτήτων που αναπτύσσονται, εμφανίζονται φαινόμενα κραδασμών και σπηλαίωσης.



Εικόνα 3.1 Συρταρωτή βάνα

Συρταρωτές βάνες που έμειναν κλειστές για μεγάλο χρονικό διάστημα παρουσιάζουν συχνά μεγάλη δυσκολία να ξαναοίξουν και απαιτούν για αυτό την εφαρμογή δύναμης πολύ μεγαλύτερης από αυτήν που κανονικά προδιαγράφεται. Αλλά και στην περίπτωση που οι συρταρωτές βάνες παραμείνουν για μεγάλη διάρκεια ανοικτές, αντίστοιχα υπάρχει κίνδυνος να μην μπορούν να κλείσουν στεγανά, λόγω των φερτών που τυχόν επικαθονται στο κάτω μέρος της εγκοπής όπου κινείται το έμβολο. Οι παραπάνω λόγοι οδηγούν στο συμπέρασμα ότι για την ευκολία της χρήσης της συνίσταται το συχνό άνοιγμα και κλείσιμο των βανών ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Τέλος οι συρταρωτές βάνες παρουσιάζουν υψηλό σχετικά κόστος και στις μεγάλους διαμέτρους είναι ιδιαίτερα βαριές και ογκώδεις. Για παράδειγμα, μια βάνα διατομής Φ1000 ζυγίζει περίπου πέντε τόνους.

Σημαντικό τους πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι δεν προκαλούν μεγάλη τριβή σε έναν ευθύ σωλήνα για αυτό και άλλωστε χρησιμοποιούνται κυρίως σε κεντρικές γραμμές σωληνώσεων όπου απαιτείται μέγιστη ροή.

### 3.2 ΕΠΙΣΤΟΜΙΑ

Τα επιστόμια είναι βάνες στις οποίες το στοιχείο κλεισίματος κινείται ευθεία και αντίθετα προς την έδρα της βάνας. Επειδή , στις περισσότερες των περιπτώσεων το στοιχείο κλεισίματος έχει μορφή δίσκου έχει επικρατήσει να αναφερόμαστε σε αυτό με τον όρο δίσκο , ανεξαρτήτως της μορφής του. Τα επιστόμια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για εφαρμογές ρύθμισης της ροής αλλά και όπου επιθυμούμε την διακοπή και το άνοιγμα της.

Το στέλεχος ενός επιστομίου πρέπει να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι δυνατή η περιστροφή του ενώ ταυτόχρονα χαμηλώνει ή σηκώνει τον δίσκο. Το βιδωτό αυτό στέλεχος μπορεί να είναι τοποθετημένο είτε στο εσωτερικό είτε στο εξωτερικό του σώματος της βάνας. Στην πρώτη περίπτωση εξασφαλίζει χαμηλό κόστος κατασκευής αλλά υπάρχει το μειονέκτημα ότι δεν μπορεί να επισκευαστεί χωρίς να ανοιχτεί το σώμα της βάνας για αυτό και άλλωστε προτιμάται σε εγκαταστάσεις όπου το ρευστό παρουσιάζει μικρή λιπαντικότητα. Αυτές όπου το στέλεχος βρίσκεται στο εξωτερικό προτιμούνται σε βαριές εγκαταστάσεις.

Με αυτήν την λειτουργία κλεισίματος της διαδρομής του δίσκου , το άνοιγμα της έδρας μεταβάλλεται αναλογικά με την διαδρομή του δίσκου. Αυτή η αναλογική σχέση ανάμεσα στο άνοιγμα της βάνας και της διαδρομής του δίσκου ταιριάζει ιδεατά σε εφαρμογές που προϋποθέτουν ρύθμιση της ροής του ρευστού.

Φυσικά όμως , τα επιστόμια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για εφαρμογές διακοπής και ανοίγματος της ροής με την προϋπόθεση ότι η αντίσταση που ασκούν στην ροή εξαιτίας του ελικοειδούς περάσματος που έχει η βάνα είναι σε αποδεκτή τιμή. Επίσης η χρήση τους είναι ιδεατή σε εφαρμογές όπου η βάνα πρέπει να ανοίγει και να κλείνει συχνά εξαιτίας της μικρής διαδρομής που διανύει ο δίσκος από την εντελώς ανοιχτή στην εντελώς κλειστή θέση και της έμφυτης στιβαρότητας της έδρας αυτού του είδους βανών σε απότομους κραδασμούς.

Οι βασικές διατάξεις τους είναι οι ακόλουθες τρεις : απλής , γωνιακής και διαγώνιας μορφής.

Η απλής μορφής είναι η πιο συνηθισμένη , όμως εξαιτίας της ελικοειδούς μορφής του ανοίγματος της παρουσιάζει την υψηλότερη αντίσταση στην ροή από τις τρεις διατάξεις.

Η γωνιακής μορφής χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η βάνα πρέπει να τοποθετηθεί κοντά σε μια καμπύλη της σωληνογραμμής , παρουσιάζοντας μικρότερη αντίσταση στην ροή σε σύγκριση με την απλή και επιτρέποντας μας να μειώσουμε τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιήσουμε αντικαθιστώντας μια καμπύλη.

Η διαγώνιας μορφής είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να μειώνεται η αντίσταση στην ροή στο ελάχιστο.

### **3.3 ΒΑΝΕΣ ΤΥΠΟΥ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ**

Οι βαλβίδες τύπου πεταλούδας έχουν απλή σχετικά κατασκευή , χρησιμοποιούνται και σαν διακόπτες και σαν ρυθμιστικές βαλβίδες και κατασκευάζονται από μικρά μέχρι πολύ μεγάλα μεγέθη. Όταν χρησιμοποιούνται ως διακόπτες απόλυτης στεγανότητας εφοδιάζονται με έδρες από μαλακό υλικό ενώ για σχετικά υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις υπάρχουν βαλβίδες τύπου πεταλούδας με επαφή στεγανότητας μετάλλου με μέταλλο . Η γωνία περιστροφής του δίσκου είναι  $90^\circ$ .

Έχουν πολύ χαμηλή πτώση πίεσης και πολύ γρήγορο άνοιγμα ή κλείσιμο που γίνεται είτε χειροκίνητα είτε με μηχανισμό. Υπάρχουν τρία είδη πεταλούδων ανάλογα με την θέση του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής συγκεντρικές, έκκεντρες και διπλές έκκεντρες.

Στις βάνες τύπου πεταλούδας , η ροή στραγγαλίζεται από κυκλικό δίσκο , που περιστρέφεται γύρω από άξονα κάθετο στον άξονα του αγωγού .Ο απλός αυτός σχεδιασμός τους εξασφαλίζει

- εξισορρόπηση των πιέσεων και ευχέρεια χειρισμού. Μια δικλείδα τύπου πεταλούδας μπορεί εύκολα να ανοίξει ακόμα όταν έχει παραμείνει κλειστή για μακρά χρονική περίοδο.

- δυνατότητα ρύθμισης σε ενδιάμεσες παροχές.

- υψηλή στεγανότητα.

- περιορισμένο όγκο και βάρος. Συγκεκριμένα μια δεικλίδα τύπου πεταλούδας διατομής  $\Phi 1000$  ζυγίζει περίπου 1, 2 τόνους αντί των 5 τόνων όπως προαναφέραμε ότι ζυγίζει η αντίστοιχη συρταρωτή.

- συγκριτικά , χαμηλό κόστος.

Πριν αποφασιστεί η εγκατάσταση δικλείδων τύπου πεταλούδας σε ένα δίκτυο πρέπει να εξασφαλισθεί ότι το μεταφερόμενο υγρό δεν συμπαρασύρει στη ροή του αντικείμενα τέτοιου μεγέθους που θα κινδύνευαν να εγκλωβιστούν στον δίσκο της δικλείδας εμποδίζοντας στη συνέχεια τους χειρισμούς της.

### **3.4 ΚΡΟΥΝΟΙ**

Οι κρουνοί είναι ίσως το αρχαιότερο είδος βαλβίδας διακοπής καθώς μπρούτζινοι κρουνοί χρησιμοποιούνταν προ Χριστού από τους Ρωμαίους σε μεγάλη κλίμακα. Χαρακτηρίζονται από χαμηλή πτώση πίεσης και επειδή το στοιχείο κλεισίματος περιστρέφεται μέσα στον θάλαμο ροής το ύψος τους είναι μικρό. Χρησιμοποιούνται κυρίως σαν διακόπτες και σπανιότερα για ρύθμιση παροχής.

Ο κυριότερος εκφραστής κρουνών και συχνά με ταυτόσημοι έννοια είναι οι σφαιρικές βάνες.

### 3.5 ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΒΑΝΕΣ

Οι σφαιρικές βάνες φέρουν περιστρεφόμενο κύλινδρο , όπου έχει κοπεί κυκλική διατομή αντίστοιχη με τη διατομή του αγωγού. Όταν ο άξονας του αγωγού περνάει από το κέντρο της κυκλικής οπής του κυλίνδρου η βάνα είναι εντελώς ανοικτή, στρέφοντας τον κύλινδρο κατά 90° η ροή διακόπτεται.

Σε σύγκριση με τις συρταρωτές παρουσιάζουν υψηλό κόστος ,σχεδόν το διπλάσιο για την ίδια διάμετρο ,αλλά από την άλλη πλευρά υπερτερούν λειτουργικά αφού επιτρέπουν :

- εύκολο χειρισμό
- στεγανό κλείσιμο
- ρύθμιση της παροχής
- μικρή αντίσταση στην ροή



Εικόνα 3.2 Σφαιρική βάνα

### 3.6 ΜΕΙΩΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Οι βαλβίδες μείωσης της πίεσης χρησιμοποιούνται για να προστατέψουν τα συστήματα παροχής νερού από υπερβολική πίεση. Η βαλβίδα τοποθετείται κοντά στο σημείο εισόδου όταν πρόκειται να προστατέψει όλο το σύστημα είτε σε κάποιον κλάδο του δικτύου ώστε να προστατευθούν διάφορα εξαρτήματα και συσκευές από υψηλές πιέσεις.

Οι βαλβίδες μείωσης της πίεσης για παροχές νερού είναι τύπου διαφράγματος και η λειτουργία τους στηρίζεται στην αρχή ότι χαμηλή πίεση σε μεγάλη επιφάνεια (διάφραγμα) θα υπερिσχύσει της υψηλής πίεσεως σε μια μικρή επιφάνεια (δίσκος της βαλβίδας).

Η βαλβίδα αποτελείται από ένα σώμα με την έδρα να κοιτάζει προς τα κάτω. Το στέλεχος με έναν παράκυκλο στο κάτω μέρος του εκτείνεται προς τα πάνω και συνδέεται με το διάφραγμα. Καθώς η πίεση στην πλευρά εξόδου φτάνει στην επιθυμητή τιμή , η πίεση ωθεί το διάφραγμα προς τα πάνω το οποίο με την σειρά του τραβάει τον παράκυκλο κόντρα

στην έδρα και κλείνει την βαλβίδα. Ένα ελατήριο τοποθετείται από πάνω στο διάφραγμα για να υποβοηθεί στο άνοιγμα της βαλβίδας και για ομαλότερη λειτουργία.

Η πίεση στην οποία η βαλβίδα κλείνει μπορεί να αυξομειωθεί με μια ρυθμιστική βίδα που βρίσκεται στην κορυφή της βαλβίδας.

Για την ορθότερη λειτουργία ενός μειωτή είναι χρήσιμο να ακολουθούνται τα παρακάτω τρία βήματα :

1) Πριν την βαλβίδα τοποθετείται πάντα ένα φίλτρο ώστε να συγκρατούνται στερεά μικροσωματίδια.

2) Τοποθέτηση μανομέτρων στην είσοδο και στην έξοδο της βαλβίδας ώστε να είναι δυνατός εύκολος έλεγχος των πιέσεων.

3) Δημιουργία παράκαμψης (by pass). Δημιουργούμε με κατάλληλη διάταξη βανών διακοπής παράκαμψη ώστε να επιτρέπεται η μετάβαση του νερού ακόμα και όταν ο μειωτής είναι εκτός λειτουργίας.

### **3.7 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ**

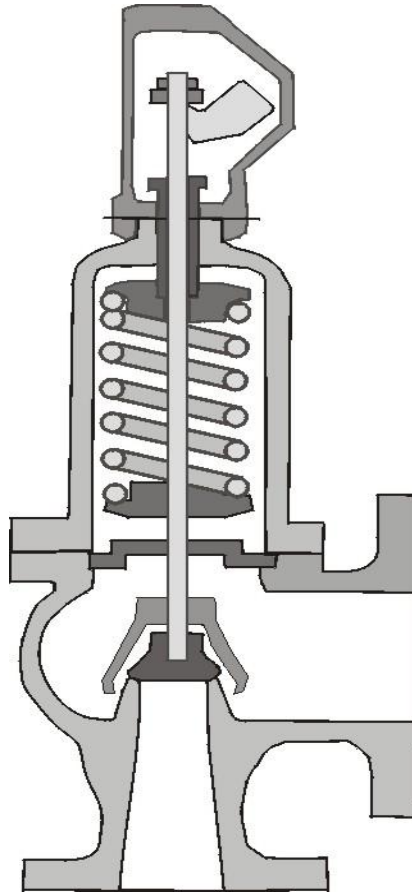
Οι βαλβίδες αντεπιστροφής εγκαθίστανται κυρίως σε καταθλιπτικούς αγωγούς και εξασφαλίζουν ότι η ροή πραγματοποιείται κατά μια μόνο , προδιαγεγραμμένη κατεύθυνση.

Αυτό επιτυγχάνεται με την παρεμβολή στη ροή ενός κινητού δίσκου , που παρασύρεται και παραμένει ανοικτός όταν η ροή έχει την επιθυμητή κατεύθυνση , ενώ στην αντίθετη περίπτωση αναγκάζεται να κλείσει.

Κατασκευάζονται από ορείχαλκο στα μικρότερα μεγέθη( 3/8 έως 2 ίντσες) και από χυτοσίδηρο στα μεγαλύτερα μεγέθη (2 ½ έως 6 ίντσες).

### **3.8 ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ**

Η ασφαλιστική βαλβίδα είναι μια συσκευή που τοποθετείται σε κύκλωμα νερού , ατμού , αέρα για να αποτραπεί βλάβη από υψηλή πίεση .Οι μικρές εκτονωτικές βαλβίδες ½ έως 2 ίντσες κατασκευάζονται από ορείχαλκο με σπειρωμένες συνδέσεις. Οι μεγάλες ασφαλιστικές βαλβίδες κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο η χάλυβα με ορειχάλκινες έδρες και λειτουργούντα μέρη, ενώ τα άκρα τους είναι φλάντζες. Το μέγεθος τους επιλέγεται σύμφωνα με την ενδεικνυόμενη ικανότητα τους σε Btu/ώρα.



Εικόνα 3.3 Ασφαλιστική βαλβίδα τύπου ελατηρίου

#### Ασφαλιστικές βαλβίδες τύπου ελατηρίου

Η ασφαλιστική βαλβίδα τύπου ελατηρίου είναι γνωστή και ως κρουστική βαλβίδα επειδή ανοίγει και κλείνει απότομα. Χρησιμοποιεί την τάση ενός σπειρωμένου ελατηρίου για να αντέξουν την εσωτερική πίεση και κατασκευάζονται σε μεγέθη  $\frac{1}{2}$  έως  $\frac{3}{4}$  της ίντσας. Ρυθμίζεται στο 25% πάνω από την πίεση του συστήματος περιστρέφοντας την ρυθμιστική βίδα προς τα μέσα για να αυξηθεί η πίεση και προς τα έξω για ελάττωση της πίεσης ανακούφισης.



### Ασφαλιστικές βαλβίδες τύπου διαφράγματος

Η αρχή επί της λειτουργίας τους είναι το εμβαδόν της επιφάνειας ,αυτό σημαίνει ότι η πίεση ασκείται εξ' ίσου προς όλες τις κατευθύνσεις πάνω σε ίσες επιφάνειες. Το διάφραγμα είναι 35 φορές μεγαλύτερο σε εμβαδό από το εμβαδό της έδρας και το βαρύ ελατήριο είναι αναγκαίο να υπερिσχύσει της διαφοράς του εμβαδού. Η τοποθέτηση τους γίνεται με τον θάλαμο του ελατηρίου προς τα πάνω , όσο το δυνατόν πιο κοντά γίνεται προς την δεξαμενή ζεστού νερού ή τις εγκαταστάσεις που προστατεύουν καθώς η απόσταση είναι αυτή που προσδιορίζει την αποτελεσματικότητα μιας ασφαλιστικής.

### **3.9 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ**

Τα αυτόματα εξαεριστικά είναι ιδιαίτερα απλοί μηχανισμοί οι οποίοι όμως αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι μιας εγκατάστασης.

Στόχος τους , όπως δηλώνει και η ονομασία τους , είναι η αυτόματη εξαγωγή του διαλυμένου αέρα στο νερό της εγκατάστασης.

Όταν ο αέρας φτάσει στο εξαεριστικό , το εξαεριστικό διαθέτει έναν πλωτήρα ο οποίος κατεβαίνει ανοίγοντας ταυτόχρονα την βαλβίδα με σκοπό την απελευθέρωση του. Η ποσότητα του εξερχόμενου αέρα εξαρτάται από την πίεση λειτουργίας του δικτύου. Αύξηση της πίεσης επιφέρει ταυτόχρονη αύξηση του όγκου του εξερχόμενου αέρα , αντίστροφα με μείωση της πίεσης λειτουργίας επέρχεται αύξηση της ποσότητας του εισερχόμενου αέρα.

Όταν πια απομακρυνθεί ο εγκλωβισμένος αέρας , τότε το εισερχόμενο νερό ανεβάζει ξανά τον πλωτήρα κλείνοντας έτσι την βαλβίδα εξαερισμού.

Σε αυτήν την φάση , η ποσότητα του αέρα που έχει απομείνει είναι πολύ μικρή, ικανή όμως να δημιουργήσει ένα προστατευτικό σώμα για την προστασία της βαλβίδας από εκτόξευση.

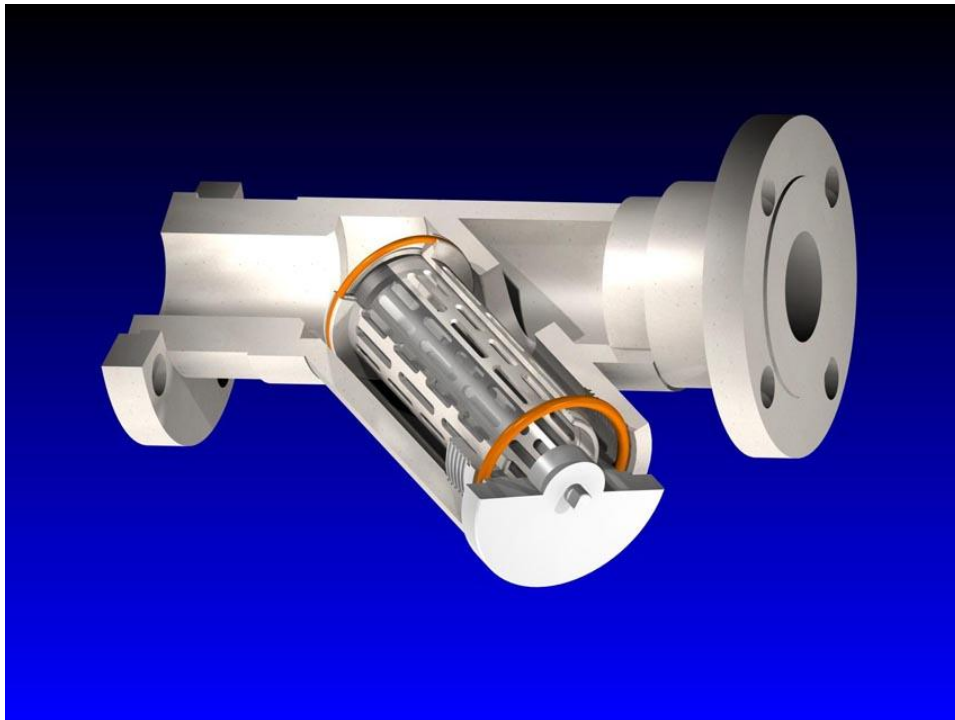
### **3.10 ΕΛΑΣΤΙΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ( ΑΝΤΙΚΡΑΔΑΣΜΙΚΟ )**

Για σχετικά μεγάλες μετακινήσεις λόγω ταλαντώσεων και όχι πολύ υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ειδικά εύκαμπτα στοιχεία από ενισχυμένο ελαστικό γνωστά και ως αντικραδασμικά. Τα αντικραδασμικά μπορεί να έχουν περισσότερες από μια πτυχωσεις ή να κατασκευάζονται σε γωνιακή μορφή ενώ στις μικρότερες ονομαστικές διαμέτρους έως DN65 αντί για φλάντζες έχουν κοχλιωτούς συνδέσμους.

### 3.11 ΦΙΛΤΡΑ

Ο σκοπός ενός φίλτρου για υγρά είναι να κατακρατήσει τα αδιάλυτα στερεά από το αντλούμενο υγρό. Διάφορα υλικά χρησιμοποιούνται ως φίλτρα όπως άμμος, χαρτί, ινώδη υλικά, μεταλλικά πλέγματα, διάτρητο έλασμα και άλλα. Άλλα είδη φίλτρων χρησιμοποιούν δίσκους με μικρά διάκενα μεταξύ τους αλλά και μαγνήτες για συγκράτηση σιδηρούχων υλικών.

Ένας πολύ συνηθισμένος τύπος φίλτρου είναι το φίλτρο αναρρόφησης (suction strainer) το οποίο μπορεί και συνδυάζεται και με ποδοβαλβίδα. Συνήθως κατασκευάζεται από διάτρητο έλασμα με σχισμές ή μικρές οπές και η συνολική επιφάνεια των σχισμών ή οπών πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5 φορές μεγαλύτερη από την επιφάνεια διατομής του σωλήνα. Τα φίλτρα που τοποθετούνται κατά μήκος μιας σωληνογραμμής έχουν είσοδο και έξοδο και φέρουν αφαιρούμενο κάλυμμα για τον καθαρισμό του στοιχείου φιλτραρίσματος του φίλτρου ή αντικατάσταση του.



Εικόνα 3.4 Φίλτρο με φλαντζωτά άκρα

### **3.12 ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΑ**

Μια μεγάλη κατηγορία ειδικών εξαρτημάτων είναι τα εξαρτήματα που προορίζονται για να απορροφήσουν διάφορες μετακινήσεις των σωλήνων μικρές ή μεγάλες. Τα διαστολικά (expansion joints) ανάλογα με το είδος τους μπορούν να απορροφούν αξονικές , γωνιακές ή εγκάρσιες μετατοπίσεις ακόμα και συνδυασμούς αυτών. Το βασικό τους δομικό στοιχείο είναι συνήθως η φουσαρμόνικα δηλαδή ένα κυλινδρικό πτυχωτό έλασμα και το είδος και η μέγιστη μετακίνηση που μπορεί να δεχτεί το καθένα προδιαγράφεται από τον κάθε κατασκευαστή.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

### **4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ**

Ο υπολογισμός των σωληνώσεων νερού σε κτίρια έχει σκοπό τον προσδιορισμό των διατομών των σωληνώσεων του δικτύου. Τα βασικά στοιχεία από όπου ξεκινά η διαστασιολόγηση των σωλήνων είναι οι απαιτούμενες παροχές στις σωληνώσεις για την τροφοδοσία. Για αυτό ένα από τα πρώτα βήματά μας θα πρέπει να είναι ο υπολογισμός των παροχών για κάθε ένα από τα τμήματα του δικτύου.

Όταν είναι γνωστές οι παροχές για τα διάφορα τμήματα του δικτύου , τότε είμαστε σε θέση να ξεκινήσουμε τον υπολογισμό των ζητούμενων εσωτερικών διαμέτρων των σωληνώσεων στηριζόμενοι σε βασικές σχέσεις της θεωρίας των ρευστών όπως η εξίσωση της συνέχειας , η εξίσωση Darcy , η εξίσωση Colebrook και ο προσδιορισμός του αριθμού Reynolds καθώς και στην παραδοχή ότι οι παροχές υπολογισμού αθροίζονται στις διακλαδώσεις ( κόμβους ) του δικτύου.

Με την προσδιοριζόμενη διάμετρο πρέπει να εξασφαλίζεται μέσα σε προκαθορισμένα όρια ταχύτητας :

- η απαιτούμενη στα σημεία λήψης ποσότητα νερού στην μονάδα του χρόνου.
- η απαιτούμενη ελάχιστη πίεση εκροής του υδραυλικού υποδοχέα.

#### **4.1.1 ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ**

Ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα των υπολογισμών που περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο οι διάμετροι των σωληνώσεων δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση σωλήνων μικρότερης διαμέτρου από αυτές που καταγράφονται ακολούθως :

Αγωγός υδροδότησης	DN 20
Κλάδος διανομής	DN 20
Στήλη διανομής	DN 20
Σωλήνωση σύνδεση για λήψη	DN 15

Σωληνώσεις τροφοδοσίας βαλβίδων έκπλυσης θα πρέπει να επιλέγονται με ονομαστική διάμετρο κατά ένα μέγεθος από αυτό της βαλβίδας.

#### **4.1.2 ΟΡΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ**

Η μέση ταχύτητα ροής εξασκεί σημαντική επιρροή στην διαστασιολόγηση των σωληνώσεων σε υδραυλικές εγκαταστάσεις. Αποτελεί ένα μέτρο για την ολική πτώση πίεσης σε ένα σύστημα σωληνώσεων , επειδή είναι ανάλογη στο τετράγωνο τόσο με τις απώλειες πίεσης λόγω της τριβής στους σωλήνες , όσο και με τις απώλειες πίεσης λόγω εξαρτημάτων.

Βασικά , οι ελάχιστες ταχύτητες δεν θα πρέπει να λαμβάνονται μικρότερες από 0,5 m/sec και οι μέγιστες ταχύτητες όχι πάνω από 2 m/sec.

Μικρές ταχύτητες και το στάσιμο νερό στις σωληνώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε έντονες επικαθήσεις στα τοιχώματα των σωληνώσεων και σε διάβρωση του δικτύου , ενώ αντίστοιχα ταχύτητες μεγαλύτερες από 2 m/sec , μπορούν να δημιουργήσουν έντονους θορύβους ροής σε εξαρτήματα και συσκευές σαν συνέπεια της ισχυρής δημιουργίας στροβιλισμού ειδικότερα σε μεταλλικού σωλήνες.

#### **4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ**

Ο πρωταρχικός σκοπός της παροχής νερού ενός κτιρίου είναι η κάλυψη της απαιτούμενης ποσότητας νερού των διαφόρων υδραυλικών υποδοχέων σε μια εγκατάσταση υγιεινής. Γι αυτό η υπάρχουσα κατανάλωση μπορεί να χρησιμεύει σαν μέτρο υπολογισμού της μελλοντικά απαιτούμενης ποσότητας νερού με όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ακρίβειας. Η κάλυψη της απαιτούμενης ποσότητας νερού και μαζί με αυτήν η μεταφερόμενη ποσότητα νερού ή παροχή , αποτελούν τα αποφασιστικά στοιχεία για τη διαστασιολόγηση των σωλήνων , αντλιών και εγκαταστάσεων πιεστικών δοχείων . Αυτό είναι και ο πρωταρχικός στόχος των υπολογισμών , η συγκεκριμένη ποσότητα που πρέπει να μεταφερθεί σε συγκεκριμένο χρόνο.

Η κατανάλωση νερού έχει τοπικά πολλές διακυμάνσεις και εξαρτάται σημαντικά από :

- τις απαιτήσεις καταναλωτών νερού
- την τροφοδοσία σε κτίρια κατοικιών ή επαγγελματικά κτίρια
- τις κλιματολογικές συνθήκες και
- τον εξοπλισμό σε είδη υγιεινής

#### 4.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ

Η λήψη νερού δεν εξαρτάται γραμμικά από τον αριθμό των δυνατών θέσεων λήψης και του ρέοντος όγκου μέσα σε μια κτιριακή μονάδα. Εξαιρέσεις αποτελούν μονάδες κατανάλωσης με μια μόνο λήψη, τέτοιες, που από λόγους λειτουργικότητας πρέπει να είναι συγχρόνως και διαρκώς σε λειτουργία π.χ. θέσεις λήψης νερού ψύξης σε βιομηχανικές μονάδες. Σε αυτές τις περιπτώσεις μιλάμε για πλήρη ταυτοχρονισμό.

Στις περισσότερες περιπτώσεις των κτιριακών εγκαταστάσεων υγιεινής δεν επιτυγχάνεται ποτέ αυτός ο βαθμός ταυτοχρονισμού στην χρήση όλων των σημείων λήψης ενός δικτύου σωληνώσεων. Γενικά, διαπιστώνεται ότι ο βαθμός ταυτοχρονισμού ελαττώνεται με την αύξηση των θέσεων λήψης.

Η παροχή αιχμής  $Q_s$  του δικτύου, υπολογίζεται ως συνάρτηση της συνολικής παροχής  $\Sigma Q_R$ , που είναι το άθροισμα των παροχών υπολογισμού  $Q_R$  των συνδεδεμένων οργάνων στις διάφορες λήψεις του δικτύου.

Η παροχή αιχμής εξαρτάται από το είδος της κτιριακής εγκατάστασης αλλά και από το πλήθος και το είδος των υδραυλικών υποδοχέων.

Τύπος κτιρίου	Τύπος	Παρατηρήσεις
Κατοικίες	$q = 0,682 (\Sigma q_n)^{0,45} - 0,14$	για $0,07 \leq \Sigma q_n \leq 20$ l/s και για σημεία εκροής με $q_n < 0,5$ l/s
	$q = 1,7 (\Sigma q_n)^{0,21} - 0,7$	για $\Sigma q_n > 20$ l/s και για σημεία εκροής με $q_n \geq 0,5$ l/s
Γραφεία	$q = 0,682 (\Sigma q_n)^{0,45} - 0,14$	για $\Sigma q_n \leq 20$ l/s
	$q = 0,4 (\Sigma q_n)^{0,54} + 0,48$	για $\Sigma q_n > 20$ l/s
Ξενοδοχεία και εμπορικά κέντρα	$q = 0,4 (\Sigma q_n)^{0,366}$	για σημεία εκροής με $q_n > 0,5$ l/s και μεταξύ του ορίου $1 < \Sigma q_n \leq 20$ l/s
	$q = 0,698 (\Sigma q_n)^{0,5} - 0,12$	για σημεία εκροής με $q_n < 0,5$ l/s και μεταξύ του ορίου of $0,1 < \Sigma q_n \leq 20$ l/s
	$q = 1,08 (\Sigma q_n)^{0,5} - 1,82$	για $\Sigma q_n > 20$ l/s (για ξενοδοχεία)
	$q = 0,698 (\Sigma q_n)^{0,5} - 0,12$	για $\Sigma q_n > 20$ l/s (για εμπορικά κέντρα)
Νοσοκομεία	$q = 0,698 (\Sigma q_n)^{0,5} - 0,12$	για $\Sigma q_n \leq 20$ l/s
	$q = 0,25 (\Sigma q_n)^{0,65} + 1,25$	για $\Sigma q_n > 20$ l/s
Σχολεία	$q = 4,4 (\Sigma q_n)^{0,27} - 3,41$	για $1,5 < \Sigma q_n \leq 20$ l/s για $\Sigma q_n \leq 1,5$ l/s $q = \Sigma q_n$
	$q = -22,5 (\Sigma q_n)^{0,5} + 11,5$	για $\Sigma q_n > 20$ l/s

Πίνακας 4.1 Τύποι υπολογισμού παροχής αιχμής σε l/s ανάλογα με το είδος κτιρίου (TOTEE 2411/86)

Λήψη	Όνομαστική ή Διάμετρο DN	Ποσότητα για μια χρήση	Θερμοκρασία νερού στη έξοδο	Ελάχιστη πίεση εκροής $P_{MF}$	Παροχή Υπ/σμού	
					Κρύο Νερό $Q_{RKN}$	Ζεστό Νερό $Q_{RZN}$
		l	°C	bar	l/s	l/s
ΝΕΡΟΧΥΤΕΣ						
Διακόπτης εκροής	15	6-10	15 ή 65	1.0	0.15	0.15
Μπαταρία κουζίνας	15	6-10	40	1.0	0.15	0.15
Μπαταρία πλύσεως σκευών	15	12-20	50-55	1.0	0.07	0.10
	20	35-50	50-55	1.0	0.20	0.70
Βαλβίδα έκπλυσης	20	7-10		1.2	1.0	-
ΝΙΠΤΗΡΕΣ						
Διακόπτης εκροής	15	5	15	0.5	0.07	-
Μπαταρία οικιακού λουτρού	15	15	35	1.0	0.07	0.07
Μπαταρία ομαδικού λουτρού	15	10-20	35	1.0	0.05	0.05
ΚΑΤΑΙΟΝΗΤΗΡΕΣ						
Κινητή	15	10-15	38	1.0	0.05	0.05

κεφαλή οικ. λουτρού						
Σταθερή κεφαλή οικ. λουτρού	15	60-90	38	1.0	0.15	0.15
	20	90-120	38	1.0	0.20	0.20
	25	120-200	38	1.0	0.35	0.35
Κεφαλή ομαδικού λουτρού	15	60-90	38	1.0	0.15	0.15
ΛΟΥΤΗΡΕΣ						
Μπαταρία	15	120-160	40	1.0	0.15	0.15
	20	200-300	40	1.0	0.50	0.50
	25	600-700	40	1.0	1.20	1.20
ΛΕΚΑΝΕΣ						
Βαλβίδα εκ πλύσης	15	6-7	15	1.2	0.7	-
	20	6-8	15	1.2	1.0	-
	25	6-9	15	0.4	1.0	-
Δοχείο εκ πλύσης	15	9	15	0.5	0.13	-
ΠΥΓΟΛΟΥΤΗΡΕΣ						
Διακόπτης εκροής	15	10-15	15 ή 65	1.0	0.07	0.07
Μπαταρία	15	10-15	35-40	1.0	0.07	0.07
ΟΥΡΗΤΗΡΙΑ						
Βαλβίδα εκ πλύσης	15	4	15	1.2	0.03	-
Δοχείο εκ πλύσης	15	9	15	0.5	0.13	-
ΠΛΥΣΗ ΣΚΩΡΑΜΙΔΩΝ						
Βαλβίδα εκ πλύσης	15	6-9	15 ή 65	1.2	0.7	0.7
	20	7-10	15	1.2	1.0	-
ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ						
Πλυντήριο πιάτων	-	-	15	1.0	0.15	-
Πλυντήριο ρούχων	-	-	15	1.0	0.25	-
ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ						
Ηλεκτρικός ροής 6 kW	-	-	15	1.0	0.07	-
ροής 12 kW	-	-	15	1.0	0.1	-
ροής 18 kW	-	-	15	1.0	0.15	-

Πίνακας 4.2 Παραδοχές υπολογισμών (ΤΟΤΕΕ 2411/86)



### 4.3 ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

Οι απώλειες πίεσης στις σωληνώσεις οφείλονται στις τριβές και στους στροβιλισμούς του υγρού κατά τη δίοδο του μέσα από τους σωλήνες, τα εξαρτήματα και τις βαλβίδες της σωληνώσεως. Οι απώλειες πίεσης μπορούν να εκφραστούν από την σχέση :

$$\Delta p = \frac{1}{2} \cdot \zeta \cdot \rho \cdot V^2$$

όπου  $\zeta$  αδιάστατος συντελεστής απωλειών (αντίστασης) του ευθύγραμμου τμήματος σωλήνα, ή του εξαρτήματος, ή της βαλβίδας,  $V$  η ταχύτητα ροής του υγρού στην χαρακτηριστική διατομή σε m/sec και  $\rho$  η πυκνότητα του αντλούμενου υγρού σε kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.3.1 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥΣ ΣΩΛΗΝΕΣ

Κατά την ροή ενός υγρού μέσα σε έναν σωλήνα, επενεργεί η εσωτερική τριβή των μορίων του υγρού μεταξύ τους και η τριβή τους πάνω στα τοιχώματα του σωλήνα, μια μετατροπή ενέργειας που εκφράζεται σαν απώλεια πίεσης.

Οπότε η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής :

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Όπου,  $l$  το μήκος του ευθύγραμμου αγωγού

$d$  εσωτερική διάμετρος του σωλήνα και

$\lambda$  αδιάστατος συντελεστής τριβής

Η παραπάνω σχέση ονομάζεται εξίσωση Darcy.

Έχει αποδειχτεί θεωρητικά και πειραματικά ότι ο συντελεστής τριβής  $\lambda$  ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της ροής του υγρού και της μέση σχετικής τραχύτητα της εσωτερικής επιφάνειας του σωλήνα  $k/d$ . Ο τύπος ροής του υγρού χαρακτηρίζεται από ένα αδιάστατο μέγεθος που λέγεται αριθμός Reynolds (Re) και ισούται με

$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$  όπου  $V$  μέση ταχύτητα ( m/sec ),  $d$  εσωτερική διάμετρος σωλήνα (m) και  $\nu$  κινηματικό ιξώδες νερού (m<sup>2</sup>/sec)

Για μικρές τιμές του Reynolds ( $Re < 2000$ ) τα υγρά μόρια μετακινούνται ακολουθώντας παράλληλα νήματα που δεν αναμιγνύονται κατά μήκος της ροής. Αυτός ο τύπος ροής ονομάζεται στρωτή ή συνεκτική ροή.

Όταν ο αριθμός Reynolds ( $Re$ ) αυξάνει, για μια ορισμένη διάμετρο αρκεί να αυξηθεί η παροχή, διαπιστώνουμε ότι τότε οι τροχιές των μορίων δεν είναι πια κανονικές και ευθύγραμμες. Αντίθετα, η ροή έχει μεταβληθεί κατά τρόπο που να προκαλεί εγκάρσιες κινήσεις των μορίων. Αυτό ο τύπος ροής ονομάζεται τυρβώδης ( $Re > 2000$ ). Εκτός από τις δυνάμεις συνεκτικότητας που οφείλονται στις κατά μήκος κινήσεις, οι τριβές που οφείλονται στις εγκάρσιες κινήσεις των μορίων αντιτίθενται επίσης στην ροή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες φορτίου.

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή  $\lambda$  ισχύουν οι ακόλουθες διατυπώσεις :

#### Σε περίπτωση στρωτής ροής

$$\lambda = 64 / Re$$

δηλαδή ο συντελεστής  $\lambda$  είναι ανεξάρτητος της σχετικής τραχύτητας και ο τύπος αυτός ονομάζεται σχέση Hagen - Poiseuille

#### Σε περίπτωση μεταβατικής περιοχής μεταξύ στρωτής και τυρβώδους ροής αλλά και πλήρους τυρβώδους ροής

τότε ο συντελεστής τριβής  $\lambda$  δίνεται από την εξίσωση Prandtl και Colebrook όπου

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left( \frac{k}{3,7d} + \frac{2,51}{Re \lambda} \right)$$

Λόγω όμως της πολυπλοκότητας των παραπάνω εξισώσεων για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών πίεσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ακόλουθος τύπος

$$\Delta p_R = R \cdot l$$

Όπου  $R$  η ανά μονάδα μήκους σωλήνα απώλεια πίεσης, που εξαρτάται από τη διάμετρο του σωλήνα, την θερμοκρασία – κινηματική συνεκτικότητα του νερού και την τραχύτητα του σωλήνα και η τιμή της οποίας μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί με την βοήθεια πινάκων ή νομογραμμάτων, και  $l$  το μήκος του ευθύγραμμου αγωγού.

#### 4.3.2 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΒΑΝΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Στην περίπτωση αυτή οι απώλειες πίεσης δίνονται από την σχέση  $\Delta p = \frac{1}{2} \cdot \zeta \cdot \rho \cdot v^2$  όπου  $\zeta$  αδιάστατος συντελεστής τοπικής αντίστασης της βαλβίδας ή του εξαρτήματος.

Στην περίπτωση των βαλβίδων, από την άποψη απωλειών πίεσης, μπορούν να καταταγούν σε δύο κύριες ομάδες με κριτήριο κατάταξης τον τύπο ροής. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν οι βαλβίδες όπου η ροή δεν υφίσταται μεγάλες αλλαγές διεύθυνσης όπως είναι οι βαλβίδες ασφαλείας και οι βαλβίδες αντεπιστροφής.

Στην δεύτερη ομάδα ανήκουν βαλβίδες όπου η διατομή εξόδου έχει διαφορετική διεύθυνση από την διατομή εισόδου. Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει τις γωνιακές βάνες και τις βάνες σχήματος Y.

Ως προς τα εξαρτήματα μια καμπύλη ή αλλαγή διεύθυνσης προκαλεί στην ροή μια διαταραχή λόγω αύξησης της πίεσης που προκαλείται στο εξωτερικό της καμπύλης και λόγω ελάττωσης της πίεσης, κατά συνέπεια αύξηση της ταχύτητας, που προκαλείται στο εσωτερικό της. Η διαφορά αυτή της πίεσης προκαλεί μια μεταβολή στη μορφή της ροής και έναν διπλό στροβιλισμό στην εγκάρσια διατομή του αγωγού. Οι διαφορές αυτές πίεσης και οι ελικοειδής κινήσεις του στροβιλισμού είναι οι κυριότερες αιτίες απωλειών πίεσης στα εξαρτήματα.

Επειδή σε έναν κλάδο του δικτύου σωληνώσεων της ίδιας διαμέτρου πρέπει να προβλέπεται ότι θα τοποθετηθεί ένας μεγαλύτερος αριθμός εξαρτημάτων και βανών, πρέπει να ληφθεί υπόψη το άθροισμα των μεμονωμένων αντιστάσεων  $\Sigma \zeta$  και συνεπώς για αυτό το τμήμα της σωλήνωσης ισχύει  $\Delta p = \frac{1}{2} \cdot \Sigma \zeta \cdot \rho \cdot v^2$ .

ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ ΤΟΠΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ  $\zeta$

ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ	$\zeta$	ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ		ΣΥΜΒΟΛΟ	$\zeta$
ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ		1,3	ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΚΑΘΕΤΗΣ ΕΔΡΑΣ	15		10,0
		0,9		20		8,5
		0,3		25		7,0
		0,3		32		6,0
		0,6	ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΔΡΑΣ	40 - 100		5,0
		0,6		15		3,5
		3,0		20		2,5
		1,3	ΚΡΟΥΝΟΣ	25 - 50		2,0
		0,9		65		0,7
		0,4		65 - 80		2
		0,4		- 100		1,5
		0,3	ΓΩΝΙΑΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	10		7,0
	0,3	15		4,0		
	0,2	20 - 40		2,0		
ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΗΣ		0,5	ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΣΥΡΤΗ	50 - 100		3,5
ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ		0,5		10 - 15		1,0
ΚΑΜΠΥΛΗ 90° $r = d$ $r = 2d$ $r = 4d$		0,51	ΟΡΓΑΝΟ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗ	15 - 20		7,7
		0,30		25 - 40		4,3
		0,23		50		3,8
ΓΩΝΙΑ 90°		1,3	ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ	65 - 100		2,5
ΓΩΝΙΑ 45°		0,4		20		6,0
ΣΥΣΤΟΛΙΚΟ		0,4	25 - 50	5,0		
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΟ		0,6	50	1,5		
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΟ ΩΜΕΓΑ		1,0	100	1,2		
ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ		2,0	200	1,0		
			ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ	15 - 20		15
			ΛΗΨΗ ΣΕ ΑΓΩΓΟ	25 - 50		13
			ΜΕΙΩΤΗΡΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΝΟΙΚΤΟΣ	25 - 70		5,0
						30

Πίνακας 4.3 Ενδεικτικές τιμές συντελεστή τοπικής αντίστασης βανών και εξαρτημάτων

#### **4.4 ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Η κεντρική τροφοδοσία θερμού νερού χαρακτηρίζεται από το ότι , για έναν μεγάλο αριθμό καταναλώσεων , το θερμό νερό παρασκευάζεται σε μια κεντρική θέση και διανέμεται διαμέσου ενός δικτύου διανομής στα διάφορα σημεία λήψης με ομοιόμορφη θερμοκρασία και στις απαιτούμενες ποσότητες.

Οι παρασκευαστήρες θερμού νερού , στην περίπτωση της κεντρικής τροφοδοσίας θερμού νερού , χρησιμοποιούνται σαν κλειστές εγκαταστάσεις αποκλειστικά σε άμεση σύνδεση με την παροχή πόσιμου νερού. Για μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν το σύστημα διέλευσης , το σύστημα εναποθήκευσης ή το συνδυασμένο σύστημα.

Η διανομή γίνεται μέσω του δικτύου διανομής θερμού νερού , με γραμμή ανακυκλοφορίας ή χωρίς αυτή.

##### **4.4.1 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων διανομής θερμού νερού γίνεται όμοια με τον υπολογισμό των σωληνώσεων τροφοδοσίας ψυχρού νερού με βάση όμως διαφορετικές τιμές φόρτισης.

##### **4.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ**

Ακόμη και σε περιπτώσεις όπου έχουμε καλή μόνωση των σωληνώσεων διανομής εγκαταστάσεων τροφοδοσίας θερμού νερού , με απομακρυσμένους καταναλωτές από τους παρασκευαστήρες θερμού νερού , εμφανίζονται σημαντικές μειώσεις της θερμοκρασίας του νερού που στέκεται μέσα στις σωληνώσεις εξαιτίας της διαρροής της θερμότητας προς το σώμα του κτιρίου , όταν δεν γίνεται λήψη.

Στην περίπτωση αυτή βοήθεια αποτελεί η διαρκής εναλλαγή του νερού που κρύωσε με φρέσκο θερμό. Διαμέσου των σωληνώσεων ανακυκλοφορίας που αποκαθιστούν την σύνδεση των τελικών κλάδων στην περιοχή των σημείων λήψης των σωληνώσεων διανομής ή των σωληνώσεων προσαγωγής θερμού νερού με τον παρασκευαστήρα θερμού νερού και κλείνουν έτσι το κύκλωμα , καθίσταται δυνατή μια διαρκής ανακυκλοφορία του θερμού νερού. Η διαστασιολόγηση αυτού του συστήματος πρέπει αν γίνει έτσι ώστε η θερμοκρασία του νερού να μην πέφτει κάτω από μια δεδομένη τιμή.

Σε εξάρτηση από την παραγωγή της πίεσης ανακυκλοφορίας , για την ροή του νερού μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ των εγκαταστάσεων

- με φυσική ανακυκλοφορία (ανακυκλοφορία βαρύτητας ) και
- με βεβιασμένη ανακυκλοφορία διαμέσου αντλίας ανακυκλοφορίας

Η ανακυκλοφορία στο σύστημα δια βαρύτητας οφείλεται στην ψύξη του νερού μέσα στις σωληνώσεις και διατηρείται. Αυτή η διάταξη όμως δεν ανταποκρίνεται πολύ εύκολα και καλό είναι να μην χρησιμοποιείται.

Κατά την ανακυκλοφορία με αντλία , οι ταχύτητες του νερού κυμαίνονται μεταξύ 0,3 και 0,5 m/sec. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας στο σύστημα θα πρέπει να γίνεται έτσι ώστε το νερό που εξέρχεται από τον θερμαντήρα σε θερμοκρασία  $60^{\circ}\text{C}$  να έχει στο σημείο λήψης θερμοκρασία της τάξης των  $57$  έως  $60^{\circ}\text{C}$  , που θα μπορούσε μέσα στην γραμμή ανακυκλοφορίας να μειωθεί μέχρι τους  $54$  έως  $58^{\circ}\text{C}$  .

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

### **5.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

Οι εγκαταστάσεις ανύψωσης πίεσης είναι διατάξεις μεταφοράς νερού με τη βοήθεια αντλιών .Πρέπει να προβλέπονται σε εκείνες τις περιπτώσεις ,όπου η διατιθέμενη ελάχιστη πίεση στο δίκτυο τροφοδοσίας έχει μεγάλες διακυμάνσεις ή δεν επαρκεί , για να διαθέσει στις θέσεις λήψης πόσιμου νερού την απαιτούμενη ελάχιστη πίεση ροής .Η χρησιμοποίηση των εγκαταστάσεων αυτών είναι απαραίτητα ακόμα και στις περιπτώσεις που , επειδή δεν υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το δημόσιο δίκτυο τροφοδοσίας νερού , καταφεύγουμε στην ιδιωτική τροφοδοσία με νερό ή ακόμα και σε εγκαταστάσεις όπου για λόγους ασφαλείας δεν επιτρέπεται η άμεση σύνδεση με το δίκτυο πόσιμου νερού του δημόσιου δικτύου.

Εκτός από τις απαιτήσεις που βάζουμε σε ότι αφορά την εξασφάλιση της παροχής σχετικά με τον ρέοντα όγκο και την απόλυτα υγιεινή ποιότητα του πόσιμου νερού , δεν επιτρέπεται οι εγκαταστάσεις ανύψωσης της πίεσης να δημιουργήσουν τόσο στις σωληνώσεις τροφοδοσίας όσο και στις σωληνώσεις κατανάλωσης ανεπίτρεπτα υψηλά υδραυλικά πλήγματα. Πρέπει επίσης να εξασφαλίζουν οικονομική και αθόρυβη λειτουργία και να απαιτούν ελάχιστη δυνατή συντήρηση.

#### **5.1.1 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

##### **5.1.1.1 ΑΜΕΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗ**

Το προτέρημα αυτού του είδους σύνδεσης βρίσκεται στο κλειστό σύστημα πίεσης , όπου είναι πολύ εύκολο να αποκλειστεί η διακινδύνευση της υγιεινής του πόσιμου νερού.

Κατά την άμεση σύνδεση χωρίς πιεστικό δοχείο στην πλευρά της τελικής πίεσης , πρόκειται για εγκαταστάσεις με αντλίες όπου ρυθμίζεται ηλεκτρονικά ο αριθμός των στροφών που βρίσκονται συνεχώς σε λειτουργία ή που έχουν μεταξύ αντλίας και κινητήρα έναν αδιαβάθμητο μετατροπέα στροφών.

Στην περίπτωση αυτή πρέπει να τηρηθούν οι παρακάτω όροι :

- Η ταχύτητα ροής στη γραμμή σύνδεσης δεν πρέπει να έχει διακυμάνσεις μεγαλύτερες από 0,15 m/sec κατά την θέση λειτουργίας ή την παύση κάθε αντλίας .
- Στην περίπτωση που θα τεθούν εκτός λειτουργίας όλες οι αντλίες , π.χ. λόγω διακοπής ρεύματος , δεν επιτρέπεται η διαφορά της ταχύτητας ροής στη γραμμή τροφοδοσίας να υπερβεί το όριο των 0,5 m/sec.

Έτσι αποφεύγονται ανεπανόρθωτα υδραυλικά πλήγματα.

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Εγκαταστάσεις ανύψωσης πίεσης με μετασχηματιστή συχνότητας ( inverter ) κατασκευάζονται με δύο ή περισσότερες αντλίες για λειτουργία σε πλήρη ισχύ , όπου η μια αντλία είναι εφεδρική.



Εικόνα 5.1 Εγκατάσταση ανύψωσης πίεσης με μετασχηματιστή συχνότητας

Τα σημαντικά τμήματα αυτής της εγκατάστασης που είναι συμπαγής είναι :

- 1) Δύο αντλίες ή περισσότερες αντλίες υψηλής πίεσης πολυβάθμιες με κανονική αναρρόφηση και κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος
- 2) Δύο πιεστικά δοχεία μεμβράνης
- 3) Αυτόματα στοιχεία ρύθμισης και ασφάλειας για την αυτόματη ρύθμιση της εγκατάστασης
- 4) Μετασχηματιστής συχνότητας
- 5) Κιβώτιο εκκίνησης με όλους τους απαραίτητους διακόπτες και ασφάλειες



Η εγκατάσταση λειτουργεί με αδιαβάθμητη ρύθμιση στροφών και σταθερά διατηρούμενη πίεση στην περιοχή λειτουργίας που έχει επιλεγεί.

Η αλλαγή της πίεσης στο σύστημα τροφοδοσίας , που προκαλείται από μια μεταβολή της ποσότητας νερού λήψης , μπορεί να εξισωθεί με άμεση αλλαγή στροφών. Η πίεση σε όλες τις περιοχές του δικτύου που πρέπει να τροφοδοτηθεί παραμένει σταθερή , ανεξάρτητα από την λαμβανόμενη ποσότητα νερού. Κατά την διάρκεια των ημερήσιων ωρών χαμηλής κατανάλωσης και των νυχτερινών ωρών , τίθεται η εγκατάσταση εκτός λειτουργίας σε εξάρτητα από τη θερμοκρασία στο κέλυφος της αντλίας κατά τη μηδενική μεταφορά. Όταν γίνεται εκ νέου λήψη νερού και η πίεση του συστήματος πέφτει , ξαναμπαίνει σε λειτουργία αυτόματα η εγκατάσταση.

Επίσης όταν η προπίεση έχει διακυμάνσεις , διατηρείται η πίεση του συστήματος που ρυθμίστηκε στον ρυθμιστή πίεσης. Ο μετατροπέας συχνότητας ρυθμίζει αυτόματα τον αριθμό στροφών της αντλίας στις τροποποιημένες συνθήκες προπίεσης.

Για να έχουν οι αντλίες τον ίδιο χρόνο λειτουργίας , πρέπει να γίνεται μια χρονικά εξαρτημένη ανταλλαγή των αντλιών , αντλίας εφεδρείας ή αντλίας λειτουργίας διαμέσου ενός χρονοδιακόπτη.

#### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ-ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΡΙΘΜΟΥ ΣΤΡΟΦΩΝ

Οι εγκαταστάσεις αυτές αποτελούνται από μια οι περισσότερες αντλίες και τα βασικά τους τμήματα είναι :

- 1) Οριζόντια φυγοκεντρική αντλία , που λειτουργεί με μεταβλητό αριθμό στροφών.
- 2) Εφεδρική αντλία , που λειτουργεί με μεταβλητό αριθμό στροφών.
- 3) Τυποποιημένος ηλεκτροκινητήρας.
- 4) Υδραυλο-μηχανικός μετατροπέας στροφών με ενσωματωμένο υδρόψυκτο ψύκτη λαδιού
- 5 )Ντουλάπι διακοπών.

Η εγκατάσταση λειτουργεί με αδιαβάθμητη ρύθμιση στροφών από τη μέγιστη ως την ελάχιστη περιοχή στροφών. Ο τυποποιημένος ηλεκτροκινητήρας δίνει κίνηση στον υδραυλικό συμπλέκτη με σταθερό αριθμό στροφών που είναι μονταρισμένος σαν συνδετικό στοιχείο μεταξύ κινητήρα και αντλίας.

Με την αλλαγή πίεσης που δημιουργείται στο δίκτυο κατανάλωσης εξαιτίας της λήψης , ρυθμίζεται ο μετατροπέας στροφών. Ο αριθμός στροφών ανεβαίνει όταν η πίεση πέφτει στο δίκτυο κατανάλωσης , ενώ πέφτει όταν η πίεση ανεβαίνει.

### **5.1.1.2 ΕΜΜΕΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗ**

Η σύνδεση αυτή γίνεται διαμέσου κλειστών δοχείων αποθήκευσης που βρίσκονται κάτω από ατμοσφαιρική πίεση. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης πρέπει να επιλέγεται σε περίπτωση που μπορούν να ενοχληθούν άλλοι καταναλωτές εξαιτίας μιας προσωρινής υψηλής κατανάλωσης.

Οι εγκαταστάσεις ανύψωσης πίεσης με κλειστά δοχεία χρησιμεύουν τόσο για την ανύψωση πίεσης όσο και στην εναποθήκευση ενός ορισμένου όγκου.

*Ο σύγχρονος τρόπος ζωής απαιτεί σε όλες τις εκδηλώσεις του όχι μόνο μεγάλες ποσότητες νερού αλλά ζητά επί πλέον και να φτάνει στον προορισμό του με καθορισμένη πίεση και εξασφαλισμένη την αδιάκοπη παροχή του. Για την εξασφάλιση της συνεχούς εξυπηρέτησης μας, κατασκευάζουμε δεξαμενές με χωρητικότητα τόση που να καλύπτει τις ανάγκες μας για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Η ποσότητα που απαιτείται και το χρονικό διάστημα που πρέπει να καλυφθεί εξαρτώνται από την κάθε μια χωριστή περίπτωση για παράδειγμα μια κατοικία, ένα ξενοδοχείο, ένα νοσοκομείο έχουν διαφορετική το καθένα ζήτηση παρόλο που κατά βάση εξυπηρετούν και τα τρία απευθείας το άτομο.*

### **ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ**

Η αποθήκευση του νερού γίνεται σε δεξαμενές είτε μεταλλικές είτε από σκυρόδεμα. Για μικρές εγκαταστάσεις κατασκευάζονται ορθογωνικές από γαλβανισμένη λαμαρίνα οι οποίες είναι συνήθως καρφωτές και τοποθετούνται στο δώμα του κτιρίου.

Για μεσαίες κατασκευάζονται κυλινδρικές ηλεκτρολυτικές με ανθρωποθυρίδα επίσκεψης και διατάξεις που περιλαμβάνουν βαλβίδα αερισμού με φίλτρο, αυτόματο διακόπτη πλήρωσης, δείκτη στάθμης, κρουνό εκκένωσης και υπερχείλιση.

Για μεγάλες εγκαταστάσεις κατασκευάζεται συνήθως πύργος που μας δίνει εκτός από την απαιτούμενη ποσότητα και μια επαρκή πίεση για να διανεμηθεί το νερό στους υποδοχείς κατανάλωσης ή στις αντλίες που θα το προωθήσουν στον προορισμό του.

### **ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΙΕΣΗΣ**

Για να λειτουργήσει κανονικά μια εγκατάσταση διανομής νερού πρέπει να διαθέτει ορισμένη πίεση σε κάθε έναν από τους υποδοχείς που πρόκειται να εξυπηρετήσει. Για εγκαταστάσεις που έχουν ανάγκη από δεξαμενή αποθήκευσης γιατί η διακοπή της παροχής, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, προκαλεί σοβαρότατες λειτουργικές ανωμαλίες είτε ακόμα και κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή χρειαζόμαστε ένα σύστημα που να μπορεί να δημιουργήσει στο δίκτυο την κατάλληλα πίεση. Η προσφορότερη μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι ένα σύστημα που ονομάζεται πιεστικό συγκρότημα ή πνευματικό

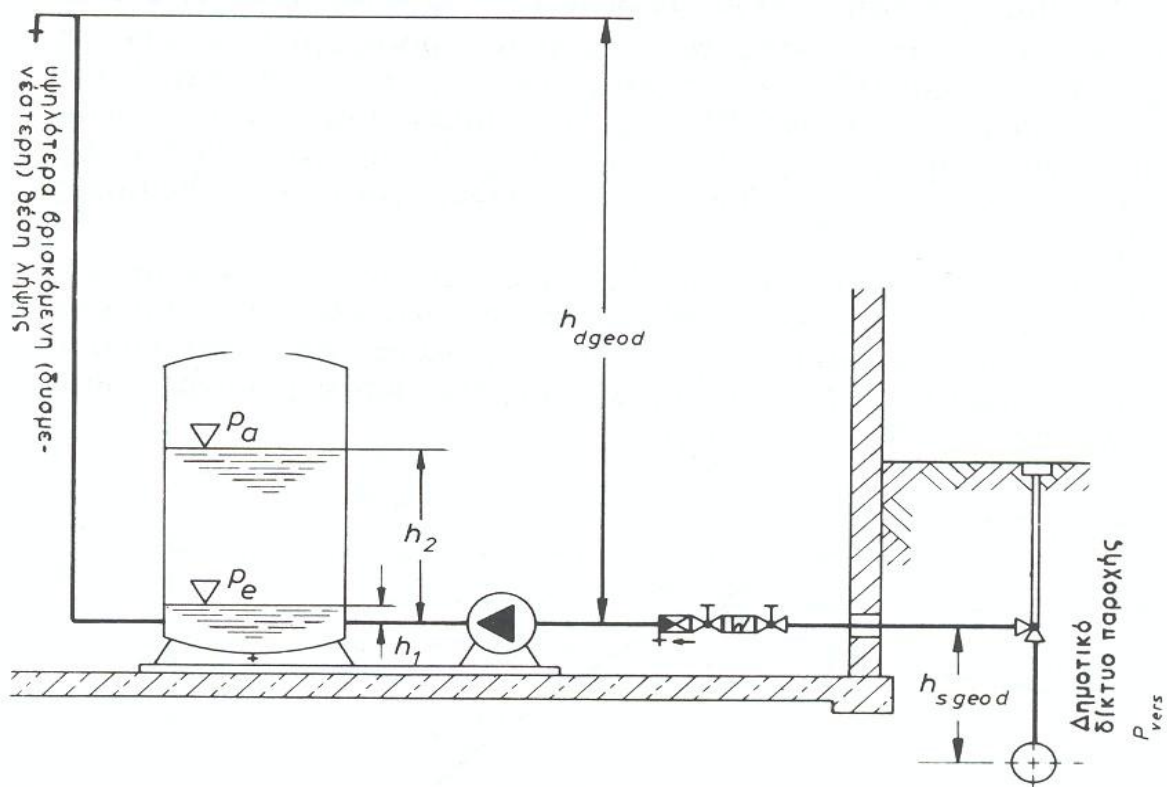
δοχείο πίεσεως το οποίο μπορεί να λειτουργήσει χωρίς σοβαρή παρακολούθηση και λειτουργικές ανωμαλίες.

Μια πιεστική δεξαμενή είναι ένα κλειστό δοχείο που τροφοδοτείται με νερό. Όταν αναγκάζουμε το νερό να μπει στο δοχείο συμπιέζουμε τον αέρα που είναι μέσα και τον αναγκάζουμε να ελαττωθεί σε όγκο, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης του σύμφωνα με τον νόμο  $p \cdot v = R \cdot t$  η οποία σχέση για σταθερή θερμοκρασία γίνεται :

$p \cdot v = \text{σταθερό}$

όπου  $p$  η πίεση του αέρα μέσα στο δοχείο σε bar,  $v$  ο όγκος του σε  $m^3$  και  $t$  η θερμοκρασία του στις δεδομένες συνθήκες.

Αυτή η αύξηση της πίεσεως αξιοποιείται για να διανεμηθεί το νερό προς κατανάλωση.



Εικόνα 5.2 Σχηματική διάταξη εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης με πιεστικό δοχείο

Τα στοιχεία που συνθέτουν ένα πιεστικό σύστημα είναι τα εξής:

- 1) Μια πηγή νερού που μπορεί να είναι ένα πηγάδι , μια δεξαμενή αποθήκευσης ή και το δίκτυο ύδρευσης.
- 2 )Ένα πιεστικό δοχείο που μέσα του θα δημιουργηθεί πίεση με την συνύπαρξη νερού και αέρα.
- 3) Μια ή δύο αντλίες που θα πάρουν το νερό από την πηγή και θα το συμπιέσουν στο πιεστικό δοχείο.
- 4) Μια συσκευή που θα τροφοδοτεί στο δοχείο καθαρό φιλτραρισμένο αέρα κάθε φορά που θα τον χρειάζεται.
- 5) Ένα κατάλληλο σύστημα αυτοματισμού που να κάνει την εγκατάσταση να δουλεύει αποδοτικά χωρίς την παρεμβολή του ανθρώπινου παράγοντα.

### ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ένα πιεστικό σύστημα λειτουργεί ως εξής: Όταν η εγκατάσταση ζητά νερό η στάθμη μέσα στο πιεστικό δοχείο κατεβαίνει όσο χρόνο η αντλία βρίσκεται σε στάση . Όταν η επιφάνεια του νερού φτάσει σε μια στάθμη που την έχουμε χαρακτηρίσει σαν κατώτατη επιτρεπόμενη (Κ.Σ.) τότε ο αυτοματισμός λειτουργίας θέτει σε λειτουργία την αντλία που τροφοδοτεί με νερό το πιεστικό δοχείο και συμπιέζει τον αέρα.

Αν η ζήτηση του δικτύου εκείνη τη στιγμή είναι μικρότερη από την παροχή της αντλίας , η στάθμη του νερού ανεβαίνει μέσα στο δοχείο και συμπιέζει τον αέρα. Όταν η επιφάνεια του νερού ανέβει σε μια προκαθορισμένη στάθμη που είναι η ανώτατη επιθυμητή (Α.Σ.) τότε ο αυτοματισμός σταματά την αντλία. Ο αυτοματισμός που διέκοψε τη λειτουργία της αντλίας επιτρέπει στο συμπιεστή αέρα να λειτουργήσει , όμως η εντολή αυτή δεν είναι αρκετή καθώς την ίδια ώρα πρέπει να πάρει εντολή και από έναν πιεζοστάτη που παρακολουθεί την πίεση μέσα στο δοχείο. Αν η πίεση αυτή είναι μικρότερη από την απαραίτητη ο πιεζοστάτης δίνει και τη δική του άδεια λειτουργίας, διαφορετικά ο συμπιεστής μένει σε ακινησία.

Η εντολή από τον διακόπτη Α.Σ. ισχύει για τον συμπιεστή όσο χρόνο το νερό βρίσκεται στην Α.Σ. μόλις το νερό κατέβει παύει να ισχύει. Μερικές φορές συμβαίνει η αντλία να μην υπακούσει στην εντολή της Κ.Σ. και να μην μπει σε λειτουργία ή συμβαίνει να λειτουργήσει μεν η αντλία αλλά η ζήτηση του δικτύου να είναι μεγαλύτερη από την παροχή της αντλίας με αποτέλεσμα η στάθμη του νερού να συνεχίζει να κατεβαίνει. Σε αυτές τις περιπτώσεις για να αποφύγουμε τον κίνδυνο διαθέτουμε μια δεύτερη εφεδρική αντλία που λειτουργεί παράλληλα με την πρώτη. Η αντλία αυτή παίρνει εντολές από μια τρίτη στάθμη που λέγεται στάθμη ασφαλείας (Σ.Α.).

## **5.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΕΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Στην παράγραφο αυτή θα καταγραφούν παρασκευαστήρες που ζεσταίνουν μεγάλες ποσότητες νερού χρησιμοποιώντας σαν θερμαντικό μέσο νερό.

### **5.2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ**

Ως προς την κατασκευή τους οι συνήθεις παρασκευαστήρες ζεστού νερού χρήσης είναι δύο ειδών:

- Εκείνοι που θερμαίνονται με τη βοήθεια διπλού τοιχώματος μέσα στο οποίο κυκλοφορεί το ζεστό νερό.
- Εκείνοι που θερμαίνονται δια μέσου σπειροειδούς χαλκοσωλήνα ή επισμαλτωμένης χαλυβδοσωλήνας (σερπαντίνας).

Συνδυασμός και των δύο παραπάνω ειδών συνιστάται στα μπόιλερ τριπλής ενέργειας.

Οι παρασκευαστές ζεστού νερού ως προς την κατανάλωση χωρίζονται σε αυτούς που διαθέτουν αποθήκη (σύστημα εναποθήκευσης) και σε αυτούς που έχουν υποτυπώδη χώρο αποθήκευσης αλλά μεγάλη παραγωγικότητα ζεστού νερού (σύστημα διέλευσης).

#### Σύστημα εναποθήκευσης

Σε αυτό το σύστημα της θέρμανσης του νερού χρήσης , θερμαίνεται το νερό που ρέει κατά πλείστον χωρίς στροβιλισμούς μέσα σε ένα κλειστό δοχείο που είναι διαμορφωμένο σαν αποθήκη στο χαμηλότερο του σημείο , από την άμεση ή έμμεση προσαγωγή θερμότητας.

Προτέρημα του συστήματος αυτού είναι ότι προκειμένου για ακριβώς προκαθορισμένες ποσότητες εναποθήκευσης και καλά ρυθμιζόμενες θερμοκρασίες μπορούν να ληφθούν μεγάλες ποσότητες νερού σε μικρό χρονικό διάστημα. Αιχμές κατανάλωσης μπορούν να καλυφθούν από τα αποθέματα της αποθήκευσης που καθιστούν δυνατή και μια ανενόχλητη λήψη , και στην περίπτωση μιας κυμαινόμενης κατανάλωσης.

Τα μειονεκτήματα του μπορούν εύκολα να εξαφανιστούν με την λήψη κατάλληλων μέτρων. Σε αυτά ανήκουν ιδιαίτερα τα μέτρα που λαμβάνονται για την παρασκευή του νερού , που μπορούν να εμποδίσουν την υπέρμετρη επικάθηση λεβητολίθου και να περιορίσουν την διάβρωση. Οι απώλειες ακτινοβολίας θερμότητας μπορούν να μειωθούν σημαντικά αν προσεχτεί η θερμομόνωση του δοχείου.

Συνήθως χρησιμοποιούνται εκεί που η κατανάλωση είναι διακοπτόμενη ή έχει σοβαρές διακυμάνσεις με ξαφνικές αιχμές όπως εργοστάσια , γυμναστήρια κ.ο.κ. καθώς σε αυτή την περίπτωση χρειαζόμαστε μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα και μικρή ικανότητα αναπλήρωσης του χαμένου ζεστού νερού.

## Σύστημα διέλευσης

Στο σύστημα αυτό , το ψυχρό πόσιμο νερό θερμαίνεται σε μια συστοιχία διέλευσης , μια σερπαντίνα σωλήνων ή ένα θερμοστοιχείο σωλήνων , το οποίο θερμαίνεται άμεσα ή έμμεσα , συνήθως σε αντίθετη ροή. Το σύστημα άμεσης διέλευσης χρησιμοποιείται κατά προτίμηση σε μεμονωμένες παροχές θερμού νερού. Προκειμένου για εγκαταστάσεις με κεντρική παροχή θερμού νερού , θερμαίνονται οι υδροθερμαντήρες διέλευσης με έμμεση προσαγωγή ενέργειας.

Προτέρημα αυτού του συστήματος είναι ότι το θερμό νερό παράγεται τη στιγμή εκείνη ακριβώς που χρειάζεται να καταναλωθεί. Διατίθεται σχετικά φρέσκο , και ως προς την υγιεινή , απόλυτα εξασφαλισμένο νερό.

Σαν μειονέκτημα πρέπει να θεωρήσουμε ότι η θερμοκρασία του θερμού νερού εξαρτάται από το σημείο λήψης και συνεπώς έχει διακυμάνσεις. Επιπλέον ,οι μεγάλες ποσότητες λήψης προξενούν τις υψηλές θερμοκρασίες των θερμαντικών επιφανειών και προκαλούν μια ενισχυμένη εναπόθεση λεβητολίθου , του οποίου η απομάκρυνση αντιμετωπίζει μεγάλες δυσκολίες. Η απαιτούμενη θερμαντική ισχύς είναι σημαντικά υψηλότερη από ότι στα συστήματα εναποθήκευσης , γιατί πρέπει να καλυφθούν αιχμές δευτερολέπτων και λεπτών.

Χρησιμοποιούνται συνήθως ,εκεί όπου η κατανάλωση θεωρείται ομοιόμορφη όπως σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κατοικίες , καθώς σε αυτήν την περίπτωση είναι καλύτερο να διαθέτουμε μια <<γεννήτρια ζεστού νερού>> με ικανότητα γρήγορης παρασκευής.

### **5.2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

#### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται στους θερμαντήρες του εμπορίου είναι:

- Για το δοχείο του ζεστού νερού χρήσης χαλυβδοελάσματα ανάλογου πάχους για κάθε μέγεθος δοχείου. Τα ελάσματα αυτά συγκολλούνται και προστατεύονται από την διάβρωση με επίστρωση ψευδαργύρου εν θερμώ διά ηλεκτρολυτικής γαλβάνισης , καθώς και με την προσθήκη ράβδου μαγνησίου.
  
- Το εξωτερικό περίβλημα είναι συνήθως από γαλβανισμένη λαμαρίνα βαμμένη με ηλεκτροστατικό τρόπο με πολυεστερική πούδρα και ψημένο στη συνέχεια σε φούρνο στους 200-250 °C .

Τα παραπάνω υλικά δεν αποτελούν κανόνα για όλους τους κατασκευαστές του είδους. Όμως θα πρέπει , να ζητούνται πλήρη στοιχεία για το κάθε συγκεκριμένο Boiler που πρόκειται να εγκατασταθεί ώστε σε συνδυασμό με την τιμή πώλησης να είναι δυνατή η επιλογή του καταλληλότερου για την εκάστοτε περίπτωση εγκατάστασης.

## ΑΝΤΙΣΚΩΡΙΑΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Σημαντικό φαινόμενο στη λειτουργία αλλά και διάρκεια ζωής των θερμαντήρων νερού είναι η αντισκωριακή τους προστασία. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο ως αντισκωριακή προστασία να χρησιμοποιούνται υλικά όπως γυαλί και εμαγιέ με αποτέλεσμα οι βλάβες, τα ραγίσματα και οι καταστροφές να είναι συχνές από τις συστολές και τις διαστολές των μετάλλων των δοχείων. Αυτό γίνεται επειδή τα υλικά αυτά είναι αδρανή και όχι ελαστικά χωρίς να έχουν πάντα τη δυνατότητα να ακολουθήσουν εύκολα αυτή τη διαδικασία των συστολοδιαστολών, ιδιαίτερα σε μεγάλες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας νερού, με αποτέλεσμα να ραγίζει η επικάλυψη και τελικά να σκουριάζουν τα δοχεία χωρίς να μπορεί να βοηθήσει ιδιαίτερα η ράβδος μαγνησίου (καθοδική προστασία) η οποία καταστρέφεται πολύ γρήγορος. Μοναδικός τρόπος αντιμετώπισης του φαινομένου αυτού είναι η διαδικασία της διπλής επισφάλτωσης.

## ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Με τον όρο καθοδική προστασία εννοούμε την μέθοδο προστασίας από την διάβρωση των μετάλλων, τα οποία είναι σε επαφή με διαβρωτικά υλικά, όπως το νερό.

Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη κατάλληλου υλικού –ανοδίου- το οποίο διαβρώνεται, στην θέση των προστατευόμενων μετάλλων.

Ο χρόνος ζωής του ανοδίου ( ράβδος μαγνησίου ) ποικίλει ανάλογα με την ποιότητα του ανοδίου, την ποιότητα του νερού, την θερμοκρασία του νερού και τον τρόπο λειτουργίας του boiler.

Συνήθως διατηρείται από 10-15 μήνες για τις συνήθεις εγκαταστάσεις.

Ο τύπος του χρησιμοποιούμενου ανοδίου εξαρτάται από την μορφή και το μέγεθος του δοχείου :

- Για δοχείο χωρητικότητας μέχρι 80 λίτρα απαιτείται ράβδος διαμέτρου  $\Phi$  22-26 mm .
- Για δοχείο χωρητικότητας από 80 μέχρι 150 λίτρα απαιτείται ράβδος διαμέτρου  $\Phi$  26 - 33 mm .
- Για δοχείο χωρητικότητας από 150 μέχρι 500 λίτρα απαιτείται ράβδος διαμέτρου  $\Phi$  30 - 40 mm .

### **5.3 ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Η ιστορία του πλακοειδούς εναλλάκτη θερμότητας, που μετέπειτα καθιερώθηκε να αποκαλείται απλά εναλλάκτης θερμότητας ,ξεκίνησε στις αρχές του αιώνα μας από την γαλακτοβιομηχανία και έχει από τότε περάσει βαθμιαία μετά από πολλά στάδια τεχνολογικής εξέλιξης και σε άλλους είδους εγκαταστάσεις.

Οι εναλλάκτες συνεργάζονται με διάφορες εγκαταστάσεις θέρμανσης όπως λέβητες , ηλιακοί συσσωρευτές, αντλίες θερμότητας , κλιματιστικές εγκαταστάσεις και συνδυασμούς αυτών αν χρειαστεί και χρησιμοποιούνται για την θέρμανση ή για προθέρμανση δικτύων ζεστού νερού χρήσης.

#### **5.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

Πρόκειται για μια κατασκευή με επίπεδες πλάκες από εξευγενισμένα μέταλλα π.χ. ανοξείδωτο χάλυβα , τιτάνιο ή διάφορα άλλα κράματα μετάλλου η γενική μορφή του οποίου μοιάζει με την κατασκευή της φιλτρόπρεσσας και συνίσταται από μια σειρά παράλληλων πλακών διαχωρισμού των δύο ρευστών οι οποίες συσφίγγονται από δύο ακραίες στιβαρές και παχιές χαλύβδινες πλάκες. Το υλικό των πλακών επιλέγεται από το είδος του ρευστού που κινείται στο επιλεγόμενο δίκτυο. Η στεγανότητα μεταξύ πλακών επιτυγχάνεται με παρεμβύσματα από ειδικά και διαφορετικά ελαστικά, όπως βουτιλική ρητίνη , νιτρίλιο , τεφλόν. Στο άνω και κάτω άκρο των πλακών υπάρχουν οπές με τις οποίες δημιουργούνται αγωγοί μεταφοράς του ενός ρευστού από ένα δεδομένο αγωγό-κανάλι μεταξύ δύο πλακών στο μεθεπόμενο αγωγό-κανάλι. Το προηγούμενο και το επόμενο του δεδομένου αυτού αγωγού-καναλιού καταλαμβάνονται από το άλλο συμμετέχον ρευστό.

Κάθε μια από τις πλάκες έχει σε σχέδιο ψαροκόκαλου σειρά κυματοειδών , συνήθως διαγώνιων ραβδώσεων , που είναι σχεδόν κάθετες προς την διεύθυνση της ροής σε τρόπο τέτοιο ώστε να δημιουργείται κυματοειδής επιφάνεια και από τις δύο πλευρές της πλάκας. Έτσι δημιουργούνται μεταξύ των πλακών αγωγοί-κανάλια ροής με διαρκώς αυξομειούμενη διατομή και με απόσταση μεταξύ πλακών κυμαινόμενη μεταξύ 3,2 mm και 7,0 mm.

Η ειδική αυτή κυματοειδής διαμόρφωση των εσωτερικών πλακών του έχει σαν συνέπεια την αύξηση της επιφάνειας εναλλαγής κατά 20 έως 30% σε σχέση με την προβαλλόμενη αντίστοιχη επίπεδη επιφάνεια και κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ταχεία εναλλαγή θερμότητας.

Επιπλέον η αυξομείωση της διατομής των αγωγών-καναλιών ροής των ρευστών , προκαλεί έντονη περιδίνηση ακόμα και σε περιπτώσεις μικρής ταχύτητας ροής γεγονός που έχει σαν συνέπεια την εμφάνιση μεγάλης θερμικής εναλλαγής και κατ' επέκταση την πληρέστερη ανάκτηση της θερμικής ενέργειας ακόμα και αν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο ρευστών είναι μικρή.





Εικόνα 5.2 Πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας

### 5.3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του εναλλάκτη σε σχέση με τους κλασσικούς παρασκευαστήρες ζεστού νερού (Boiler) με εξωτερικό μανδύα ή σερπαντίνα είναι τα ακόλουθα :

- Η μεγαλύτερη ικανότητα εναλλαγής θερμότητας λόγω της τυρβώδους (περιδινούμενης) αντιρροής των δύο διαφορετικών υγρών που κυκλοφορούν σε διαφορετικά κυκλώματα μέσα στις εσωτερικές τους πλάκες.
- Το πολύ μικρό μέγεθος που έχουν σε σχέση με την ισχύ τους.
- Η οικονομική τους λειτουργία καταναλώνοντας τόση ενέργεια όση χρειάζεται για το προς χρήση ζεστό νερό και όχι την θέρμανση ενός σημαντικού όγκου ζεστού νερού αποταμιευμένου για μελλοντική χρήση.
- Η άμεση παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ψυχρού ή θερμού υγρού.

Το μόνο τους μειονέκτημα είναι ότι η λειτουργία τους έχει ορισμένους περιορισμούς θερμοκρασιών και πιέσεων , καθώς κανένα κύκλωμα δεν θα πρέπει να ξεπερνά τους 180 °C και η πίεση τα 16 bar. Επίσης δεν πρέπει σε κανένα κύκλωμα η θερμοκρασία να είναι κατώτερη των 5 °C ιδίως όταν επικρατούν υψηλές πιέσεις.

### **5.3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ**

Η επιλογή ενός εναλλάκτη διαφέρει αρκετά στη φιλοσοφία της από την επιλογή ενός boiler και αυτό γιατί ο συντελεστής θερμικής εναλλαγής (K) είναι σημαντικά μεγαλύτερος, ενώ ο υπολογισμός της θερμικής επιφανείας του εναλλάκτη δεν έχει πρακτική σημασία. Το μόνο που αρκεί να γνωρίζουμε είναι η μέγιστη κατανάλωση νερού στο υφιστάμενο δίκτυο ανά ώρα καθώς και την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κρύου νερού του δικτύου (προσαγωγή του πρωτεύοντος κυκλώματος ) με το ζεστό νερό της εξαγωγής από το δευτερεύον κύκλωμα προς χρήση.

Θα πρέπει όμως να καταγραφούν κάποιες παρατηρήσεις οι οποίες βοηθούν στην ευκολότερη και ορθότερη επιλογή ενός εναλλάκτη :

- Το είδος και η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών.

Υπάρχουν 3 τομείς όπου πρέπει να εξετάζεται το είδος και η ποιότητα του υλικού.

A) Στις εσωτερικές πλάκες . Το υλικό πρέπει να είναι συμβατό με τα κυκλοφορούντα ρευστά στα δύο κυκλώματα του εναλλάκτη.

B) Στα στόμια εισόδου-εξόδου εκάστοτε ρευστού. Το υλικό πρέπει να είναι συμβατό με το συγκεκριμένο ρευστό.

Γ) Στα εσωτερικά ελαστικά παρεμβύσματα , το υλικό πρέπει να αντέχει στα κυκλοφορούντα ρευστά αλλά και στις θερμοκρασίες λειτουργίας των ρευστών αυτών.

Δ) Στις εξωτερικές πλάκες σύσφιξης , η στιβαρότητα της κατασκευής , η όλη επεξεργασία βαφής και το πάχος πλακών πρέπει να ανταποκρίνονται στις πιέσεις και στο περιβάλλον λειτουργίας του εναλλάκτη.

- Η δυνατότητα καθαρισμού του εναλλάκτη , με αποσυναρμολόγηση και επανασυναρμολόγηση των πλακών .Σε ορισμένους εναλλάκτες είναι δυνατός ο καθαρισμός τους χωρίς το λύσιμο του εναλλάκτη από την εγκατάσταση αλλά με την χρήση χημικών καθαρισμού.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΟΜΜΑΤΙ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

### **6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Το κτίριο που θα αναφερθούμε , ώστε να μελετηθούν και να καταγραφούν βασικές αρχές λειτουργίας και εφαρμογής ενός δικτύου ύδρευσης , αποτελεί ξενοδοχειακή μονάδα δώδεκα επιπέδων και 144 κλινών.

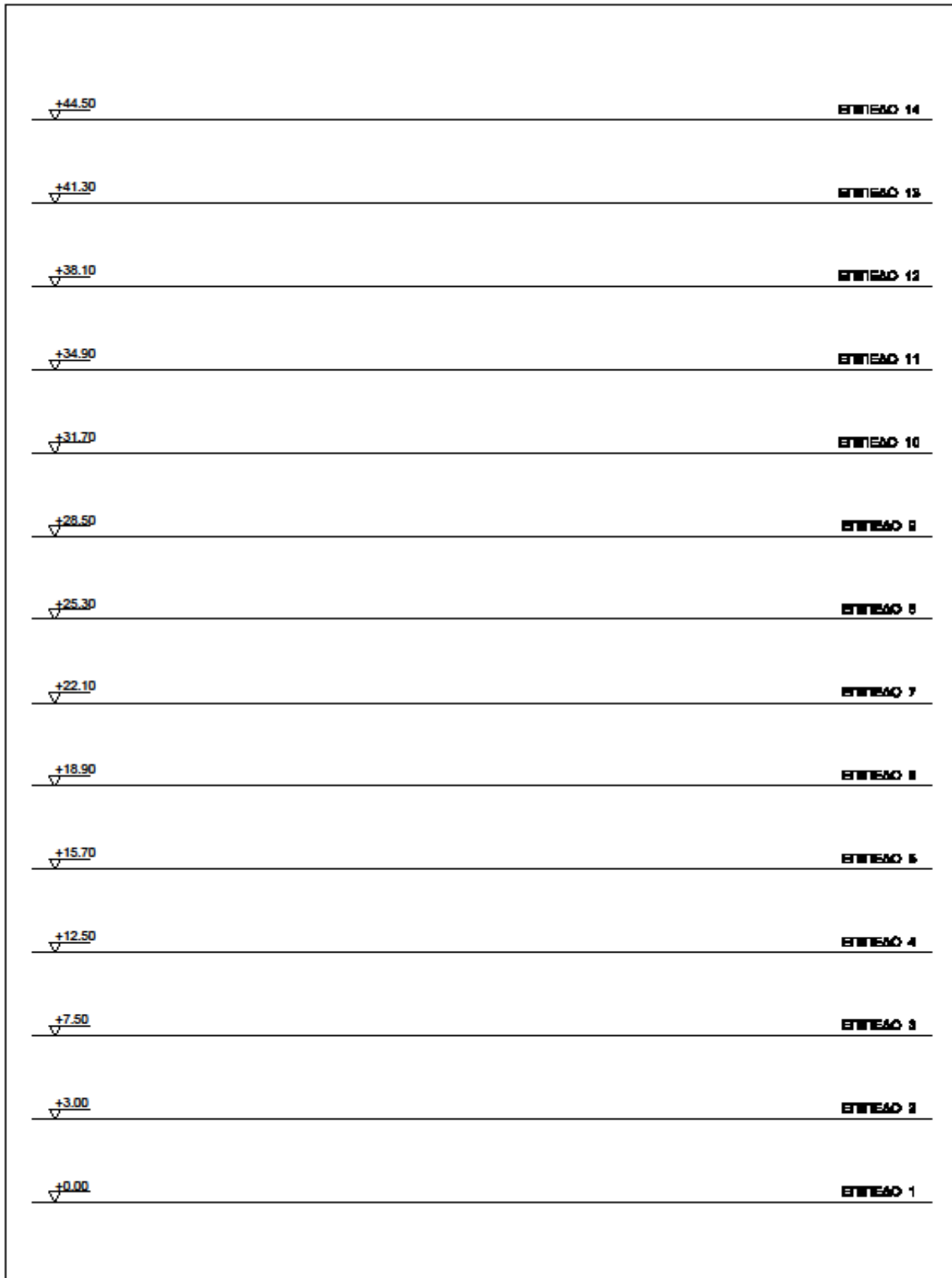
Το πρώτο επίπεδο απαρτίζεται από βοηθητικούς χώρους (γραφεία , αποθήκες , χώρος εστίασης προσωπικού, χώρους υγιεινής προσωπικού ) και χώρους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Σε αυτούς τους χώρους τοποθετούνται και τα συστήματα εξυπηρέτησης του ξενοδοχείου με κρύο και ζεστό νερό. (χώρος υδροστασίου , χώρος μετρητών , Boiler room).

Το δεύτερο και το τρίτο επίπεδο περιλαμβάνουν κοινόχρηστους χώρους του ξενοδοχείου (χώρος αναμονής , reception , εστιατόριο , αίθουσες συνεδριάσεων , κουζίνα , bar ).

Από το τέταρτο έως και το δωδέκατο επίπεδο βρίσκονται τα δωμάτια προς χρήση πελατών. Οι εννέα αυτοί όροφοι παρουσιάζουν μια τυπικότητα καθώς καθ' ένας από αυτούς απαρτίζεται από δεκαπέντε δωμάτια .

Σε ένα ξενοδοχείο εξετάζονται οι απαιτήσεις υγρών χώρων (χώροι υγιεινής , βοηθητικοί χώροι προσωπικού ) και των συστημάτων που απαιτούν κατανάλωση νερού όπως Ψύξη , Πυρόσβεση , Θέρμανση.

## 6.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ



### **6.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ**

Η διανομή του νερού στο εσωτερικό του κτιρίου έχει αφετηρία τον χώρο των μετρητών και πέρας το τελευταίο δωμάτιο του κτιρίου στο υψηλότερο επίπεδο (επίπεδο 12 ).

Ο κεντρικός αγωγός διανομής αφού διασχίσει το πρώτο επίπεδο ικανοποιώντας τις απαιτήσεις τόσο των βοηθητικών υγρών χώρων όσο και των χώρων μηχανολογικών εγκαταστάσεων θα οδεύσει μέσω μηχανολογικού διαδρόμου απ' όπου , μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων ανοιγμάτων στα δομικά στοιχεία του κτιρίου , θα οδεύσουν οι κατακόρυφοι κλάδοι διανομής με σκοπό να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες του υπόλοιπου κτιρίου για υδροδότηση.

Λόγω αρχιτεκτονικών αλλά και μηχανολογικών αναγκών για την διαμόρφωση των κατάλληλων ανοιγμάτων επιλέγεται κάθε κατακόρυφη στήλη διανομής να εξυπηρετήσει δύο δωμάτια ανά επίπεδο και μια αυτόνομη κατακόρυφη στήλη να εξυπηρετήσει τους κοινόχρηστους χώρους των επιπέδων 2 και 3.

Σε κάθε κατακόρυφη στήλη αλλά και σε κάθε οριζόντιο τμήμα σωλήνωσης που εξυπηρετεί έναν χώρο θα τοποθετηθούν βάνες διακοπής ώστε να είναι εφικτή η απομόνωση από το κεντρικό δίκτυο των τμημάτων αυτών.

### **6.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΧΩΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Ένα ιδιαίτερα χρήσιμο και σημαντικό βήμα για την καλύτερη οργάνωση και ταχύτητα των υπολογισμών είναι η κατάταξη σε διαφορετικούς τύπους των υγρών χώρων του κτιρίου με κριτήριο τους το είδος και το πλήθος των υδραυλικών υποδοχέων που διαθέτει ο καθένας από αυτούς. Στο παράδειγμα μας διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι :

➤ Χώροι υγιεινής δωματίων

ΤΥΠΟΣ Χ : Νιπτήρας , καταιονητήρας , λουτήρας , λεκάνη

➤ Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής 2<sub>ου</sub> και 3<sub>ου</sub> επιπέδου

ΤΥΠΟΣ Φ : 4 νιπτήρες , 4 λεκάνες , 2 ουρητήρες

➤ Κοινόχρηστοι χώροι προσωπικού 1<sub>ου</sub> επιπέδου

ΤΥΠΟΣ Ψ : 6 νιπτήρες , 4 λεκάνες , 2 νεροχύτες

## 6.5 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

### 6.5.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ

Για τον υπολογισμό του δικτύου διανομής κρύου και ζεστού νερού χρήσης οι υδραυλικοί υποδοχείς που θα χρησιμοποιηθούν είναι οι ακόλουθοι :

- Νιπτήρας με μπαταρία οικιακού λουτρού με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Ελάχιστη πίεση εκροής  $P_{MF}$  : 1 bar  
Παροχή κρύου νερού  $Q_{RK}$  : 0,07 l/s  
Παροχή ζεστού νερού  $Q_{RZ}$  : 0,07 l/s  
Ποσότητα μιας χρήσης : 15 l

- Καταιονητήρας με σταθερή κεφαλή οικιακού λουτρού με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Ελάχιστη πίεση εκροής  $P_{MF}$  : 1 bar  
Παροχή κρύου νερού  $Q_{RK}$  : 0,15 l/s  
Παροχή ζεστού νερού  $Q_{RZ}$  : 0,15 l/s  
Ποσότητα μιας χρήσης : 60 – 90 l

- Καταιονητήρας με σταθερή κεφαλή οικιακού λουτρού με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Ελάχιστη πίεση εκροής  $P_{MF}$  : 1 bar  
Παροχή κρύου νερού  $Q_{RK}$  : 0,15 l/s  
Παροχή ζεστού νερού  $Q_{RZ}$  : 0,15 l/s  
Ποσότητα μιας χρήσης : 60 – 90 l

- Λουτήρας μπαταρίας με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Ελάχιστη πίεση εκροής  $P_{MF}$  : 1 bar  
Παροχή κρύου νερού  $Q_{RK}$  : 0,15 l/s  
Παροχή ζεστού νερού  $Q_{RZ}$  : 0,15 l/s  
Ποσότητα μιας χρήσης : 120 – 160 l

- Λεκάνη με δοχείο έκπλυσης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Ελάχιστη πίεση εκροής  $P_{MF}$  : 0,5 bar  
Παροχή κρύου νερού  $Q_{RK}$  : 0,13 l/s  
Παροχή ζεστού νερού  $Q_{RZ}$  : -  
Ποσότητα μιας χρήσης : 9 l

- Ουρητήρας με βαλβίδα έκπλυσης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Ελάχιστη πίεση εκροής  $P_{MF}$  : 1,2 bar  
Παροχή κρύου νερού  $Q_{RK}$  : 0,03 l/s  
Παροχή ζεστού νερού  $Q_{RZ}$  : -  
Ποσότητα μιας χρήσης : 4 l

- Νεροχύτης μπαταρίας πλύσεων συσκευών με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Ελάχιστη πίεση εκροής  $P_{MF}$  : 1 bar  
Παροχή κρύου νερού  $Q_{RK}$  : 0,07 l/s  
Παροχή ζεστού νερού  $Q_{RZ}$  : 0,1  
Ποσότητα μιας χρήσης : 12 - 20 l

## 6.5.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ ΔΙΚΤΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Λόγω των πλεονεκτημάτων που έχουν περιγραφεί προηγουμένως , όπως η ταχύτητα εγκατάστασης , η μεγάλη διάρκεια ζωής και η αντιδιαβρωτική ιδιότητα , επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί στο δίκτυο σωληνώσεων ,πλαστικός σωλήνας πολυπροπυλενίου 3ης γενιάς. Ο σωλήνας αυτός αποτελείται από 3 στρώματα :

- 1) Στρώμα πολυπροπυλενίου fusiole PP-R80
- 2) Μείγμα από πολυπροπυλένιο fusiole και ειδικό συνθετικό υαλώδες υλικό .
- 3) Στρώμα πολυπροπυλενίου fusiole PP-R80

με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

-Συντελεστής γραμμικής διαστολής ,  $\alpha = 0,030 \text{ mm } m \cdot ^\circ\text{C}$

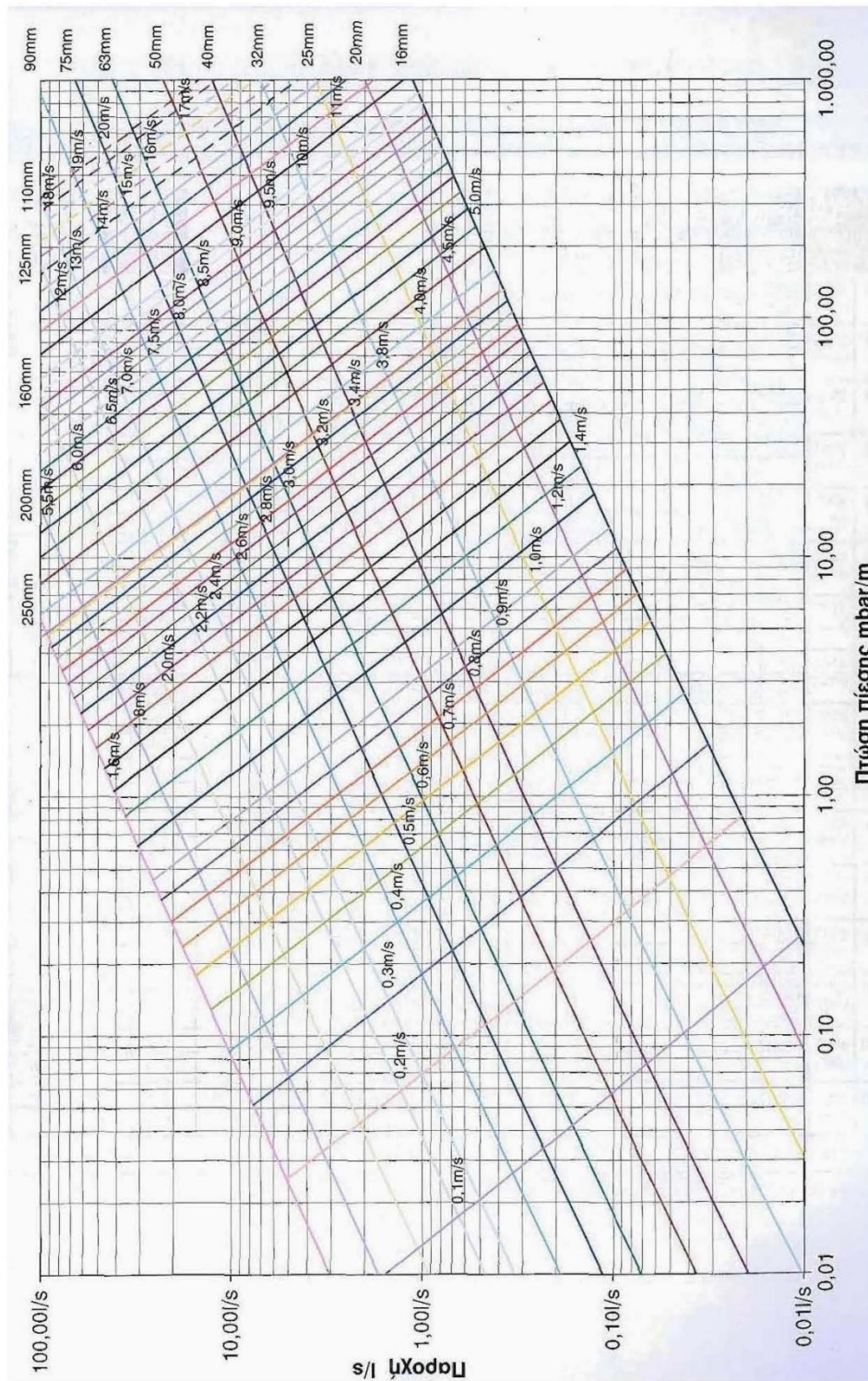
-Τραχύτητα ,  $k = 0,007 \text{ mm}$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ 3ης γενιάς

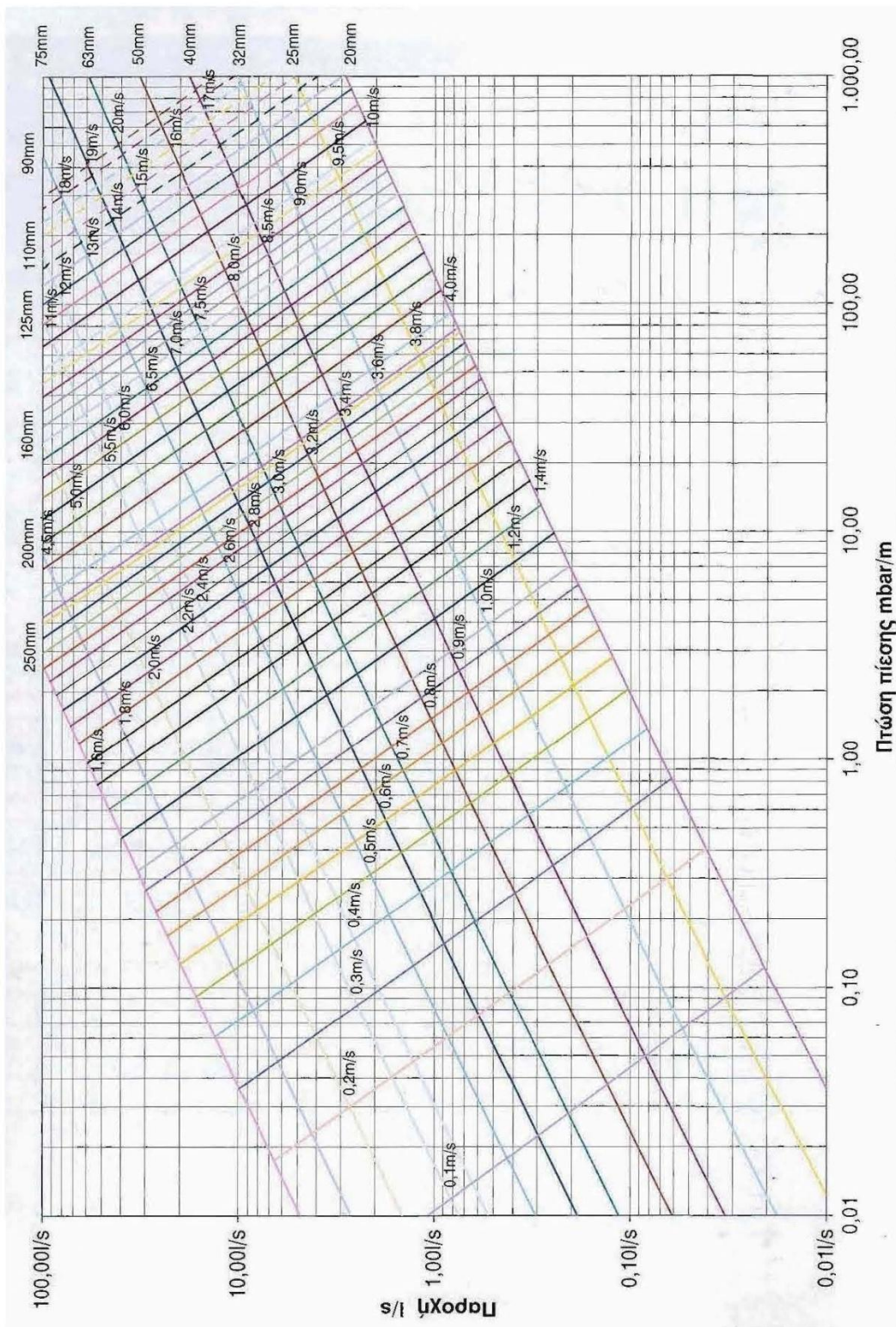
Ονομαστική διάμετρος (DN)	Εξωτερική διάμετρος (mm)	Πάχος τοιχώματος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)	Χωρητικότητα σε νερό (l/m)	Βάρος σωλήνα kg/m)
DN 15	20	3,4	13,2	0,137	0,172
DN 20	25	4,2	16,6	0,216	0,266
DN 25	32	5,4	21,2	0,353	0,434
DN 32	40	5,5	29	0,66	0,613
DN 40	50	6,9	36,2	1,029	0,955
DN 50	63	8,6	45,8	1,647	1,5
DN 65	75	10,3	54,4	2,323	2,135
DN 80	90	12,3	65,4	3,358	3,058
DN 100	110	15,1	79,8	4,999	4,576
DN 125	125	17,1	90,8	6,472	5,891
DN 150	160	21,9	116,2	10,599	9,538



Λογαριθμικό διάγραμμα απωλειών πίεσης σωλήνα πολυπροπυλενίου 3<sup>ης</sup> γενιάς σε θερμοκρασία νερού θ=20 °C .



Λογαριθμικό διάγραμμα απωλειών πίεσης σωλήνα πολυπροπυλενίου 3<sup>ης</sup> γενιάς σε θερμοκρασία νερού  $\theta=55\text{ }^{\circ}\text{C}$  .



## 6.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΧΩΡΩΝ

Για τον υπολογισμό της παροχής ζήτησης των τυπικών υγρών χώρων του κτιρίου, όπως προηγουμένως έχουν διαχωριστεί, θα υπολογιστεί για κάθε χώρο αθροιστικά η παροχή ζήτησης τόσο για κρύο όσο και για ζεστό νερό χρήσης ανάλογα με το είδος και το πλήθος των υδραυλικών υποδοχέων που τον απαρτίζουν.

### ΤΥΠΙΚΟ ΔΩΜΑΤΙΟ Χ

Παροχή κρύου νερού :  $Q_{RK} = 0,07 + 0,15 + 0,15 + 0,13 = 0,5 \text{ l/s}$

Παροχή ζεστού νερού :  $Q_{RZ} = 0,07 + 0,15 + 0,15 = 0,37 \text{ l/s}$

### ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ 2<sub>ου</sub> και 3<sub>ου</sub> επιπέδου ΤΥΠΟΣ Φ

Παροχή κρύου νερού :  $Q_{RK} = 4 \times 0,07 + 4 \times 0,03 + 4 \times 0,13 = 0,92 \text{ l/s}$

Παροχή ζεστού νερού :  $Q_{RZ} = 4 \times 0,07 = 0,28$

### ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΙ ΧΩΡΟΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ 1<sub>ου</sub> επιπέδου ΤΥΠΟΣ Ψ

Παροχή κρύου νερού :  $Q_{RK} = 2 \times 0,07 + 6 \times 0,07 + 4 \times 0,13 = 1,08 \text{ l/s}$

Παροχή ζεστού νερού :  $Q_{RZ} = 2 \times 0,1 + 6 \times 0,07 = 0,37 \text{ l/s} = 0,62 \text{ l/s}$

## 6.7 ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

### 6.7.1 ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Επειδή το κτίριο μας είναι πολυόροφο δημιουργείται η ανάγκη να εξασφαλιστεί εάν η πίεση του δικτύου πόλεως είναι επαρκής ή θα πρέπει να μελετηθεί η χρησιμοποίηση κατάλληλης εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης.

Η διατιθέμενη πίεση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα της υψομετρικής διαφοράς πίεσης ανάμεσα στο σημείο υδροληψίας (λήψη από δίκτυο πόλης ) και στην δυσμενέστερη θέση λήψης του δικτύου σωληνώσεων παροχής νερού , της απώλειας πίεσης εξαιτίας των τριβών στου σωλήνες και των μεμονωμένων τοπικών αντιστάσεων και της ελάχιστης πίεσης εκροής του υποδοχέα στην δυσμενέστερη θέση λήψης του δικτύου.

$$P_V \geq H_{geo} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta} + \Delta P_{\varepsilon\xi} + P_{MF}$$

Όπου :

$P_V$  , διατιθέμενη πίεση δικτύου

$H_{geo}$  , υψομετρική διαφορά πίεσης μεταξύ του κέντρου της σωλήνωσης σύνδεσης της λήψης στο υψηλότερο σημείο του κτιρίου και του κέντρου του αγωγού υδροδότησης στο σημείο παροχέτευσης του κτιρίου

$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta}$  , πτώση πίεσης λόγω τριβών σε ένα ευθύγραμμο τμήμα μιας σωλήνωσης

$\Delta P_{\varepsilon\xi}$  , πτώση πίεσης από μια μεμονωμένη αντίσταση σε μια σωλήνωση

$P_{MF}$  , στατική υπερπίεση στο σημείο σύνδεσης μιας λήψης κατά τη διάρκεια της παροχής υπολογισμού

Στην περίπτωση μας, λαμβάνεται ως δυσμενέστερη θέση, ο τελευταίος υδραυλικός υποδοχέας στο υψηλότερο επίπεδο, του κλάδου 11.Η.

Λαμβάνεται ως δυσμενέστερος ο κλάδος 11.Η, επειδή λόγω της τυπικότητας που παρουσιάζουν οι στήλες μας ο κλάδος αυτός είναι ο πιο απομακρυσμένος από το σημείο υδροδότησης.



### ΚΛΑΔΟΣ 19.ΗΚ

Ο κλάδος 19.ΗΚ τροφοδοτεί 2 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(19.ΗΚ)} = 1 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(19.ΗΚ)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(19.ΗΚ)}^{0,5} - 0,12 = 0,578 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα απωλειών πίεσης για θερμοκρασία νερού  $\theta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  για παροχή αιχμής  $Q_{s(19.ΗΚ)} = 0,578 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=0,87 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,6 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(19.ΗΚ)} = R \cdot L = 3,6 \cdot 3,7 = 13,32 \text{ mbar} = 0,13 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 18.19

Ο κλάδος 18.19 τροφοδοτεί 4 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(18.19)} = 2 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(18.19)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(18.19)}^{0,5} - 0,12 = 0,867 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(18.19)} = 0,867 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=1,31 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 7,4 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(18.19)} = R \cdot L = 7,4 \cdot 3,2 = 23,68 \text{ mbar} = 0,24 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 17.18

Ο κλάδος 17.18 τροφοδοτεί 6 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(17.18)} = 3 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(17.18)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(17.18)}^{0,5} - 0,12 = 1,089 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(17.18)} = 1,089 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,8 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(17.18)} = R \cdot L = 3,8 \cdot 3,2 = 12,16 \text{ mbar} = 0,12 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 16.17

Ο κλάδος 16.17 τροφοδοτεί 8 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(16.17)} = 4 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(16.17)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(16.17)}^{0,5} - 0,12 = 1,27 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(16.17)} = 1,27 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,24 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 5 \text{ mbar/m}$

$$\Delta P_{\text{τριβ}(16.17)} = R \cdot L = 5 \cdot 3.2 = 16 \text{ mbar} = 0,16 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$

### ΚΛΑΔΟΣ 15.16

Ο κλάδος 15.16 τροφοδοτεί 10 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(15.16)} = 5 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(15.16)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(15.16)}^{0,5} - 0,12 = 1,44 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(15.16)} = 1,44 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 6,2 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(15.16)} = R \cdot L = 6,2 \cdot 3.2 = 19,84 \text{ mbar} = 0,20 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$

### ΚΛΑΔΟΣ 14.15

Ο κλάδος 14.15 τροφοδοτεί 12 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(14.15)} = 6 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(14.15)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(14.15)}^{0,5} - 0,12 = 1,59 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(14.15)} = 1,59 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,55 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 7,5 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(14.15)} = R \cdot L = 7,5 \cdot 3.2 = 24 \text{ mbar} = 0,24 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$

### ΚΛΑΔΟΣ 13.14

Ο κλάδος 13.14 τροφοδοτεί 14 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(13.14)} = 7 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(13.14)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(13.14)}^{0,5} - 0,12 = 1,73 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(13.14)} = 1,73 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 8,7 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\rho\beta(13.14)} = R \cdot L = 8,7 \cdot 3,2 = 27,84 \text{ mbar} = 0,28 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 12.13

Ο κλάδος 12.13 τροφοδοτεί 16 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(12.13)} = 8 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(12.13)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(12.13)}^{0,5} - 0,12 = 1,86 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(12.13)} = 1,86 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 9,9 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\rho\beta(12.13)} = R \cdot L = 9,9 \cdot 3,2 = 31,68 \text{ mbar} = 0,32 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 11.12 (ΤΥΠΙΚΗ ΣΤΗΛΗ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ)

Ο κλάδος 11.12 τροφοδοτεί 18 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(11.12)} = 9 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(11.12)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(11.12)}^{0,5} - 0,12 = 1,97 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(11.12)} = 1,97 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,2 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,5 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\rho\beta(11.12)} = R \cdot L = 3,5 \cdot 14,7 = 51,45 \text{ mbar} = 0,52 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$



Λόγω της τυπικότητας των κατακόρυφων στηλών όπως έχει περιγραφεί προηγουμένως για τον υπολογισμό του οριζόντιου δικτύου το οποίο θα τροφοδοτήσει αυτές τις 8 κατακόρυφες στήλες λαμβάνεται ως υπόδειγμα η τυπική στήλη 11.Η .(κλάδος 11.12). Συνεχίζοντας τους υπολογισμούς για το οριζόντιο δίκτυο προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

### ΚΛΑΔΟΣ 10.11

Ο κλάδος 10.11 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(10.11)} = 18 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(10.11)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(10.11)}^{0,5} - 0,12 = 2,84 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(11.12)} = 2,84 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,22 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 2,9 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(10.11)} = R \cdot L = 2,9 \cdot 9,7 = 28,13 \text{ mbar} = 0,28 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$

### ΚΛΑΔΟΣ 9.10

Ο κλάδος 9.10 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(9.10)} = 27 \text{ l/s}$

Για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής θα χρησιμοποιηθεί ο ακόλουθο τύπος λόγω ότι στον κλάδο αυτόν η παροχή ζήτησης έχει υπολογιστεί ως  $\Sigma Q_{R(9.10)} \geq 20 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(9.10)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(9.10)}^{0,5} - 1,83 = 3,78 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(9.10)} = 3,78 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,63 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 5 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(9.10)} = R \cdot L = 5 \cdot 2,8 = 14 \text{ mbar} = 0,14 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$

### ΚΛΑΔΟΣ 5.9

Ο κλάδος 5.9 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(5.9)} = 36 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(5.9)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(5.9)}^{0,5} - 1,83 = 4,65 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(5.9)} = 4,65$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 80 με ταχύτητα  $v=1,38$  m/s και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3$  mbar/m.

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(5.9)} = R \cdot L = 3 \cdot 11,7 = 35,1 \text{ mbar} = 0,35 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 2.5

Ο κλάδος 2.5 τροφοδοτεί και τις 8 τυπικές στήλες του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(5.9)} = 72$  l/s

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(2.5)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(2.5)}^{0,5} - 1,83 = 7,33$  l/s

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(2.5)} = 7,33$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 100 με ταχύτητα  $v=1,47$  m/s και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 2,5$  mbar/m.

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(2.5)} = R \cdot L = 2,5 \cdot 53,6 = 134 \text{ mbar} = 1,34 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 1.2

Ο κλάδος 1.2 αποτελεί το κεντρικό δίκτυο διανομής κρύου νερού χρήσης για την εξυπηρέτηση των αναγκών όλου του κτιρίου .Δηλαδή τροφοδοτεί τους κοινόχρηστους χώρους του 1ου επιπέδου καθώς και τις κατακόρυφες στήλες εξυπηρέτησης των υπόλοιπων επιπέδων.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(1.2)} = 73,08$  l/s

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(1.2)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(1.2)}^{0,5} - 1,83 = 7,4$  l/s

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(1.2)} = 7,4$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 100 με ταχύτητα  $v=1,48$  m/s και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 2,6$  mbar/m.

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(1.2)} = R \cdot L = 2,6 \cdot 31,2 = 81,12 \text{ mbar} = 0,81 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

## 6.7.2 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΖΩΝΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Έχοντας επιλέξει την τυπική στήλη 11.H την δυσμενέστερη θέση του δικτύου θα υπολογιστεί η πίεση λειτουργίας,  $P_e$ , του κλάδου 1.H.

Στην περίπτωση αυτή έχουμε τα ακόλουθα δεδομένα :

1.  $H_{geo(1.H)} = 43,5 \text{ m}\Sigma\Upsilon$
2.  $P_{MF} = 1 \text{ bar} = 10 \text{ m}\Sigma\Upsilon$
3.  $\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(1.H)} = \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(1.2)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(2.5)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(5.9)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(9.10)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(10.11)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(11.12)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(12.13)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(13.14)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(14.15)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(15.16)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(16.17)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(17.18)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(18.19)} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(19.H)} = 4,82 \text{ m}\Sigma\Upsilon$
4. Επειδή η τιμή των απωλειών πίεσης λόγω μεμονωμένων αντιστάσεων κατά μήκος της σωλήνωσης είναι ιδιαίτερα μικρή, για τον προσδιορισμό της θα θεωρηθεί ίση με το 30% των απωλειών πίεσης λόγω τριβών.  
 $\Delta P_{\varepsilon\xi 1.H} = 0,3 \cdot 4,82 = 1,45 \text{ m}\Sigma\Upsilon$

Οπότε η πίεση λειτουργίας του δικτύου υπολογίζεται ως :

$$P_e = H_{geo(1.H)} + P_{MF} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(1.H)} + \Delta P_{\varepsilon\xi 1.H} = 60,27 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

Θεωρώντας ως ελάχιστη ημερήσια πίεση δικτύου πόλεως τα 4,5 bar παρατηρείται ότι η διατιθέμενη πίεση  $P_v = 45 \text{ m}\Sigma\Upsilon$  είναι μικρότερη της πίεσης λειτουργίας  $P_e = 60,27 \text{ m}\Sigma\Upsilon$ .

Παρατηρώντας τα άνωθεν αποτελέσματα του δικτύου οι απώλειες πίεσης λόγω τριβών και λόγω μεμονωμένων αντιστάσεων είναι ιδιαίτερα μικρές ως προς την διατιθέμενη πίεση της πόλης και μπορούν να θεωρηθούν ως σταθερές. Όπως άλλωστε σταθερή είναι και η ελάχιστη πίεση εκροής του υποδοχέα μας, ανεξαρτήτως της θέσης του δυσμενέστερου κλάδου.

Για τον λόγο αυτόν αποφασίζεται ο διαχωρισμός του κτιρίου μας σε δύο ζώνες.

Η πρώτη ζώνη , ζώνη 1 , θα τροφοδοτείται απευθείας από το δίκτυο πόλεως και θα ικανοποιεί τις ανάγκες του κτιρίου από το πρώτο έως και το έβδομο επίπεδο.

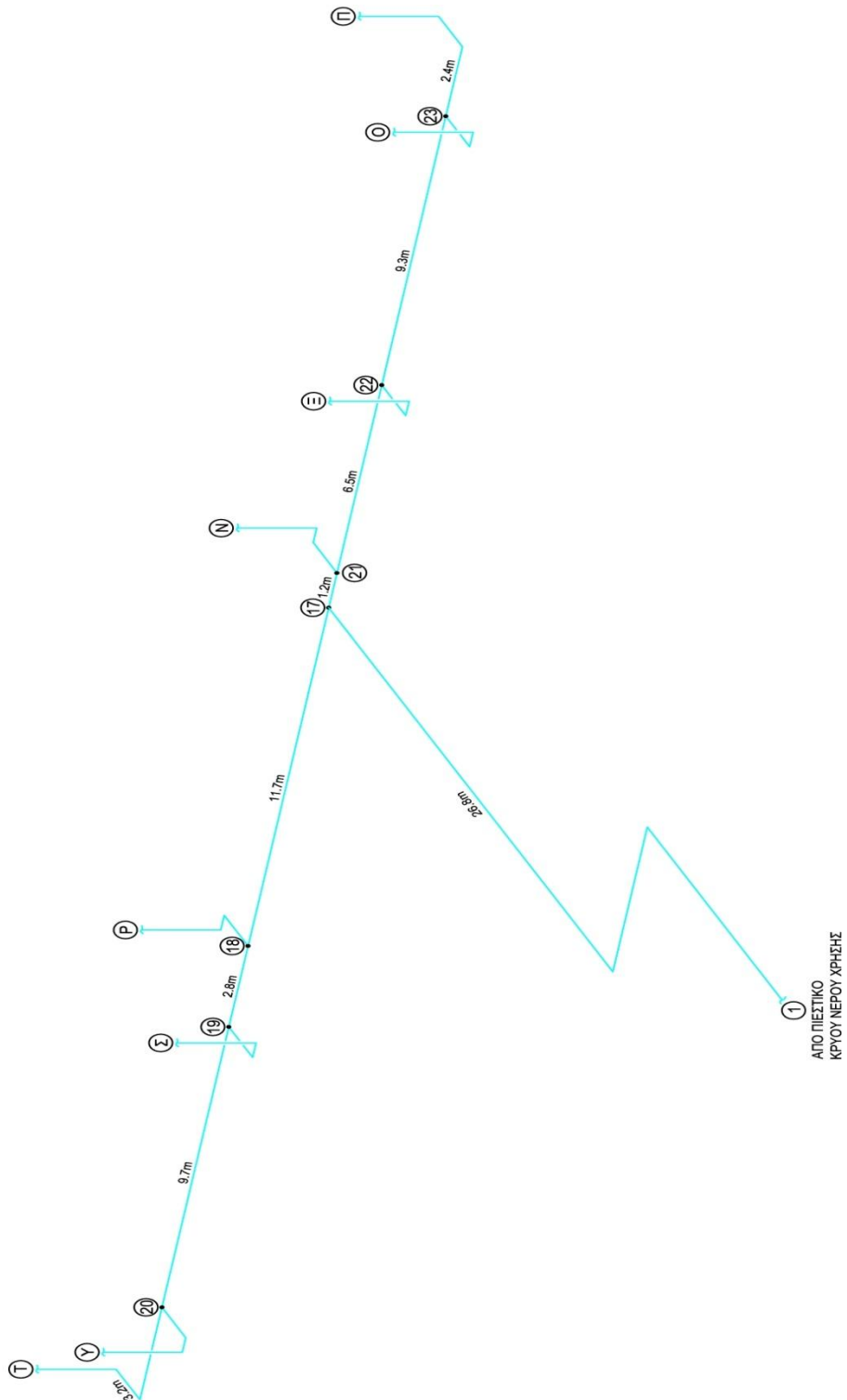
Η δεύτερη ζώνη , ζώνη 2 , θα ικανοποιεί τις ανάγκες του κτιρίου μέσω εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης , και θα εξυπηρετεί το κτίριο από το όγδοο έως και το δωδέκατο επίπεδο.

Ως προς επιβεβαίωση η πίεση λειτουργίας στην περίπτωση αυτή του δυσμενέστερου κλάδου της πρώτης ζώνης , ο οποίος θα τροφοδοτεί έως και το έβδομο επίπεδο, προκύπτει :

$$P_{e1} = H_{geo(1.)} + P_{MF} + \Delta P_{\tau\rho\iota\beta(1)} + \Delta P_{\varepsilon\xi 1} = 24,3 + 10 + 4,82 + 1,45 = 40,57 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

η οποία πράγματι είναι μικρότερη από την ελάχιστη διατιθέμενη πίεση του δικτύου πόλεως.

## 6.8 ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΡΥΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΖΩΝΗΣ 2



Σχήμα 6.3 Διαγραμματική απεικόνιση δικτύου διανομής κρύου νερού χρήσης δεύτερης ζώνης

Από το διάγραμμα διανομής κρύου νερού χρήσης Ζώνης 2 θεωρείται ως δυσμενέστερη θέση ο τελευταίος υδραυλικός υποδοχέας στο υψηλότερο επίπεδο του κλάδου 20.Τ.

Ο κλάδος 20.Τ, λαμβάνεται ως ο δυσμενέστερος επειδή λόγω της τυπικότητας που παρουσιάζουν οι στήλες, ο κλάδος αυτός είναι ο πιο απομακρυσμένος από το σημείο υδροδότησης.

#### ΚΛΑΔΟΣ 27.ΤΕ

Ο κλάδος 27.ΤΕ τροφοδοτεί 2 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(27.ΤΕ)} = 1 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(27.ΤΕ)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(27.ΤΕ)}^{0,5} - 0,12 = 0,578 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(15.16)} = 0,578 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=0,88 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,9 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(27.ΤΕ)} = R \cdot L = 3,9 \cdot 3,7 = 14,42 \text{ mbar} = 0,15 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

#### ΚΛΑΔΟΣ 26.27

Ο κλάδος 26.27 τροφοδοτεί 4 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(26.27)} = 2 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(26.27)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(26.27)}^{0,5} - 0,12 = 0,867 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(26.27)} = 0,867 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=1,31 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 7,4 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(26.27)} = R \cdot L = 7,4 \cdot 3,2 = 23,68 \text{ mbar} = 0,24 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

#### ΚΛΑΔΟΣ 25.26

Ο κλάδος 25.26 τροφοδοτεί 6 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(25.26)} = 3 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(25.26)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(25.26)}^{0,5} - 0,12 = 1,09 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(25.26)} = 1,09 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,06 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,8 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(25.26)} = R \cdot L = 3,8 \cdot 3,2 = 12,16 \text{ mbar} = 0,12 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 24.25

Ο κλάδος 24.25 τροφοδοτεί 8 δωμάτια τύπου X.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(24.25)} = 4 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(24.25)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(24.25)}^{0,5} - 0,12 = 1,28 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(24.25)} = 1,28 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,24 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 5 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(24.25)} = R \cdot L = 5 \cdot 3,2 = 16 \text{ mbar} = 0,16 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 20.24

Ο κλάδος 20.24 τροφοδοτεί 10 δωμάτια τύπου X , και αποτελεί την τυπική στήλη διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του κτιρίου .Αυτό τον κλάδο θα τον θεωρήσουμε ως υπόδειγμα στην συνέχεια των υπολογισμών μας.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(20.24)} = 5 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(20.24)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(20.24)}^{0,5} - 0,12 = 1,44 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(20.24)} = 1,44 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 6,3 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(20.24)} = R \cdot L = 6,3 \cdot 26,3 = 165,7 \text{ mbar} = 1,66 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 19.20

Ο κλάδος 19.20 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(19.20)} = 10 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(19.20)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(19.20)}^{0,5} - 0,12 = 2,1 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(19.20)} = 2,1 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,3 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,9 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(19.20)} = R \cdot L = 3,9 \cdot 9,7 = 37,83 \text{ mbar} = 0,38 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 18.19

Ο κλάδος 18.19 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(18.19)} = 15 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(18.19)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(18.19)}^{0,5} - 0,12 = 2,58 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(18.19)} = 2,58 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,6 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 5,7 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(18.19)} = R \cdot L = 5,7 \cdot 2,8 = 15,96 \text{ mbar} = 0,16 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 17.18

Ο κλάδος 17.18 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(17.18)} = 20 \text{ l/s}$

Για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής θα χρησιμοποιηθεί ο ακόλουθος τύπος λόγω ότι στον κλάδο αυτόν έχει υπολογιστεί  $\Sigma Q_{R(17.18)} \geq 20 \text{ l/s}$ .

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(17.18)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(17.18)}^{0,5} - 1,83 = 3 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(17.18)} = 3 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,3 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,3 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(17.18)} = R \cdot L = 3,3 \cdot 11,7 = 38,61 \text{ mbar} = 0,39 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 23.Π

Ο κλάδος 23.Π τροφοδοτεί 1 τυπική στήλη διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(23.Π)} = 5 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(23.Π)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(23.Π)}^{0,5} - 0,12 = 1,44 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(23.Π)} = 1,44 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$ .



### ΚΛΑΔΟΣ 23.0

Ο κλάδος 23.0 τροφοδοτεί 1 τυπική στήλη διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(23.0)} = 5 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(23.0)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(23.0)}^{0,5} - 0,12 = 1,44 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(23.0)} = 1,44 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 22.23

Ο κλάδος 22.23 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(22.23)} = 10 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(22.23)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(22.23)}^{0,5} - 0,12 = 2,1 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(22.23)} = 2,1 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,3 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 21.22

Ο κλάδος 21.22 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(21.22)} = 15 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(21.22)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(21.22)}^{0,5} - 0,12 = 2,58 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(21.22)} = 2,58 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN50 με ταχύτητα  $v=1,6 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 17.21

Ο κλάδος 17.21 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(17.21)} = 20 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(17.21)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(17.21)}^{0,5} - 1,83 = 3 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(17.21)} = 3 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,3 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 1.17

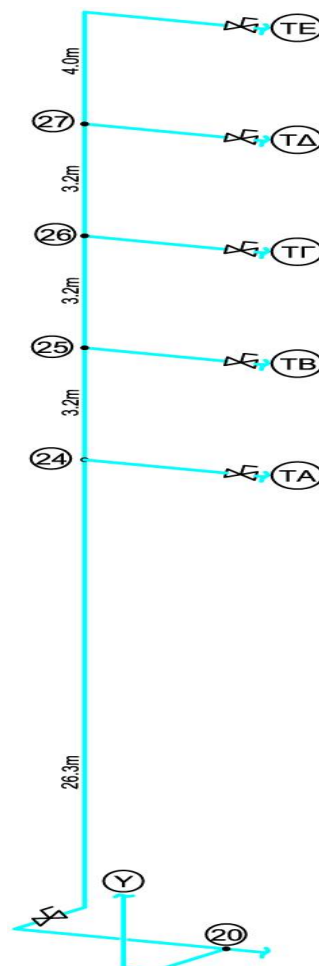
Ο κλάδος 1.17 αποτελεί το κεντρικό δίκτυο διανομής κρύου νερού χρήσης της δεύτερης ζώνης του κτιρίου. Τροφοδοτεί και τις 8 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου .

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(1.17)} = 40 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(1.17)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(1.17)}^{0,5} - 1,83 = 5 \text{ l/s}$

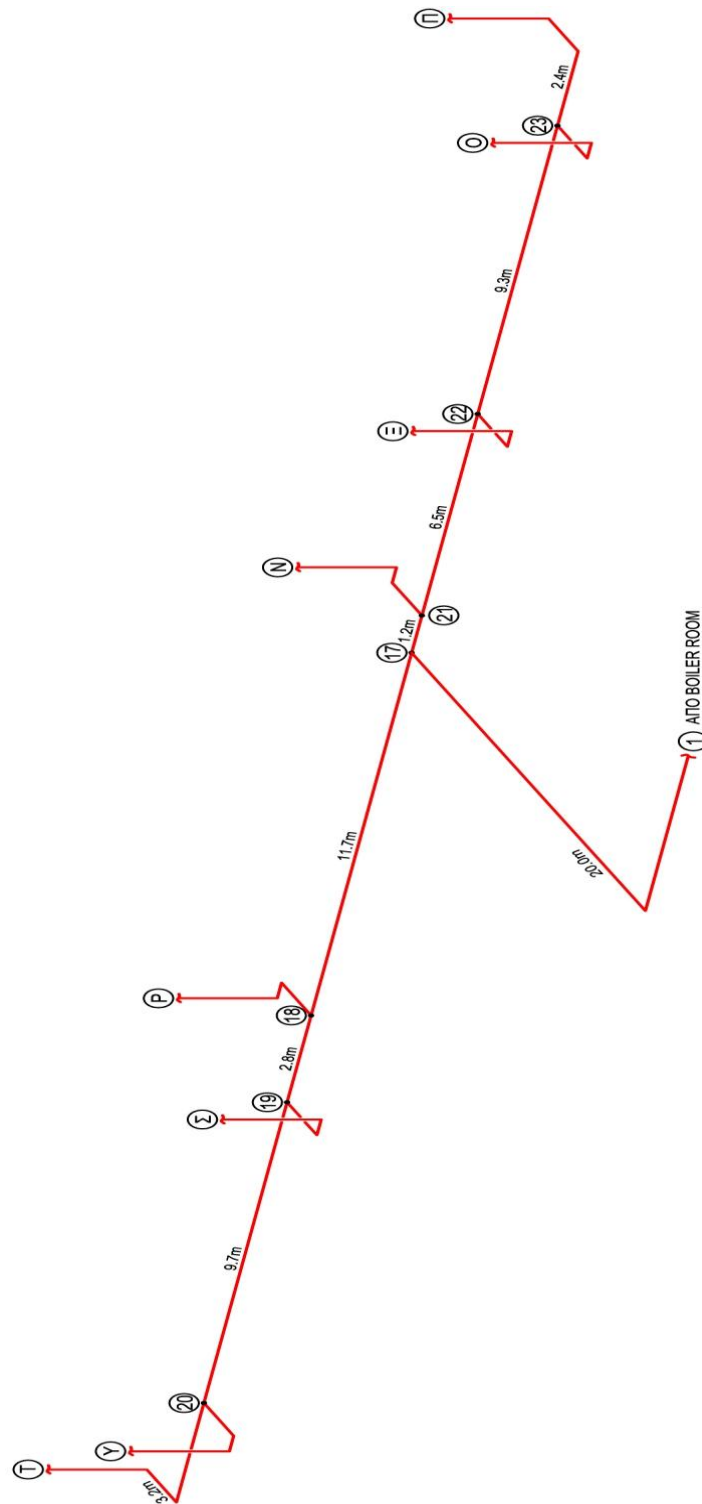
Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(1.17)} = 5 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 80 με ταχύτητα  $v=1,5 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,4 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(1.17)} = R \cdot L = 3,4 \cdot 26,8 = 91,12 \text{ mbar} = 0,91 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$



Σχήμα 6.4 Διαγραμματική απεικόνιση τυπικής στήλης δικτύου διανομής κρύου νερού χρήσης Ζώνης 2

## 6.9 ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΖΩΝΗΣ 2



Σχήμα 6.4 Διαγραμματική απεικόνιση δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης δεύτερης ζώνης

Από το διάγραμμα διανομής ζεστού νερού χρήσης Ζώνης 2 θεωρείται ως δυσμενέστερη θέση ο τελευταίος υδραυλικό υποδοχέα στο υψηλότερο επίπεδο του κλάδου 20-T.

Λαμβάνεται ως δυσμενέστερος ο κλάδος 20-T επειδή λόγω της τυπικότητας που παρουσιάζουν οι στήλες μας ο κλάδος αυτός είναι ο πιο απομακρυσμένος από το σημείο υδροδότησης.

### ΚΛΑΔΟΣ 27-TE

Ο κλάδος 27-TE τροφοδοτεί 2 δωμάτια τύπου X.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(27-TE)} = 0,74 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(27-TE)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(27-TE)}^{0,5} - 0,12 = 0,48 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(27-TE)} = 0,48 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 25 με ταχύτητα  $v=1,14 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 6,3 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(27-TE)} = R \cdot L = 6,3 \cdot 4 = 25,2 \text{ mbar} = 0,25 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 26-27

Ο κλάδος 26-27 τροφοδοτεί 4 δωμάτια τύπου X.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(26-27)} = 1,48 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(26-27)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(26-27)}^{0,5} - 0,12 = 0,73 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(26-27)} = 0,73 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 4,5 \text{ mbar/m}$

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(26-27)} = R \cdot L = 4,5 \cdot 3,2 = 14,4 \text{ mbar} = 0,14 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 25-26

Ο κλάδος 25-26 τροφοδοτεί 6 δωμάτια τύπου X.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(25-26)} = 2,22 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(25-26)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(25,26)}^{0,5} - 0,12 = 0,92 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(25-26)} = 0,92 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 6,9 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(25-26)} = R \cdot L = 6,9 \cdot 3,2 = 22,08 \text{ mbar} = 0,22 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 24-25

Ο κλάδος 24-25 τροφοδοτεί 8 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(24-25)} = 2,96 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(24-25)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(24-25)}^{0,5} - 0,12 = 1,1 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(24-25)} = 1,1 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,2 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(24-25)} = R \cdot L = 3,2 \cdot 3,2 = 10,24 \text{ mbar} = 0,1 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 20-24

Ο κλάδος 20-24 τροφοδοτεί 10 δωμάτια τύπου Χ , και αποτελεί την τυπική στήλη διανομής ζεστού νερού χρήσης της δεύτερης ζώνης του κτιρίου .Αυτό τον κλάδο θα τον θεωρηθεί ως υπόδειγμα στην συνέχεια των υπολογισμών μας.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(20-24)} = 3,7 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(20-24)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(20-24)}^{0,5} - 0,12 = 1,22 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(20-24)} = 1,22 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,2 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 4 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(20-24)} = R \cdot L = 4 \cdot 26,3 = 105,2 \text{ mbar} = 1,05 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 19-20

Ο κλάδος 19-20 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(19-20)} = 7,4 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(19-20)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(19-20)}^{0,5} - 0,12 = 1,8 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(19-20)} = 1,8 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 2,5 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(19-20)} = R \cdot L = 2,5 \cdot 9,7 = 24,25 \text{ mbar} = 0,24 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 18-19

Ο κλάδος 18-19 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(18-19)} = 11,1 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(18-19)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(18-19)}^{0,5} - 0,12 = 2,2 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(18-19)} = 2,2 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,7 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(18-19)} = R \cdot L = 3,7 \cdot 2,8 = 10,36 \text{ mbar} = 0,1 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 17-18

Ο κλάδος 17-18 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(17-18)} = 14,8 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(17-18)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(17-18)}^{0,5} - 0,12 = 2,56 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(17-18)} = 2,56 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 2,1 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(17-18)} = R \cdot L = 2,1 \cdot 11,7 = 52,65 \text{ mbar} = 0,25 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 23-Π

Ο κλάδος 23-Π τροφοδοτεί 1 τυπική στήλη διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(23-Π)} = 3,7 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(23-Π)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(23-Π)}^{0,5} - 0,12 = 1,22 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(23-Π)} = 1,22 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,2 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 23-0

Ο κλάδος 23-0 τροφοδοτεί 1 τυπική στήλη διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(23-0)} = 3,7 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(23-0)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(23-0)}^{0,5} - 0,12 = 1,22 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(23-0)} = 1,22 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,2 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 22-23

Ο κλάδος 22-23 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(22-23)} = 7,4 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(22-23)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(22-23)}^{0,5} - 0,12 = 1,8 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(22-23)} = 1,8 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 21-22

Ο κλάδος 21-22 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(21-22)} = 11,1 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(21-22)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(21-22)}^{0,5} - 0,12 = 2,2 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(21-22)} = 2,2 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN50 με ταχύτητα  $v=1,3 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 17-21

Ο κλάδος 17-21 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(17-21)} = 14,8 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(17-21)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(17-21)}^{0,5} - 0,12 = 2,56 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(17-21)} = 2,56 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 1-17

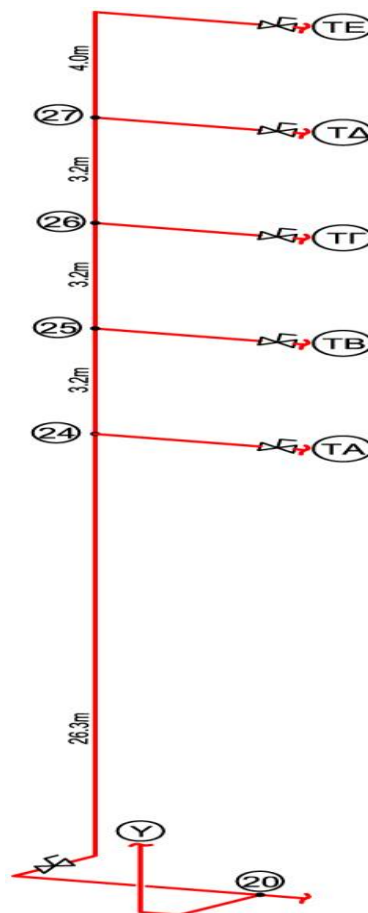
Ο κλάδος 1-17 αποτελεί τον κεντρικό δίκτυο διανομής ζεστού νερού χρήσης της δεύτερης ζώνης του κτιρίου . Τροφοδοτεί και τις 8 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της δεύτερης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(1-17)} = 29,6 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{S(1-17)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(1-17)}^{0,5} - 1,83 = 4,05 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{S(1-17)} = 4,05 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 80 με ταχύτητα  $v=1,2 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 2 \text{ mbar/m}$ .

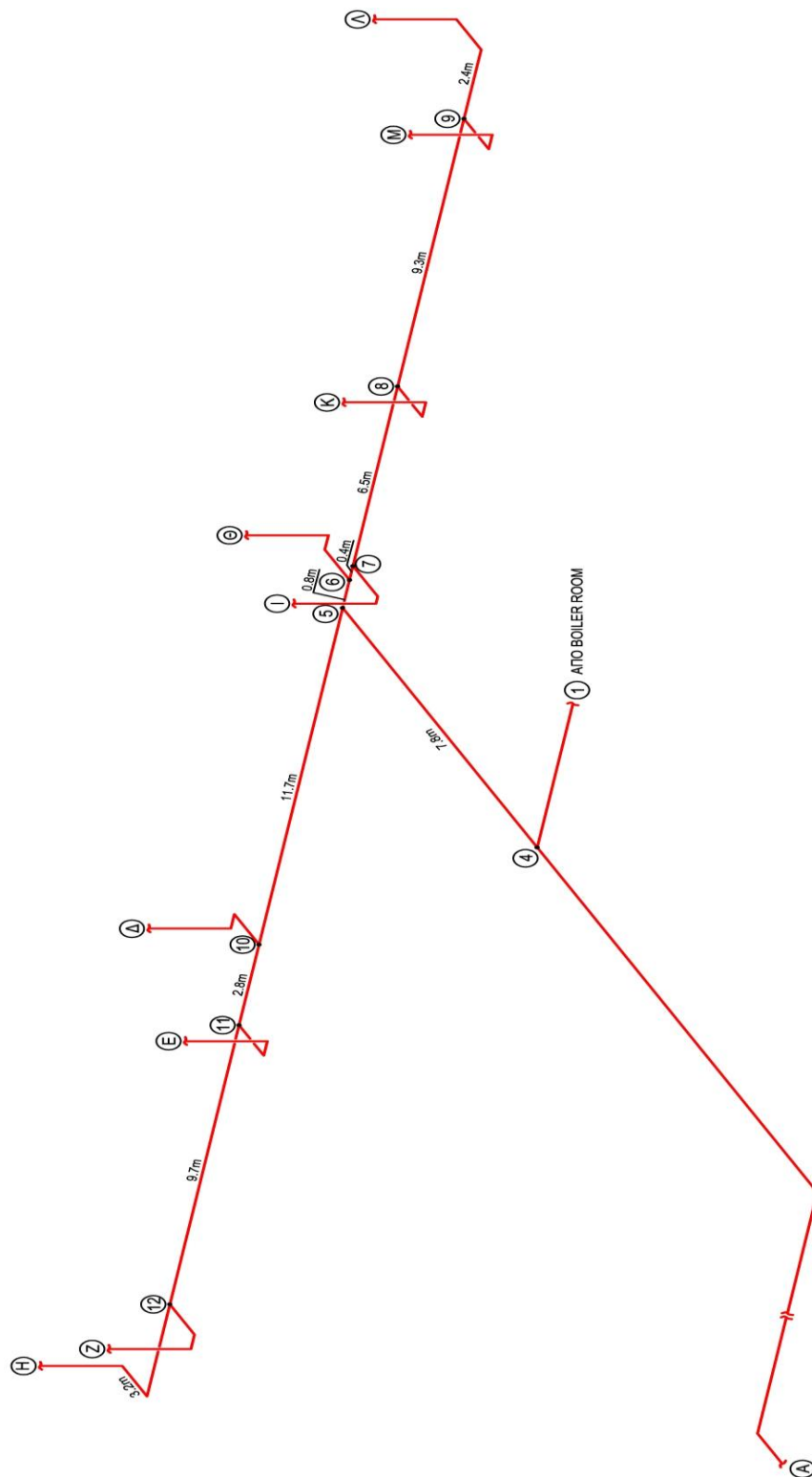
$$\Delta P_{\text{τριβ}(1-17)} = R \cdot L = 2 \cdot 20 = 40 \text{ mbar} = 0,4 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$



Σχήμα 6.4 Διαγραμματική απεικόνιση τυπικής στήλης δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης δεύτερης ζώνης



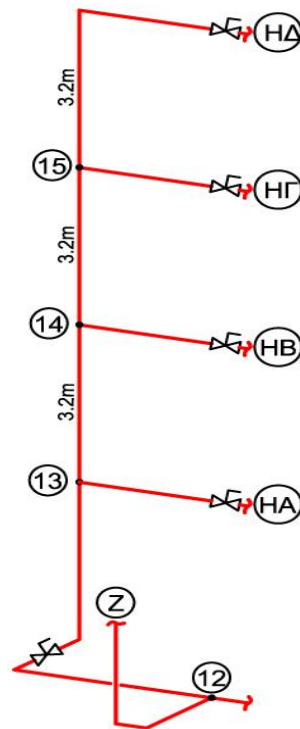
### 6.10 ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΖΩΝΗΣ 1



Σχήμα 6.5 Διαγραμματική απεικόνιση δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης πρώτης ζώνης

Από το διάγραμμα διανομής ζεστού νερού χρήσης Ζώνης Ι θεωρούμε ως δυσμενέστερη θέση τον τελευταίο υδραυλικό υποδοχέα στο υψηλότερο επίπεδο του κλάδου 12-Η.

Θεωρούμε ως δυσμενέστερο τον κλάδο 12-Η επειδή λόγω της τυπικότητας που παρουσιάζουν οι στήλες μας ο κλάδος αυτός είναι ο πιο απομακρυσμένος από το σημείο υδροδότησης.



Σχήμα 6.6 Διαγραμματική απεικόνιση τυπικής στήλης δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης πρώτης ζώνης

### ΚΛΑΔΟΣ 15-ΗΔ

Ο κλάδος 15-ΗΔ τροφοδοτεί 2 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(15-ΗΔ)} = 0,74 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(15-ΗΔ)} = 0,693 \Sigma Q_{R(15-ΗΔ)} - 0,12 = 0,48 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(15-ΗΔ)} = 0,48 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 25 με ταχύτητα  $v=1,14 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 6,28 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\rho\beta(15.ΗΔ)} = R \cdot L = 6,28 \cdot 4,2 = 26,38 \text{ mbar} = 0,27 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 14-15

Ο κλάδος 14-15 τροφοδοτεί 4 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(14-15)} = 1,48 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(14-15)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(14-15)} - 0,12 = 0,73 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(14-15)} = 0,73 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 4,5 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(14-15)} = R \cdot L = 4,5 \cdot 3,2 = 14,4 \text{ mbar} = 0,14 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 13-14

Ο κλάδος 13-14 τροφοδοτεί 6 δωμάτια τύπου Χ.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(13-14)} = 2,22 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(13-14)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(13-14)} - 0,12 = 0,92 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(13-14)} = 0,92 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 32 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 6,9 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(13-14)} = R \cdot L = 6,9 \cdot 3,2 = 22,08 \text{ mbar} = 0,22 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 12-13

Ο κλάδος 12-13 τροφοδοτεί 8 δωμάτια τύπου Χ , και αποτελεί την τυπική στήλη διανομής ζεστού νερού χρήσης της πρώτης ζώνης του κτιρίου. Αυτός ο κλάδος θα θεωρηθεί ως υπόδειγμα στην συνέχεια των υπολογισμών μας.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(12-13)} = 2,96 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(12-13)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(12-13)} - 0,12 = 1,08 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(12-13)} = 1,08 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,2 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(12-13)} = R \cdot L = 3,2 \cdot 12,7 = 40,64 \text{ mbar} = 0,41 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 11-12

Ο κλάδος 11-12 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(11-12)} = 5,92 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(11-12)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(11-12)} - 0,12 = 1,58 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(11-12)} = 1,28 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,54 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 6,2 \text{ mbar/m}$

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(11-12)} = R \cdot L = 6,2 \cdot 9,7 = 60,14 \text{ mbar} = 0,6 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 10-11

Ο κλάδος 10-11 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(10-11)} = 8,88 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(10-11)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(10-11)} - 0,12 = 1,96 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(10-11)} = 1,96 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,2 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(10-11)} = R \cdot L = 3 \cdot 2,8 = 8,4 \text{ mbar} = 0,08 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 5-10

Ο κλάδος 5-10 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(5-10)} = 11,84 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(5-10)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(5-10)} - 0,12 = 2,28 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(5-10)} = 2,28 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,9 \text{ mbar/m}$ .

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(5-10)} = R \cdot L = 3,9 \cdot 11,7 = 45,63 \text{ mbar} = 0,46 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

### ΚΛΑΔΟΣ 8-9

Ο κλάδος 8-9 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(8-9)} = 5,92 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(8-9)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(8-9)} - 0,12 = 1,58 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(8-9)} = 1,58 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,54 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 7-8

Ο κλάδος 7-8 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(7-8)} = 8,88 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(7-8)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(7-8)} - 0,12 = 1,96 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(7-8)} = 1,96 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,2 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 6-7

Ο κλάδος 6-7 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(6-7)} = 11,84 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(6-7)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(6-7)} - 0,12 = 2,28 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(6-7)} = 2,28 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$ .

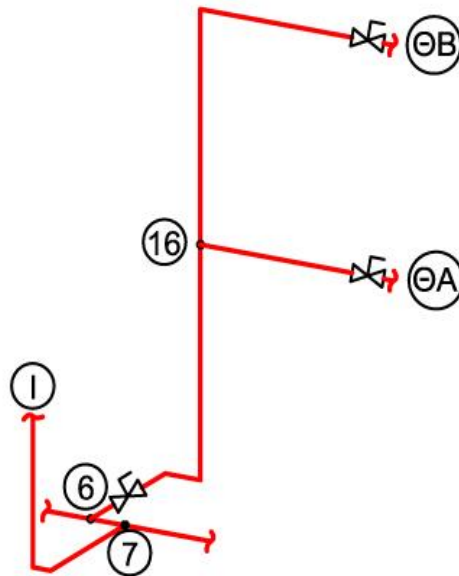
### ΚΛΑΔΟΣ 5-6

Ο κλάδος 5-6 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής ζεστού νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου , καθώς και την στήλη 6-Θ που εξυπηρετεί τους κοινόχρηστους χώρους υγιεινής του 2<sub>ου</sub> και 3<sub>ου</sub> επιπέδου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(5-6)} = 12,4 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(5-6)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(5-6)} - 0,12 = 2,34 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(5-6)} = 2,34$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,42$  m/s.



Σχήμα 6.7 Διαγραμματική απεικόνιση στήλης 6-Θ προς εξυπηρέτηση κοινόχρηστων χώρων

#### ΚΛΑΔΟΣ 4-5

Ο κλάδος 4-5 αποτελεί το οριζόντιο δίκτυο που τροφοδοτεί όλες τις κατακόρυφες στήλες ζεστού νερού χρήσης προς εξυπηρέτηση του κτιρίου εντός μηχανοδιαδρόμου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(4-5)} = 24,24$  l/s

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(4-5)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(4-5)} - 1,83 = 3,49$  l/s

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(4-5)} = 3,49$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 80 με ταχύτητα  $v=1,04$  m/s και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,7$  mbar/m.

$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(4-5)} = R \cdot L = 3,7 \cdot 7,8 = 28,86 \text{ mbar} = 0,29 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

#### ΚΛΑΔΟΣ 4-A

Ο κλάδος 4-A τροφοδοτεί τους κοινόχρηστους χώρους προσωπικού του 1<sup>ου</sup> επιπέδου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(4-A)} = 0,62 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(4-A)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(4-A)} - 0,12 = 0,43 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(4-A)} = 0,43 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 25 με ταχύτητα  $v=1,02 \text{ m/s}$ .

#### ΚΛΑΔΟΣ 1-4

Ο κλάδος 1-4 αποτελεί τον κεντρικό κλάδο διανομής που τροφοδοτεί με ζεστό νερό χρήσης ολόκληρη την 1<sup>η</sup> ζώνη του κτιρίου.

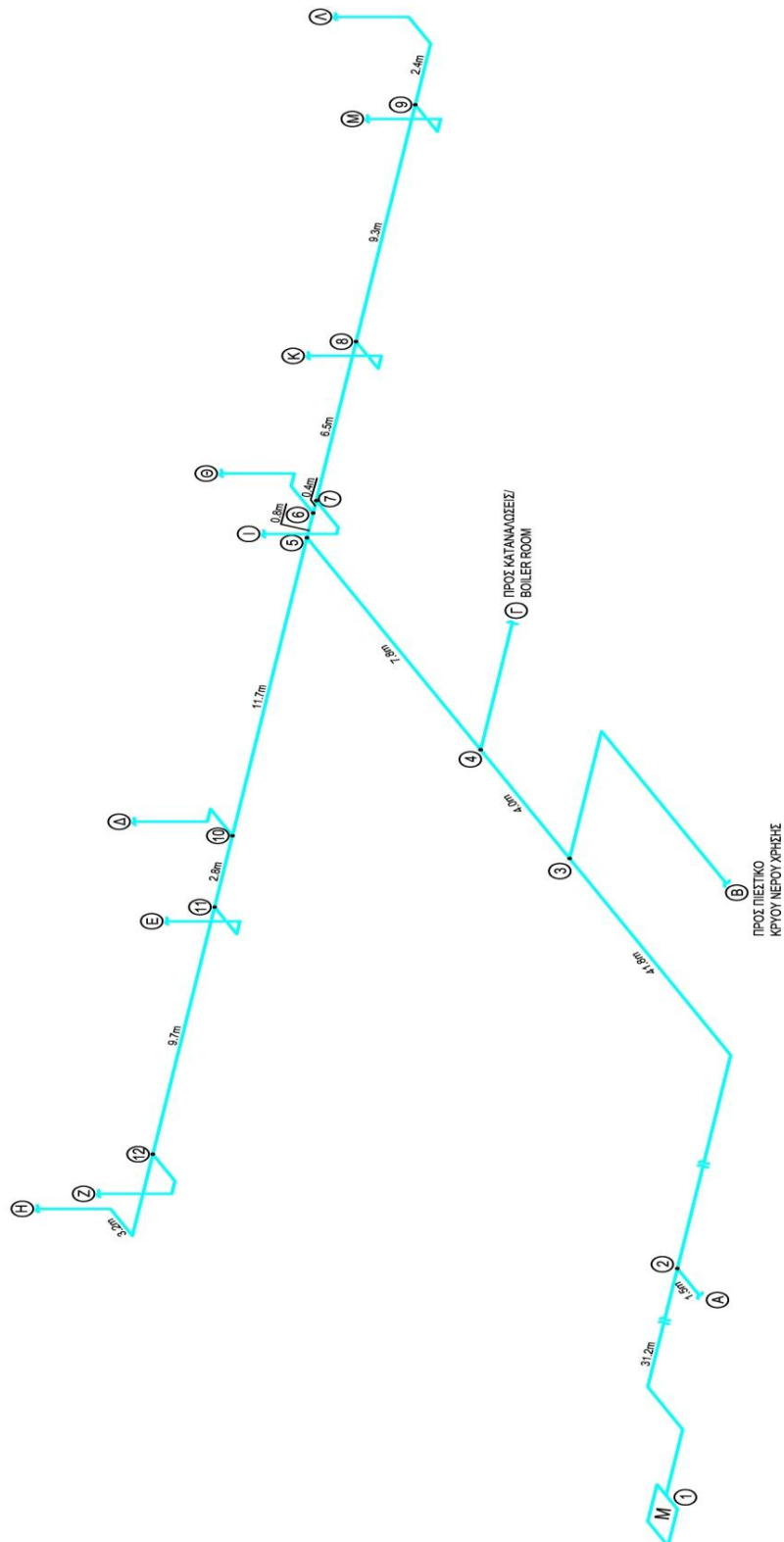
Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(1-4)} = 24,86 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(15-H\Delta)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(1-4)} - 1,83 = 3,56 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(1-4)} = 3,56 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 80 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$  και συντελεστή πτώσης πίεσης λόγω τριβών  $R = 3,8 \text{ mbar/m}$ .

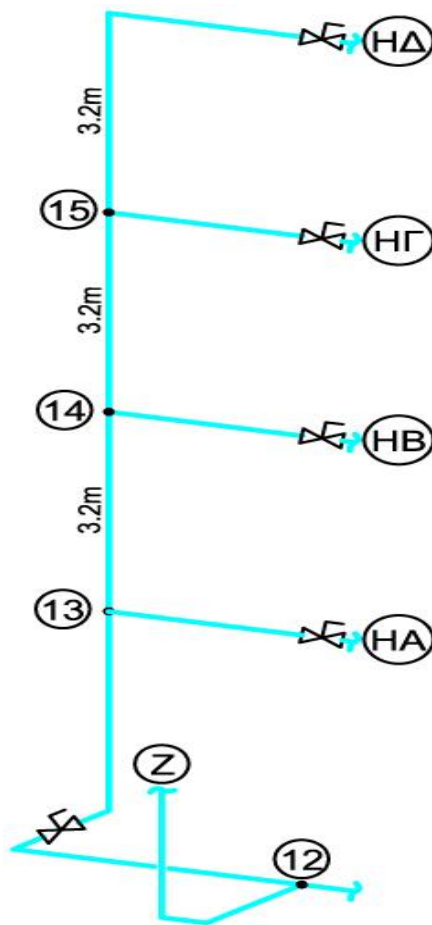
$$\Delta P_{\tau\rho\iota\beta(1-4)} = R \cdot L = 3,8 \cdot 21 = 79,8 \text{ mbar} = 0,8 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

## 6.11 ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΡΥΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΖΩΝΗΣ 1



Σχήμα 6.7 Διαγραμματική απεικόνιση δικτύου διανομής κρύου νερού χρήσης πρώτης ζώνης





Σχήμα 6.8 Διαγραμματική απεικόνιση τυπικής στήλης διανομής κρύου νερού χρήσης πρώτης ζώνης

### ΚΛΑΔΟΣ 12.H

Ο κλάδος 12.H τροφοδοτεί 8 δωμάτια τύπου X , και αποτελεί την τυπική στήλη διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του κτιρίου. Αυτός ο κλάδος θα τον θεωρηθεί ως υπόδειγμα στην συνέχεια των υπολογισμών μας.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(12.H)} = 4 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(12.H)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(12.H)}^{0,5} - 0,12 = 1,28 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(12.H)} = 1,28 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 40 με ταχύτητα  $v=1,24 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 11.12

Ο κλάδος 11.12 τροφοδοτεί τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του δικτύου .

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(11.12)} = 8 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{S(11.12)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(11.12)}^{0,5} - 0,12 = 1,85 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{S(11.12)} = 1,85 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 10.11

Ο κλάδος 10.11 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(10.11)} = 12 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{S(10.11)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(10.11)}^{0,5} - 0,12 = 2,3 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{S(10.11)} = 2,3 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,4 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 5.10

Ο κλάδος 5.10 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(5.10)} = 16 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{S(5.10)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(5.10)}^{0,5} - 0,12 = 2,7 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{S(5.10)} = 2,7 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,15 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 8.9

Ο κλάδος 8.9 τροφοδοτεί 2 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(8.9)} = 8 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{S(8.9)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(8.9)}^{0,5} - 0,12 = 1,85 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(8.9)} = 1,85$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,13$  m/s.

### ΚΛΑΔΟΣ 7.8

Ο κλάδος 7.8 τροφοδοτεί 3 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(7.8)} = 12$  l/s

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(7.8)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(7.8)}^{0,5} - 0,12 = 2,3$  l/s

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(7.8)} = 2,3$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 50 με ταχύτητα  $v=1,4$  m/s.

### ΚΛΑΔΟΣ 6.7

Ο κλάδος 6.7 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του δικτύου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(6.7)} = 16$  l/s

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(6.7)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(6.7)}^{0,5} - 0,12 = 2,7$  l/s

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(6.7)} = 2,7$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,15$  m/s.

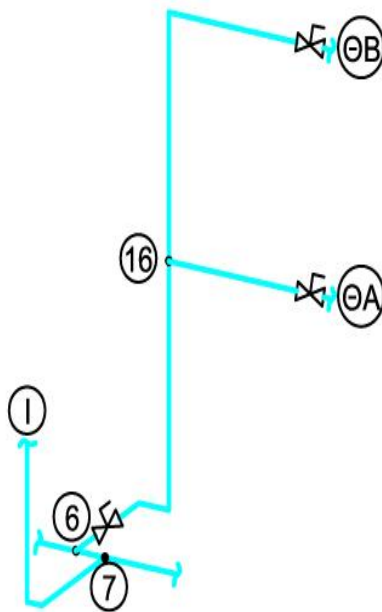
### ΚΛΑΔΟΣ 5.6

Ο κλάδος 5.6 τροφοδοτεί 4 τυπικές στήλες διανομής κρύου νερού της πρώτης ζώνης του δικτύου καθώς και την στήλη 6.Θ , στήλη που εξυπηρετεί τους κοινόχρηστους χώρους υγιεινής του 2<sub>ου</sub> και 3<sub>ου</sub> επιπέδου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(5.6)} = 17,84$  l/s

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(5.6)} = 0,693 \cdot \Sigma Q_{R(5.6)}^{0,5} - 0,12 = 2,82$  l/s

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(5.6)} = 2,82$  l/s επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 65 με ταχύτητα  $v=1,21$  m/s.



Σχήμα 6.9 Διαγραμματική απεικόνιση στήλης διανομής 6.Θ προς εξυπηρέτηση κοινόχρηστων χώρων

#### ΚΛΑΔΟΣ 4.5

Ο κλάδος 4.5 αποτελεί το οριζόντιο δίκτυο που τροφοδοτεί όλες τις στήλες προς εξυπηρέτηση του κτιρίου εντός μηχανοδιαδρόμου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(4.5)} = 33,84 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(4.5)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(4.5)}^{0,5} - 1,83 = 4,44 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(4.5)} = 4,44 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 80 με ταχύτητα  $v=1,32 \text{ m/s}$ .

#### ΚΛΑΔΟΣ 3.4

Ο κλάδος 3.4 αποτελεί το οριζόντιο δίκτυο που τροφοδοτεί όλες τις στήλες προς εξυπηρέτηση του κτιρίου εντός μηχανοδιαδρόμου καθώς και τις καταναλώσεις σε κρύο νερό του χώρου παρασκευαστήρων ζεστού νερού χρήσης ( boiler room).

Οι καταναλώσεις του boiler room υπολογίζονται ως η συνολική παροχή αιχμής του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης της 1ης και της 2ης ζώνης του κτιρίου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(3.4)} = 41,24 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(3.4)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(3.4)}^{0,5} - 1,83 = 5,1 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(3.4)} = 5,1 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 100 με ταχύτητα  $v=1 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 2.3

Ο κλάδος 2.3 τροφοδοτεί τον κλάδο 3.4 καθώς και τον κλάδο 3.B .

Ο κλάδος 3.B είναι αυτός που τροφοδοτεί το πιεστικό για την εξυπηρέτηση της δεύτερης ζώνης του κτιρίου σε καταναλώσεις κρύου νερού χρήσης και σαν παροχή ζήτησης θα υπολογίσουμε την συνολική παροχή αιχμής του δικτύου διανομής κρύου νερού της δεύτερης ζώνης.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(2.3)} = 46,24 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(4.5)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(4.5)}^{0,5} - 1,83 = 5,51 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(4.5)} = 5,51 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 100 με ταχύτητα  $v=1,1 \text{ m/s}$ .

### ΚΛΑΔΟΣ 1.2

Ο κλάδος 1,2 αποτελεί τον κεντρικό διανομέα κρύου νερού χρήσης ολόκληρου του κτιρίου και τροφοδοτεί τον κλάδο 2.3 καθώς και τον κλάδο 2.A.

Ο κλάδος 2.A είναι αυτός που εξυπηρετεί του κοινόχρηστους χώρους προσωπικού του 1<sup>ου</sup> επιπέδου.

Παροχή ζήτησης :  $\Sigma Q_{R(1.2)} = 47,32 \text{ l/s}$

Παροχή αιχμής:  $Q_{s(1.2)} = 1,08 \cdot \Sigma Q_{R(1.2)}^{0,5} - 1,83 = 5,6 \text{ l/s}$

Από το λογαριθμικό διάγραμμα για παροχή αιχμής  $Q_{s(1.2)} = 5,6 \text{ l/s}$  επιλέγεται διάμετρος σωλήνα DN 100 με ταχύτητα  $v=1,12 \text{ m/s}$ .

## **6.12 ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

Για την ικανοποίηση των αναγκών μας τόσο σε κρύο όσο και σε ζεστό νερό χρήσης για την δεύτερη ζώνη του κτιρίου επιλέγεται η χρησιμοποίηση πιεστικής εγκατάστασης αντλιών παράλληλης σύνδεσης σε άμεση σύνδεση με το δίκτυο της πόλης.

Η πιεστική εγκατάσταση ρυθμίζεται και παρακολουθείται από την μονάδα ελέγχου σε συνδυασμό με διάφορους αισθητήρες πίεσης και στάθμης. Οι αντλίες του συγκροτήματος ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται κλιμακωτά στα πλαίσια του ζωνικού εύρους ρύθμισης ανάλογα με την πίεση και τις ανάγκες σε νερό. Με τον επιμερισμό σε πολλές αντλίες , οι οποίες εξοπλίζονται με αδιαβάθμητη ρύθμιση αριθμού στροφών μέσω του ενσωματωμένου μετατροπέα συχνότητας εξασφαλίζεται μια συνεχής προσαρμογή της ισχύος στις εκάστοτε συνθήκες κατανάλωσης στα πλαίσια του δεδομένου ζωνικού εύρους ρύθμισης της πίεσης.

Η εκκίνηση της βασική αντλίας γίνεται αμέσως μόλις η πίεση πέσει κάτω από τη ρυθμισμένη επιθυμητή τιμή πίεσης .Όταν αυξάνονται οι ανάγκες σε νερό , ενεργοποιείται πρώτα η βασική αντλία μέχρι τον μέγιστο αριθμό στροφών. Σε αυτό το σημείο αναχαιτίζεται η ρύθμιση αριθμού στροφών , ώστε η συγκεκριμένη αντλία να λειτουργεί με τον μέγιστο βαθμό απόδοσης. Η αντλία αιχμής αναλαμβάνει στη συνέχεια τη λειτουργία ρύθμισης, και η οποία είναι ήδη ενεργοποιημένη από την μονάδα ελέγχου του συγκροτήματος όταν ο αριθμός στροφών της βασικής αντλίας έχει φτάσει περίπου στο 95 % , έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η εξάλειψη των υδραυλικών πληγμάτων ακόμα και αν προκαλούνται αναγκαστικά από την εκκίνηση της λειτουργίας της αντλίας αιχμής.

Σε περίπτωση περισσότερων από αντλιών αιχμής η εκκίνηση τους γίνεται ανάλογα με την παραπάνω περιγραφή. Οι αντλίες που λειτουργούν κλειδώνουν όταν φτάσουν στο μέγιστο αριθμό στροφών και τη ρυθμισμένη λειτουργία συνεχίζει η αντλία που έχει ενεργοποιηθεί . Έτσι επιτυγχάνεται μια οικονομική λειτουργία στον ονομαστικό αριθμό στροφών και συνεπώς ο μέγιστος βελτιστοποιημένος βαθμός απόδοσης των αντλιών , το φορτίο των οποίων έχει πλέον εξαλειφθεί.

Όταν μειώνονται οι ανάγκες σε νερό , ο αριθμός στροφών της αντλίας αιχμής που βρίσκεται σε λειτουργία πέφτει στην αρχή τόσο , ώστε η συγκεκριμένη αντλία να μην επιδρά πλέον στην υδραυλική απόδοση του συγκροτήματος αύξησης της πίεσης. Στη συνέχεια η μονάδα ελέγχου μεταβιβάζει την εντολή λειτουργίας στην επόμενη αντλία αιχμής ή στη βασική αντλία. Μετά από χρονική καθυστέρηση κάποιων δευτερολέπτων η αντλία αιχμής απενεργοποιείται , και αν μειωθούν κι άλλο οι ανάγκες σε νερό απενεργοποιούνται και οι άλλες αντλίες αιχμής σύμφωνα με την παραπάνω περιγραφή.

### 6.12.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΙΕΣΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΡΥΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Όπως έχει περιγραφεί και παραπάνω για την εξυπηρέτηση του κτιρίου σε κρύο νερό χρήσης θα επιλεγεί πιεστική εγκατάσταση αντλιών παράλληλης σύνδεσης σε άμεση σύνδεση με το δίκτυο της πόλης η οποία θα έχει σαν χαρακτηριστικά , παροχή ίση με την παροχή αιχμής του δικτύου διανομής κρύου νερού χρήσης της δεύτερης ζώνης του κτιρίου και μανομετρικό ίσο με την πίεση λειτουργίας του πιο απομακρυσμένου υποδοχέα του δυσμενέστερου κλάδου του δικτύου.

$$Q_{AN.KP} = Q_{s(1.17)} = 5 \text{ l/s} = 18 \text{ m}^3/\text{h} \text{ και ,}$$

$$P_{e \text{ 1.TE}} = H_{geo(1.TE)} + P_{MF} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(1.TE)} + \Delta P_{\varepsilon\xi \text{ 1.TE}}$$

$$5. H_{geo(1.TE)} = 43,5 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

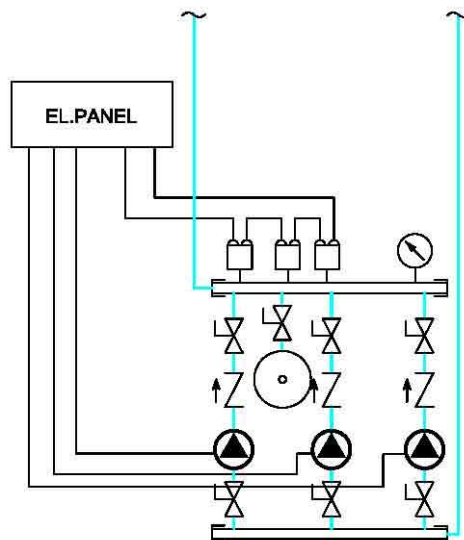
$$6. P_{MF} = 1 \text{ bar} = 10 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

$$7. \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(1.TE)} = \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(27.TE)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(26.27)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(25.26)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(24.25)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(20.24)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(19.20)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(18.19)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(17.18)} + \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(1.17)} = 4,17 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

$$8. \Delta P_{\varepsilon\xi \text{ 1.TE}} = 0,3 \cdot \Delta P_{\tau\rho\rho\rho(1.TE)} = 1,25 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

Οπότε προκύπτει ότι :

$$P_{AN.KP} = 69 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$



Σχήμα 6.10 Σχηματική απεικόνιση πιεστικού συγκροτήματος κρύου νερού χρήσης

### 6.12.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΙΕΣΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Όπως έχει περιγραφεί και παραπάνω για την εξυπηρέτηση του κτιρίου σε ζεστό νερό χρήσης θα επιλεγεί πιεστική εγκατάσταση αντλιών παράλληλης σύνδεσης σε άμεση σύνδεση με το δίκτυο της πόλης η οποία θα έχει σαν χαρακτηριστικά , παροχή ίση με την παροχή αιχμής του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης της δεύτερης ζώνης του κτιρίου και μανομετρικό ίσο με την πίεση λειτουργίας του πιο απομακρυσμένου υποδοχέα του δυσμενέστερου κλάδου του δικτύου.

$$Q_{AN.ZEΣT} = Q_{S(1-17)} = 4,05 \text{ l/s} = 14,6 \text{ m}^3/\text{h} \text{ και ,}$$

$$P_{e\ 1-TE} = H_{geo(1-TE)} + P_{MF} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(1-TE)} + \Delta P_{\varepsilon\xi\ 1-TE}$$

$$1. H_{geo(1-TE)} = 43,5 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

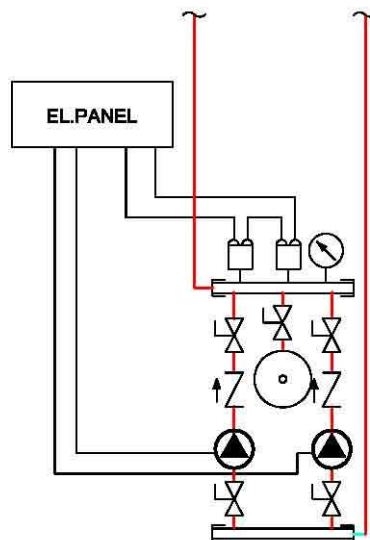
$$2. P_{MF} = 1 \text{ bar} = 10 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

$$3. \Delta P_{\tau\rho i\beta(1-TE)} = \Delta P_{\tau\rho i\beta(27-TE)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(26-27)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(25-26)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(24-25)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(20-24)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(19-20)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(18-19)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(17-18)} + \Delta P_{\tau\rho i\beta(1-17)} = 2,75 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

$$4. \Delta P_{\varepsilon\xi\ 1-TE} = 0,3 \cdot \Delta P_{\tau\rho i\beta(1-TE)} = 0,83 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$

Οπότε προκύπτει ότι :

$$P_{AN.ZEΣT} = 57,1 \text{ m}\Sigma\Upsilon$$



Σχήμα 6.11 Σχηματική απεικόνιση πιεστικού συγκροτήματος ζεστού νερού χρήσης



### **6.12.3 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΙΕΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ**

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι κατά την εγκατάσταση του πιεστικού συγκροτήματος τόσο του ζεστού όσο και του κρύου δικτύου διανομής του κτιρίου θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τα παρακάτω 2 σημεία :

- Στο τμήμα της αναρρόφησης όσο και της κατάθλιψης του συγκροτήματος θα πρέπει να τοποθετηθούν βάνες διακοπής έτσι ώστε να είναι δυνατή η αποκοπή της συσκευής από το δίκτυο σε περίπτωση βλάβης ή κάποιας άλλης πιθανής απρόσμενης εξέλιξης .
  
- Μεταξύ του τμήματος του δικτύου της αναρρόφησης και της κατάθλιψης του συγκροτήματος είναι χρήσιμο να κατασκευαστεί διάταξη παράκαμψης με την χρήση μιας βάνας διακοπής και μιας αντεπίστροφης βαλβίδας. Έτσι , σε περίπτωση βλάβης εξασφαλίζεται η ικανοποίηση των αναγκών μας σε νερό χρήσης έστω και προσωρινά μέσω της διατιθέμενης πίεσης του δικτύου της πόλης.

### 6.13 ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Ακόμα και σε περιπτώσεις που η μόνωση των σωληνώσεων διανομής εγκαταστάσεων ζεστού νερού είναι ικανοποιητική, εμφανίζονται σημαντικές μειώσεις της θερμοκρασίας του νερού που στέκεται μέσα στις σωληνώσεις εξαιτίας της διαρροής θερμότητας προς το σώμα του κτιρίου , όταν δεν γίνεται λήψη.

Στην περίπτωση μας , για την εναλλαγή του θερμού νερού που κρύωσε με φρέσκο θερμό από τον παρασκευαστήρα θερμού νερού , επιλέγεται η διαδικασία της βεβιασμένης ανακυκλοφορίας διαμέσου κυκλοφορητή , ή αντλίας ανακυκλοφορίας όπως είναι ευρέως γνωστός.

#### 6.13.1 ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 2<sup>ης</sup> ΖΩΝΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψη του υπολογισμούς της παραγράφου 6.9 για τον υπολογισμό των αντλιών ανακυκλοφορίας που θα χρησιμοποιηθούν, ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα :

Ονομαστική διάμετρος	Μήκος σωλήνωσης (m)	Χωρητικότητα σε νερό ( lit /m)	lit
DN 25	32	0,353	11,296
DN 32	51,2	0,66	33,792
DN 40	236	1,029	242,844
DN 50	28,3	1,647	46,6101
DN 65	12,9	2,323	29,9667
DN 80	29,6	3,358	99,3968
Συνολικός όγκος ζεστού νερού			463,91

Άρα ο όγκος του ζεστού νερού εντός των σωληνώσεων του δικτύου διανομής της δεύτερης ζώνης του κτιρίου υπολογίζεται σε  $V_{II} = 463, 91 \text{ lit} = 0,464 \text{ m}^3$  .

Επιλέγοντας 4 εναλλαγές/ώρα για το δίκτυο μας τότε η παροχή της αντλίας ανακυκλοφορίας για την δεύτερη ζώνη υπολογίζεται ως εξής :

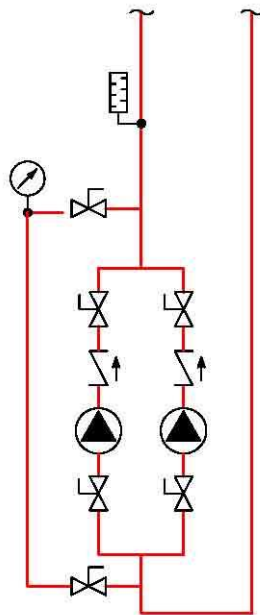
$$Q_{\text{ΑΝΑΚ.2}} = 4 \times 0,464 = 1,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Για τον υπολογισμό του μανομετρικού της αντλίας λαμβάνονται υπόψη μόνο οι απώλειες λόγω τριβών του δυσμενέστερου κλάδου του δικτύου μας , κλάδος 20-Τ .

$$\Delta P_{\text{τριβ}(1-TE)} = \Delta P_{\text{τριβ}(1.-17)} + \Delta P_{\text{τριβ}(17-18)} + \Delta P_{\text{τριβ}(18-19)} + \Delta P_{\text{τριβ}(19-20)} + \Delta P_{\text{τριβ}(20-24)} + \\ + \Delta P_{\text{τριβ}(24-25)} + \Delta P_{\text{τριβ}(25-26)} + \Delta P_{\text{τριβ}(26-27)} + \Delta P_{\text{τριβ}(27-TE)} = 2,75 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$

Άρα επιλέγονται δύο αντλίες (η μια εφεδρική) με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

$$Q = 1,85 \text{ m}^3/\text{h} , H = 2,75 \text{ m}\Sigma\text{Y}$$



Σχήμα 6.12 Σχηματική απεικόνιση αντλιών ανακυκλοφορίας

### 6.13.2 ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 1<sup>ης</sup> ΖΩΝΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψη του υπολογισμούς της παραγράφου 6.9 για τον υπολογισμό των αντλιών ανακυκλοφορίας που θα χρησιμοποιηθούν, ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα :

Ονομαστική διάμετρος	Μήκος σωλήνωσης (m)	Χωρητικότητα σε νερό ( lit /m)	lit
DN 25	88,9	0,353	31,382
DN 32	51,2	0,66	33,792
DN 40	120,6	1,029	124,097
DN 50	22,2	1,647	36,563
DN 65	-	-	-
DN 80	27,8	3,358	93,352
Συνολικός όγκος ζεστού νερού			319,19

Άρα ο όγκος του ζεστού νερού εντός των σωληνώσεων του δικτύου διανομής της πρώτης ζώνης του κτιρίου υπολογίζεται σε  $V_1 = 319,19 \text{ lit} = 0,319 \text{ m}^3$ .

Επιλέγοντας 4 εναλλαγές/ώρα για το δίκτυο μας τότε η παροχή της αντλίας ανακυκλοφορίας για την πρώτη ζώνη υπολογίζεται ως εξής :

$$Q_{\text{ΑΝΑΚ.1}} = 4 \times 0,319 = 1,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

Για τον υπολογισμό του μανομετρικού της αντλίας λαμβάνουμε υπόψη μόνο τις απώλειες λόγω τριβών του δυσμενέστερου κλάδου του δικτύου μας , κλάδος 12-Η.

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{τριβ}(1-H\Delta)} &= \Delta P_{\text{τριβ}(1-4)} + \Delta P_{\text{τριβ}(4-5)} + \Delta P_{\text{τριβ}(5-10)} + \Delta P_{\text{τριβ}(10-11)} + \Delta P_{\text{τριβ}(11-12)} + \\ &+ \Delta P_{\text{τριβ}(12-13)} + \Delta P_{\text{τριβ}(13-14)} + \Delta P_{\text{τριβ}(14-15)} + \Delta P_{\text{τριβ}(15-H\Delta)} = 3,27 \text{ m}\Sigma\text{Y} \end{aligned}$$

Άρα, επιλέγονται δύο αντλίες (η μια εφεδρική) με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

$$Q = 1,28 \text{ m}^3/\text{h} , H = 3,27 \text{ m } \Sigma\text{Y}$$

### **6.13.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**

Κατά την εγκατάσταση μιας αντλίας ανακυκλοφορίας θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα ακόλουθα σημεία :

- Στον σωλήνα κατάθλιψης πρέπει να τοποθετείται μετά την αντλία μια βάννα διακοπής η οποία όμως δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για ρύθμιση της παροχής .
  
- Στον σωλήνα κατάθλιψης μεταξύ της αντλίας και της βάννας διακοπής θα πρέπει να τοποθετείται μια αντεπίστροφη βαλβίδα. Η βαλβίδα αντεπιστροφής προστατεύει την αντλία από ενδεχόμενο υδραυλικό πλήγμα καθώς και αν για οποιονδήποτε λόγο διακοπεί η λειτουργία της , προστατεύει τόσο την αντλία όσο και τον κινητήρα της από αναστροφή της περιστροφής λόγω αναστροφής της ροής.
  
- Στον σωλήνα αναρρόφησης είναι επιθυμητή η εγκατάσταση μιας βάννας διακοπής τόσο για την διακοπή της λειτουργίας όσο και για την δυνατότητα απεγκατάσταση της αντλίας σε περίπτωση βλάβης.
  
- Η ευθυγράμμιση τους θα πρέπει να γίνεται κατά την θερμοκρασία λειτουργίας τους.

## 6.14 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΟΥ

Όπως έχει αναφερθεί σε δίκτυα με μεγάλες ευθείες αποστάσεις θα πρέπει να μελετηθεί η τοποθέτηση διαστολιακών ή διατάξεων Ωμέγα με σκοπό την απορρόφηση των διαστολών του σωλήνα.

Στην περίπτωση μας θα διερευνηθεί η τοποθέτηση διάταξης Ωμέγα στο ευθύγραμμο τμήμα των κατακόρυφων στηλών διανομής ζεστού νερού προς την δεύτερη ζώνη του κτιρίου.

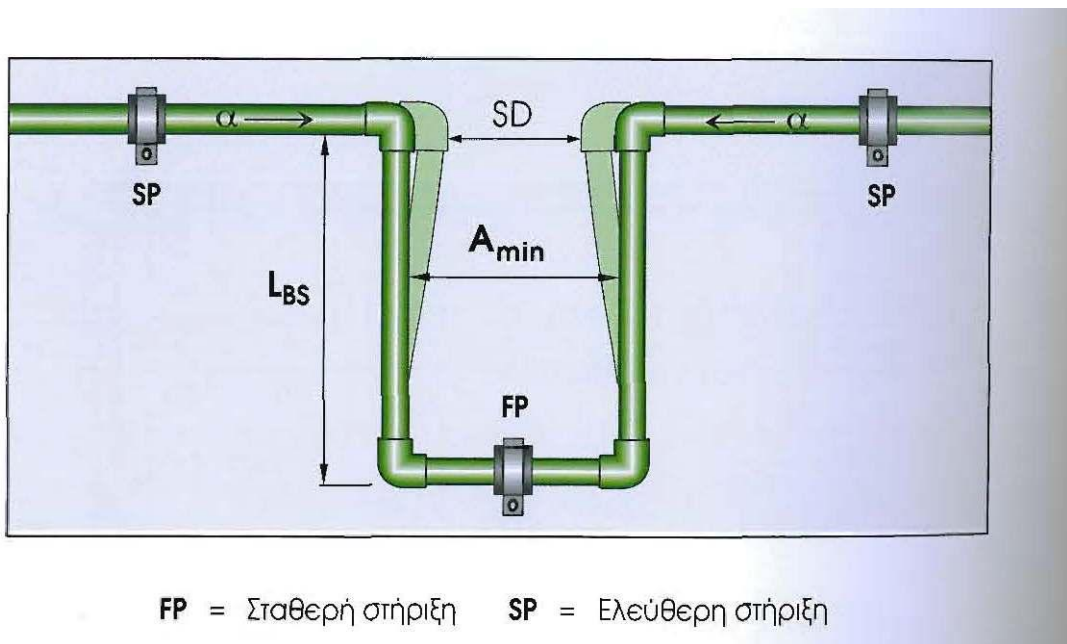
Επιλέγοντας σωλήνα προπυλενίου 3ης γενιάς έχουμε

- Συντελεστής γραμμικής διαστολής,  $\alpha = 0,030 \text{ mm } m \cdot ^\circ\text{C}$
- Συντελεστής ειδικού φορτίου  $k = 15$

Στην περίπτωση μας από τα δεδομένα του δικτύου μας έχουμε μήκος σωλήνα  $l = 42 \text{ m}$ , εξωτερική διατομή σωλήνα  $d = 50 \text{ mm}$ , θερμοκρασία νερού  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  και θερμοκρασία χώρου  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Η επιμήκυνση που προκαλείται λόγω διαστολών ισούται με

$$\Delta_L = L \cdot \alpha \cdot \Delta\theta = 21 \cdot 0,03 \cdot (55-20) = 20,5 \text{ mm}$$



Το μήκος βραχίονα  $L_{BS}$  ισούται με :

$$L_{BS} = k \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L} = 15 \cdot \sqrt{1025} = 480 \text{ mm}$$

Η ελάχιστη απόσταση βραχιόνων  $A_{\min}$  , παίρνοντας σαν απόσταση ασφαλείας  $SD = 150$  mm ισούται με :

$$A_{\min} = 2 \cdot \Delta L + SD = 87,2 + 150 = 191 \text{ mm}$$

Άρα επιλέγεται διαστολικό διάταξης τύπου  $\Omega$  , η οποία τοποθετείται στο μέσο του κατακόρυφου ευθύγραμμου τμήματος της σωλήνωσης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΕ ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΑΙ ΣΤΗΡΙΞΕΙΣ**

### **7.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Οι σωλήνες μεταφοράς ρευστών δέχονται σημαντικές δυνάμεις, οι οποίες μπορούν να έχουν επίδραση, τόσο στην αντοχή και την διάρκεια ζωής τους, όσο και στον τρόπο που θα πρέπει να στηριχθούν, ώστε να ανθίστανται στις δυνάμεις αυτές. Πιθανές αιτίες, που μπορούν να προκαλέσουν τέτοιες δυνάμεις είναι οι εξής :

- Ίδιο βάρος:

Οι σωλήνες έχουν βάρος, το οποίο συχνά είναι σημαντικό (ιδιαίτερα στις περιπτώσεις σωλήνων μεγάλης διατομής και πάχους τοιχωμάτων) και έτσι πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν σε υπολογισμούς.

- Δυνάμεις λόγω ροής:

Η ροή ρευστών στο εσωτερικό των σωλήνων οδηγεί στην ανάπτυξη δυνάμεων . Οι δυνάμεις αυτές οφείλονται κατά βάση στην αρχή διατήρησης της ορμής και θα αναλυθούν εκτενέστερα στην συνέχεια του κεφαλαίου αυτού.

- Δυνάμεις λόγω πίεσης ρευστού:

Οι δυνάμεις αυτές οφείλονται στην πίεση του ρευστού καθώς αυτό εισέρχεται ή εξέρχεται από ένα τμήμα σωλήνωσης.

- Δυνάμεις λόγω εσωτερικών – εξωτερικών πιέσεων:

Οι δυνάμεις αυτές εμφανίζονται όταν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στην πίεση στο εσωτερικό και το εξωτερικό του σωλήνα.



## 7.2 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΛΟΓΩ ΒΑΡΟΥΣ

Το βάρος ενός σωλήνα υπολογίζεται συνήθως ανά μονάδα μήκους και βρίσκεται από την παρακάτω σχέση:

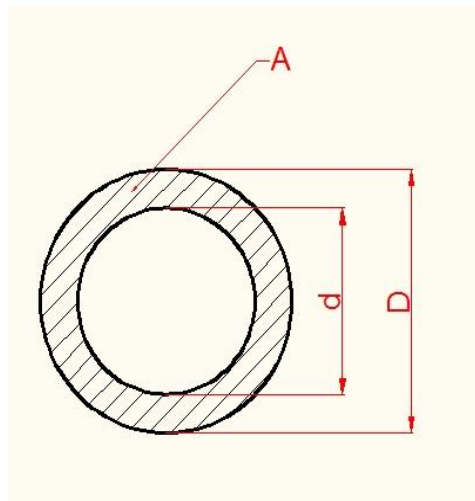
$$\gamma = A \cdot \rho \quad (7.1)$$

Όπου :

A είναι το εμβαδόν της διατομής του σωλήνα

$\rho$  είναι η πυκνότητα του υλικού κατασκευής

Η τυπική διατομή ενός κυλινδρικού σωλήνα παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα :



Σχ. 7.1 : Διατομή κυλινδρικού σωλήνα

Το εμβαδόν της διατομής A δίνεται από την παρακάτω σχέση:

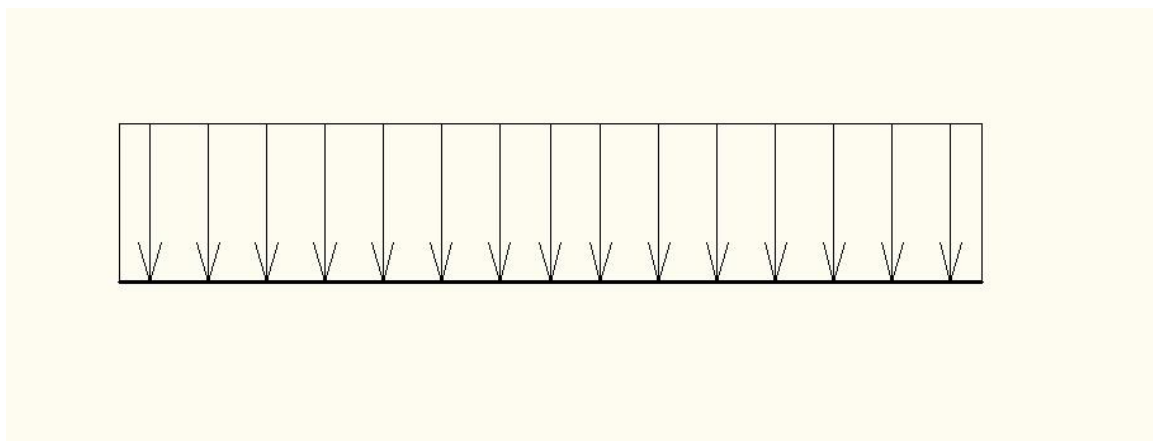
$$A = \pi(D^2 - d^2)/4 \quad (7.2)$$

Όπου τα D και d είναι η εξωτερική και η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα, όπως παρουσιάζονται στο σχ. 7.1

Αντικαθιστώντας την σχέση 7.2 στην σχέση 7.1 προκύπτει η παρακάτω ισότητα για το γραμμικό βάρος του σωλήνα (το οποίο σε μονάδες S.I.) θα εκφράζεται σε N/m :

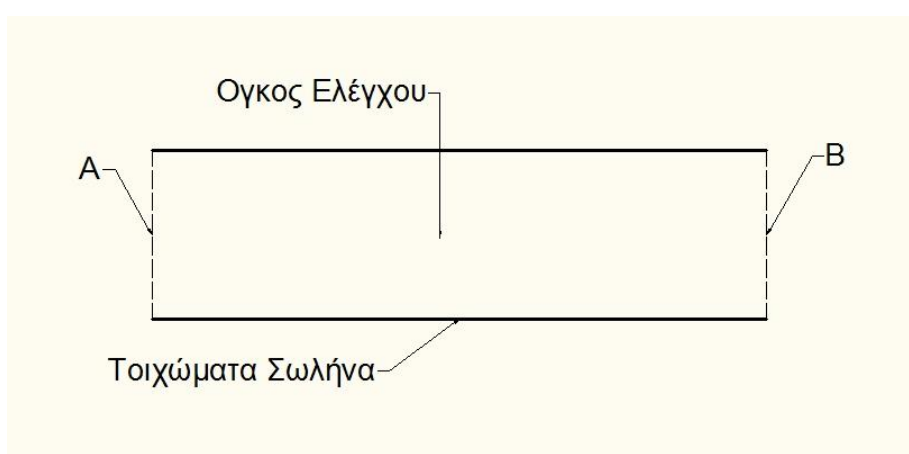
$$\gamma = \rho \cdot \pi(D^2 - d^2)/4 \quad (7.3)$$

Επισημαίνεται πως το βάρος του σωλήνα δρα ως κατανεμημένο φορτίο. Παραδείγματος χάρη, σε έναν σωλήνα με οριζόντιο προσανατολισμό, το βάρος δρα ως ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (σχ.5.2) :



### 7.3 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΛΟΓΩ ΡΟΗΣ ΜΑΖΑΣ

Η μελέτη των δυνάμεων που αναπτύσσονται σε τμήματα σωλήνων λόγω της ροής ρευστών μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική με την χρήση της έννοιας του όγκου ελέγχου. Όγκος ελέγχου είναι μία περιοχή του χώρου που ορίζεται με πραγματικά ή νοητά όρια. Θεωρώντας έναν όγκο ελέγχου που αποτελείται από ένα τμήμα σωλήνα και τις νοητές γραμμές A και B (όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα 7.3), ορίζεται ένας όγκος ελέγχου.



Σχ. 7.3 : Όγκος ελέγχου

**- Δύναμη κατά την εισροή ρευστού:**

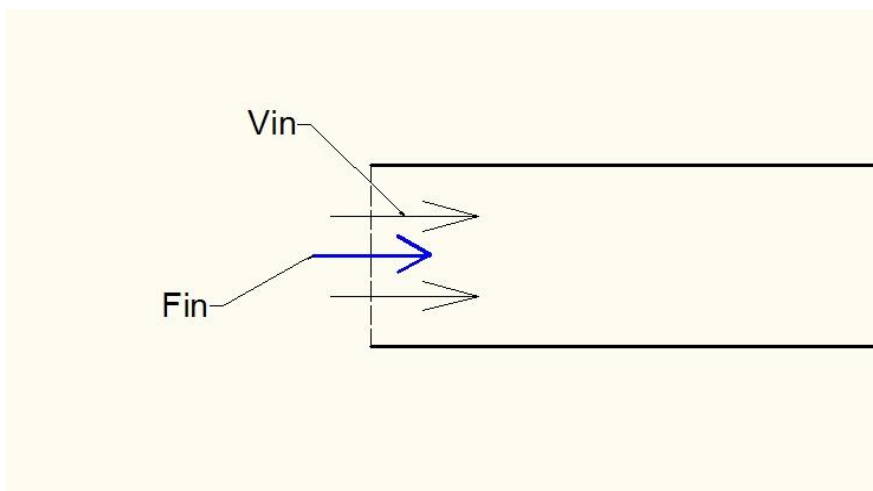
Θεωρείται εισροή ρευστού στον όγκο ελέγχου όπως φαίνεται στο σχ. 7.4.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της ροής είναι τα εξής:

- Ροή μάζας ( $M'$ ) : Ο ρυθμός που η μάζα του ρευστού εισέρχεται στον όγκο ελέγχου (σε kg/sec)
- Ταχύτητα εισροής ( $v_{in}$ ) : Η μέση ταχύτητα εισροής του ρευστού στον όγκο ελέγχου (σε m/sec)

Η δύναμη που προκαλείται στον όγκο ελέγχου, και επομένως και στον σωλήνα φαίνεται στο σχήμα 2.4, έχει διεύθυνση και φορά που ταυτίζεται με την διεύθυνση και φορά της ροής του ρευστού και το μέτρο της δίνεται από την παρακάτω σχέση:

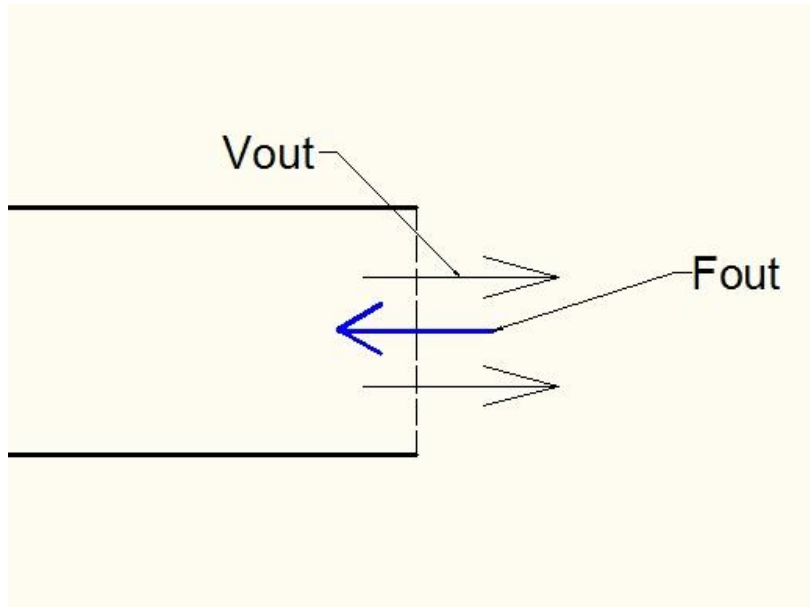
$$F_{in} = M'_{in} \cdot v_{in} \quad (7.4)$$



Σχ. 7.4 : Δύναμη κατά την εισροή ρευστού

**- Δύναμη κατά την εκροή ρευστού:**

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (σχ. 7.5) η εκροή ρευστού από τμήμα σωλήνα δημιουργεί δύναμη  $F_{out}$  ίδιας διεύθυνσης αλλά αντίθετης φοράς με την εκροή.



Σχ. 7.5 : Δύναμη κατά την εκροή ρευστού

Το μέτρο της δύναμης αυτής είναι:

$$F_{out} = M'_{out} \cdot V_{out} \quad (7.5)$$

**- Δύναμη σε ευθύγραμμο τμήμα αγωγού:**

Σε ένα ευθύγραμμο τμήμα αγωγού, όπου υπάρχει εισροή και εκροή ρευστού, αναπτύσσονται δύο δυνάμεις.

Η συνισταμένη δύναμη που δρα στον αγωγό, επομένως, είναι :

$$\Sigma F = F_{in} - F_{out}$$

$$\Sigma F = M'_{in} \cdot V_{in} - M'_{out} \cdot V_{out} \quad (7.6)$$

Λόγω της αρχής διατήρησης μάζας στο εσωτερικό του όγκου ελέγχου, θα ισχύει :

$$M'_{in} = M'_{out} = M' \quad (7.7)$$

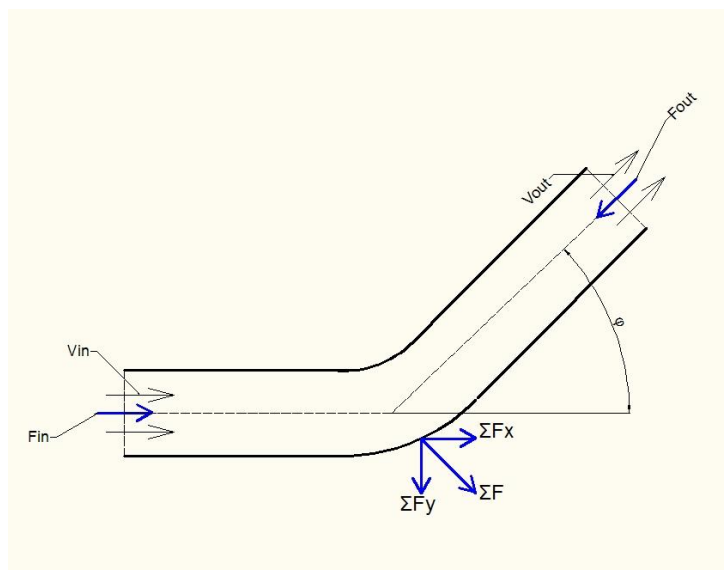
και αντικαθιστώντας την 5.7 στην 5.6, παίρνουμε τελικά :

$$\Sigma F = M' \cdot (v_{in} - v_{out}) \quad (5.8)$$

Στην περίπτωση ασυμπίεστων ρευστών (όπως το νερό), η πυκνότητα δεν μεταβάλλεται σημαντικά κατά την ροή στον σωλήνα. Έτσι, η βασική αιτία που μπορεί να προκαλέσει μεταβολή στην ταχύτητα ροής (και έτσι να υπάρχει μη μηδενική συνιστώσα  $\Sigma F$ ) είναι η μεταβολή στην διατομή του σωλήνα.

#### - Δύναμη σε καμπύλο τμήμα σωλήνα:

Στην περίπτωση καμπύλου τμήματος, εμφανίζεται συνισταμένη δύναμη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 7.6)



Σχ. 7.6 : Δύναμη σε καμπύλο τμήμα αγωγού

Οι δύο συνιστώσες της δύναμης, στις διευθύνσεις x και y, υπολογίζονται από τις παρακάτω σχέσεις:

- Συνιστώσα  $\Sigma F_x$ :

$$\Sigma F_x = \rho \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v^2 \cdot (1 - \cos\varphi)/4 \quad (7.9)$$

Όπου:

$\rho$  είναι η πυκνότητα του ρευστού

$d$  είναι η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα

$v$  είναι η ταχύτητα του ρευστού

$\varphi$  είναι η γωνία καμπής, όπως αυτή φαίνεται στο σχήμα 7.6

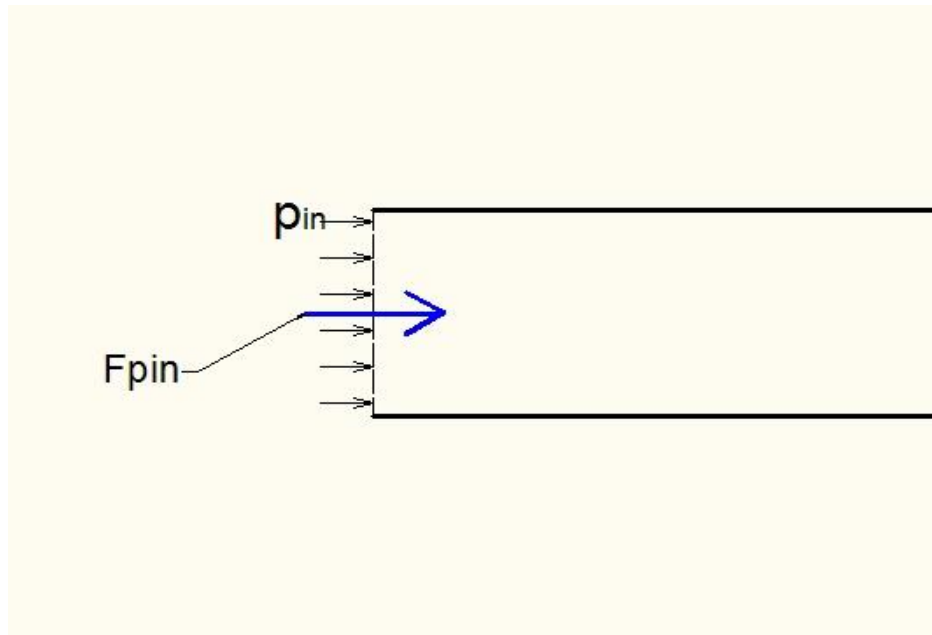
- Συνιστώσα  $\Sigma F_y$ :

$$\Sigma F_y = \rho \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v^2 \cdot \sin\varphi /4 \quad (7.10)$$

#### 7.4 Δύναμη λόγω πίεσης του ρευστού :

Η πίεση του ρευστού, καθώς αυτό εισέρχεται (ή εξέρχεται) σε ένα τμήμα σωλήνα προκαλεί την εμφάνιση δύναμης στο τμήμα αυτό του σωλήνα. Πιο συγκεκριμένα:

Όταν το ρευστό εισέρχεται σε ένα τμήμα σωλήνα με πίεση  $p$ , τότε εμφανίζεται πίεση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 7.7) :



Σχ. 7.7 : Δύναμη από πίεση εισερχόμενου ρευστού

Το μέτρο της δύναμης αυτής δίνεται από την παρακάτω σχέση:

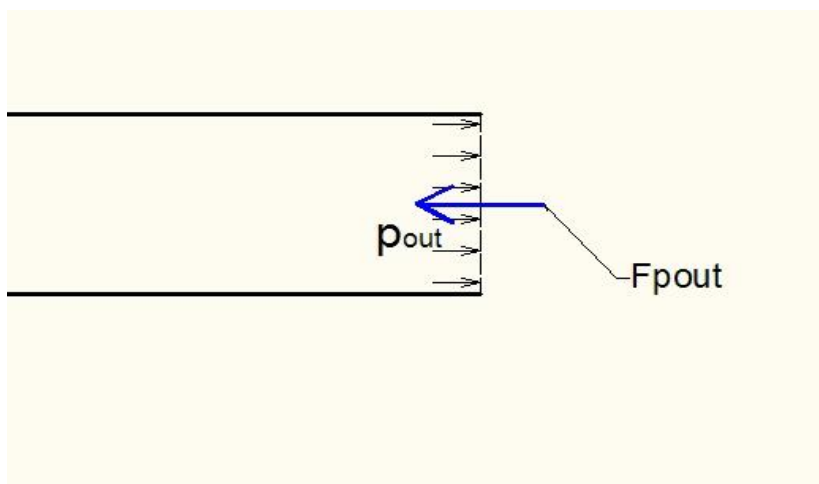
$$F_{pin} = p_{in} \cdot A \quad (7.11)$$

όπου:

$p_{in}$  είναι η πίεση του ρευστού στην είσοδο του σωλήνα

$A$  είναι το εμβαδό διατομής του σωλήνα

Αντίστοιχα, όταν το ρευστό εξέρχεται από ένα τμήμα του σωλήνα, η πίεσή του προκαλεί την εμφάνιση δύναμης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 5.8:



Σχ. 7.8 : Δύναμη λόγω πίεσης εξερχόμενου ρευστού

Το μέτρο της δύναμης αυτής δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$F_{pout} = p_{out} \cdot A \quad (7.12)$$

Για ευθύγραμμο τμήμα αγωγού και για την περίπτωση όπου ισχύει :

$$A_{in} = A_{out}$$

και :

$$p_{in} = p_{out}$$

οι δύο δυνάμεις εξουδετερώνονται. Αν όμως το μήκος του αγωγού είναι σχετικά μεγάλο, ώστε να εμφανίζεται υπολογίσιμη πτώση πίεσης από την είσοδο μέχρι την έξοδο, τότε υπάρχει υπολογίσιμη συνισταμένη δύναμη που δίνεται από την σχέση:

$$\Sigma F = F_{pin} - F_{pout} = (p_{in} - p_{out}) \cdot A \quad (7.13)$$

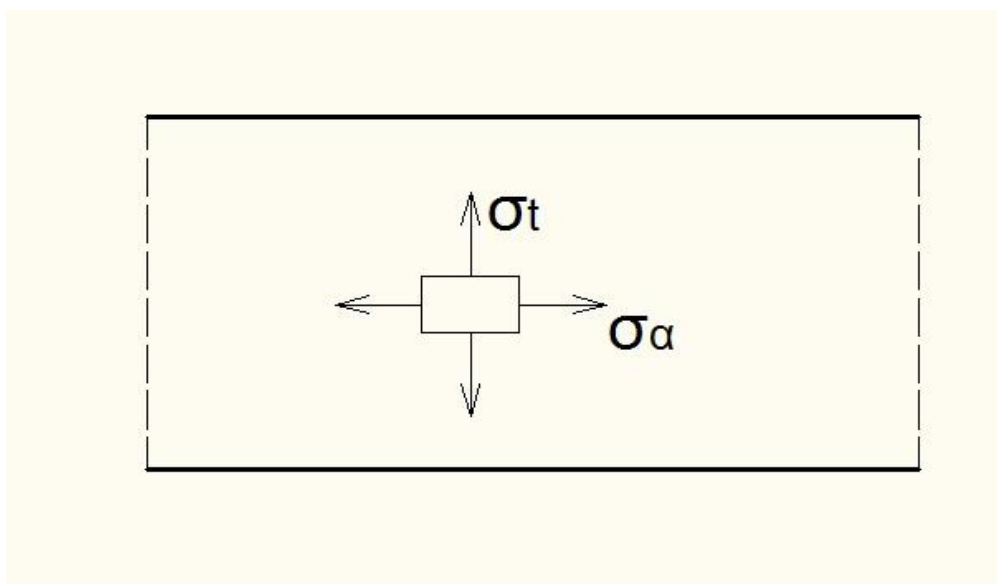


## 7.5 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΛΟΓΩ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ

Η ύπαρξη σημαντικής διαφοράς πίεσης μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού τμήματος ενός σωλήνα οδηγεί στην εμφάνιση σημαντικών δυνάμεων, οι οποίες προκαλούν τάσεις στα τοιχώματα του σωλήνα. Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν οι τάσεις που εμφανίζονται στα τοιχώματα ενός σωλήνα λόγω εσωτερικής υπερπίεσης σε δύο περιπτώσεις: όταν ο σωλήνας είναι λεπτότοιχος (πάχος τοιχώματος μικρότερο από το 10% της ακτίνας του) και όταν ο σωλήνας έχει τοίχωμα μεγάλου πάχους.

### - Λεπτότοιχος σωλήνας.

Στην περίπτωση του λεπτότοιχου σωλήνα, οι τάσεις στο εσωτερικό του τοιχώματος θεωρούνται ομοιόμορφα κατανεμημένες. Η φορά των εγκάρσιων ( $\sigma_t$ ) και αξονικών ( $\sigma_a$ ) ορθών τάσεων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 7.9).



Σχ. 7.9 : Τάσεις σε λεπτότοιχο σωλήνα

Η εγκάρσια τάση δίνεται από την σχέση:

$$\sigma_t = \Delta p \cdot r / t \quad (7.14)$$

όπου:

$\Delta p$  είναι η εσωτερική υπερπίεση (διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής πίεσης)

$r$  είναι η εξωτερική ακτίνα του σωλήνα

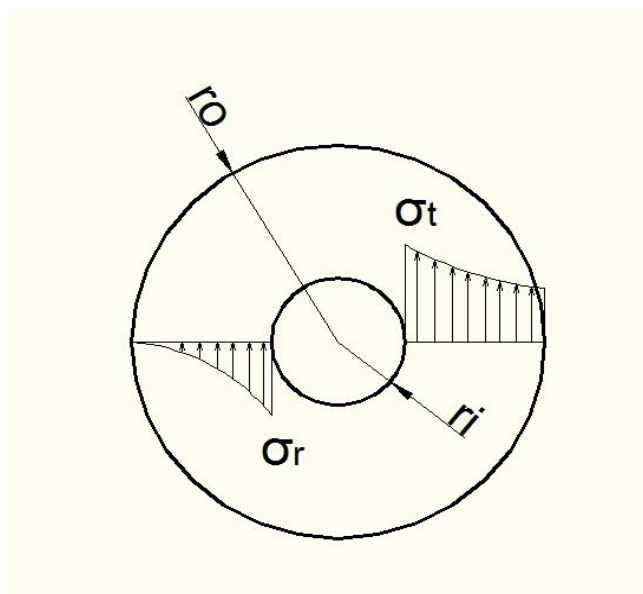
$t$  είναι το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα.

Η αξονική τάση δίνεται από την σχέση:

$$\sigma_a = \Delta p \cdot r / 2t \quad (7.15)$$

### - Σωλήνας μεγάλου πάχους

Όταν ο σωλήνας έχει μεγάλο πάχος τοιχώματος, η εγκάρσια ( $\sigma_t$ ) και η ακτινική ( $\sigma_r$ ) τάση δεν κατανέμονται ομοιόμορφα, αλλά με τον τρόπο που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 5.10)



Σχ. 7.10 : Τάσεις σε σωλήνα μεγάλου πάχους

Η μέγιστη τιμή της εγκάρσιας τάσης εμφανίζεται στο εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα, και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\sigma_{\text{tmax}} = \Delta p (r_o^2 + r_i^2)/(r_o^2 - r_i^2) \quad (7.16)$$

όπου :

$r_o$  είναι η εξωτερική ακτίνα του σωλήνα

$r_i$  είναι η εσωτερική ακτίνα του σωλήνα

Η μέγιστη τιμή της ακτινικής τάσης εμφανίζεται πάλι στο εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα και ισχύει :

$$\sigma_{\text{rmax}} = - \Delta p \quad (7.17)$$

## 7.6 ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΣΩΛΗΝΑ

Οι σωληνωτοί αγωγοί έχουν την τάση να μεταβάλλουν το μήκος τους εφόσον εμφανιστούν μεταβολές στο φορτίο και στη θερμοκρασία . Από αυτό ουδεμία εξαίρεση δεν γίνεται σε καμία σωλήνωση διότι μετά τη θέση σε λειτουργία κυριαρχούν πάντοτε άλλες καταστάσεις από ότι στην τοποθέτηση .

Εάν εν τούτοις μια αλλαγή στο μήκος χαρακτηριστεί σαν μεγάλη ή μικρή , εξαρτάται λιγότερο από το απόλυτο μέγεθος της , παρά από την ικανότητα του αγωγού στο να μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε αυτήν την αλλαγή μήκους .

Προσδιοριστικό στοιχείο για το μέγεθος της αλλαγής σε μήκος θα πρέπει να θεωρείται η διαστολή σε κατεύθυνση του άξονα του αγωγού υπό την επίδραση της θερμοκρασίας και να παραμελείται η αλλαγή σε μήκος λόγω της εσωτερικής πίεσης .

Εάν ένας αναρτημένος σταθερά σωλήνας θερμανθεί από την αρχική θερμοκρασία  $\theta_1$  στην τελική θερμοκρασία  $\theta_2$  τότε αυτός διαστέλλεται κατά το ποσό  $\Delta_L$

$$\Delta_L = L \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \quad (7.18)$$

όπου  $\alpha$  ο γραμμικός συντελεστής της θερμικής διαστολής που υποδηλώνει κατά ποια ποσότητα αναλόγου μήκους αλλάζει ο σωλήνας όταν μεταβάλλουμε την θερμοκρασία του κατά μια μονάδα την θερμοκρασίας .

Το ποσό μεταβολής του μήκους  $\Delta_L$  αναφερόμενο στο αρχικό μήκος  $L$  προσδιορίζεται σύμφωνα με την θεωρία αντοχής των υλικών ως βίαια ώθηση ή αλλιώς διαστολή  $\varepsilon$  :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (7.19)$$

Επειδή οι τάσεις στην περιοχή του νόμου του Hook είναι ανάλογες με τις διαστολές προκύπτει με τον συντελεστή αναλογίας  $E$  :

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (7.20)$$

όπου,  $\sigma$  η κανονική τάση

$E$  μέτρο ελαστικότητας το οποίο εξαρτάται μόνο από το υλικό και την θερμοκρασία

Εάν θέσουμε τις εξισώσεις (7.18) και (7.19) στην εξίσωση (7.20) , προκύπτει σαν θερμική τάση  $\sigma_{\theta}$  ένα μέγεθος το οποίο θεωρείται σαν μέγιστη τιμή και ιδιαίτερα χρήσιμο για την θεώρηση των οριακών τιμών , καθώς αντικαθιστώντας το με το όριο τάσης ροής  $\sigma_{0,2}$  , ανάλογα με το υλικό του σωλήνα , μπορούμε να βρούμε την επιτρεπόμενη μεταβολή της θερμοκρασίας σωλήνα  $\Delta\theta$  .

$$\sigma_{\theta} = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta L}{L} = E \cdot \frac{L \cdot \beta_L \cdot \Delta\theta}{L} = E \cdot \beta_L \cdot \Delta\theta \quad (7.21)$$

Σωληνωτοί αγωγοί που είναι εκτεθειμένοι σε μια διαφορά θερμοκρασίας μεγαλύτερη της επιτρεπτής θα πρέπει να υπόκεινται μια αντιστάθμιση της διαστολής .

### 7.6.1 Ελάχιστη απόσταση στερέωσης λόγω διαφοράς θερμοκρασιών

Μια φυσική ελάττωση της τάσης επί της επιτρεπόμενης τιμής επακολουθεί δια της κάμψης του σωλήνα με αντίστοιχο βαθμό λυγηρότητας .

Σύμφωνα με τον τύπο κάμψης του Euler :

$$\sigma_{κ} = (\pi^2 \cdot E) / \lambda^2$$

όπου  $\lambda$  ένας βαθμός λυγηρότητας ο οποίος έχει ορισθεί ως η σχέση του μήκους του σωλήνα  $L$  και της ακτίνας αδράνειας  $i$  .

$$\lambda = \frac{L}{i} \quad (7.22)$$

Η ακτίνα αδράνειας του σωλήνα ορίζεται ως

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (7.23)$$

με  $A$  την διατομή του υλικού του σωλήνα και

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_a^4 - d_i^4) \quad \text{την ροπή αδράνειας του σωλήνα} \quad (7.24)$$

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (7.22) , (7.23) , (7.24) λαμβάνουμε το ελάχιστο μήκος  $L$  σωλήνα με γερή στερέωση για θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta\theta$  μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης μεταβολής θερμοκρασίας του σωλήνα .

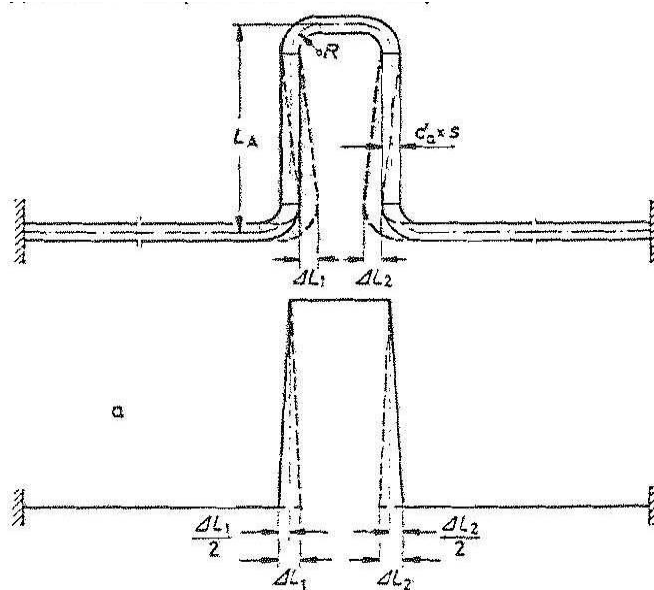
## 7.6.2 ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΑ

Τα διαστολικά (εξισωτές ) εγκαθίστανται σε μεγάλες εγκαταστάσεις σωλήνων μεταξύ σταθερών σημείων για να απορροφήσουν τις διαστολές των σωλήνων που δημιουργούνται από τις διαφορές θερμοκρασίας.

### 7.6.2.1 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΤΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΟΞΟΥ U

Είναι φυσικό διαστολικό που κατασκευάζεται από το ίδιο υλικό όπως και το δίκτυο σωληνώσεων , στο οποίο η επιμήκυνση ενός ευθείας τμήματος σωλήνα απορροφάται από την κάμψη του σωλήνα σε ορθή γωνία .

Κατά τον αντισταθμιστή διαστολής του τόξου U , η γραμμική διαστολή  $\Delta_L$  κατανέμεται σε δύο σωλήνες ,  $\Delta_L = \Delta_{L1} + \Delta_{L2}$  . ( βλέπε σχήμα 7.11 )



Σχήμα 7.11 Αντισταθμιστής διαστολής τόξου διατομής U

Το απαιτούμενο μήκος εκφόρτωσης προβόλου ισούται με

$$L_A = f_{l,u} \cdot \sqrt{\frac{\Delta L \cdot d}{2}}$$

Όπου d η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα και

$$f_{l,u} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot E}{\sigma_{\text{επ}}}}$$
 αδιάστατος συντελεστής εξαρτημένος μόνο από το υλικό

κατασκευής και την θερμοκρασία .

Η δύναμη αντίδρασης που απαιτείται για το λύγισμα του σωλήνα ισούται με :

$$F = \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot \Delta L}{2 \cdot L_A^3}$$

#### **7.6.2.2 ΕΞΙΣΩΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΣΤΥΠΙΟΘΛΙΠΤΗ**

Αυτοί απαιτούν λίγο χώρο για την απορρόφηση μεγάλων επιμηκύνσεων μέχρι 600 mm .

Οι διαστάσεις τους είναι τυποποιημένες κατά DIN 3340 για ονομαστική διάμετρο DN από 10 έως 40 . Κατασκευάζονται επίσης και σαν εξισωτές ανακούφισης ενώ δεν εμφανίζονται δυνάμεις στις σωληνώσεις .

#### **7.6.2.3 ΑΞΟΝΙΚΑ ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΑ**

Απορροφούν την επιμήκυνση του σωλήνα σε αξονική διεύθυνση . Το κινούμενο βασικό στοιχείο είναι ένας μεταλλικός ασκός ( κυματιστός σωλήνας ) από μπρούντζο , χάλυβα ή ευγενή χάλυβα . Διακρίνονται όπως και τα διαστολικά μορφής στυπιοθλίπτη για τον μικρό χώρο που απαιτούν . Κατά την εγκατάσταση πρέπει προ και μετά του διαστολικού να τοποθετούνται οδηγοί που εμποδίζουν την πλευρική κάμψη καθώς και σταθερά σημεία , που απορροφούν τις δυνάμεις διαστολής .

Κατασκευάζονται για όλες τις διαμέτρους , πιέσεις και θερμοκρασίες . Δεν χρειάζονται ιδιαίτερη συντήρηση και η εγκατάσταση τους γίνεται συνήθως με προένταση 50% , δηλαδή το διαστολικό επιμηκύνεται κατά το ήμισυ της επιμήκυνσης που εμφανίζεται στην λειτουργία , για να επιτευχθεί οικονομικότερη χρησιμοποίηση .



Σχήμα 7.12 Αξονικό διαστολικό

#### **7.6.2.4 ΑΡΘΡΩΤΑ ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΑ ( ΠΛΑΓΙΟΙ ΕΞΙΣΩΤΕΣ )**

Βασικά τους στοιχεία είναι σε κανονικές συνθήκες δύο ασκοί , όπως περιγράφονται στους αξονικούς εξισωτές , που είναι συνδεδεμένοι με έναν ενδιάμεσο σωλήνα διάφορου μήκους. Ο πλάγιος εξισωτής μπορεί να καταπονηθεί μόνον σε πλευρική μετακίνηση , επειδή η πάκτωση εμποδίζει μια αλλαγή του μήκους .

Το προτέρημά τους είναι ότι ένα πλάγιο διαστολικό μπορεί να απορροφήσει μεγάλες μετακινήσεις και ότι το σταθερό σημείο καταπονείται πολύ λιγότερο , επειδή οι εξωτερικά συνήθως βρισκόμενες αγκυρώσεις απορροφούν τις δυνάμεις εφελκυσμού που προέρχονται από την διατομή της γραμμής .Για αυτό και χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση σε εγκαταστάσεις με μεγάλη διατομή και μάλιστα για μια αλλαγή κατεύθυνσης κατά  $90^\circ$  , δηλαδή κάθετα στον κύριο κλάδο .

#### **7.6.2.5 ΕΞΙΣΩΤΕΣ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ**

Αποτελούνται από ένα ελαστικοποιημένο πλέγμα διαφόρων συνθέσεων ή από συνθετικό ελαστικό διαφόρων ποιοτήτων με πολύ μεγάλη ελαστικότητα . Η απορρόφηση των επιμηκύνσεων γίνεται σε όλες τις κατευθύνσεις .

Σχετικά με την αντοχή σε πίεση και θερμοκρασία πρέπει να ερωτούνται οι κατασκευαστές του και η διάρκεια ζωής τους είναι περιορισμένη .



## 7.7 ΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

Λόγω των δυνάμεων που δέχονται οι σωληνώσεις κατά την λειτουργία τους ,υπάρχουν και χρησιμοποιούνται διάφορα είδη στηρίξεων για αυτές.

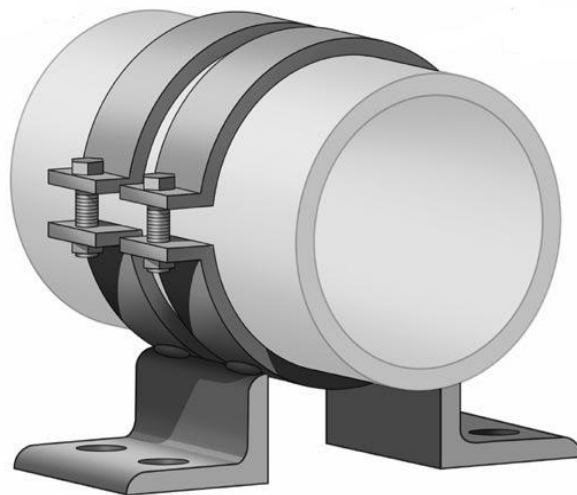
Βασική προϋπόθεση είναι η διάκριση μεταξύ ενός κλειστού και ενός διαλυμένου αγωγού. Υπάρχει μια κλεισμένη τοποθέτηση όταν η κατά μήκος δύναμη της εσωτερικής πίεσης προκαλεί εντός του τοιχώματος του σωλήνα κατά μήκος τάσεις .Εάν ένας κλάδος γραμμής παρουσιάζει στοιχεία χωρισμού όπως αξονικούς αντισταθμιστές , που δεν μπορούν να μεταβιβάσουν την κατά μήκος δύναμη τότε υπάρχει ένας διαλυμένος αγωγός .

### 7.7.1 ΕΙΔΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Στο σημείο αυτό θα γίνει αναφορά στα διαφορετικά είδη αυτών των στηρίξεων:

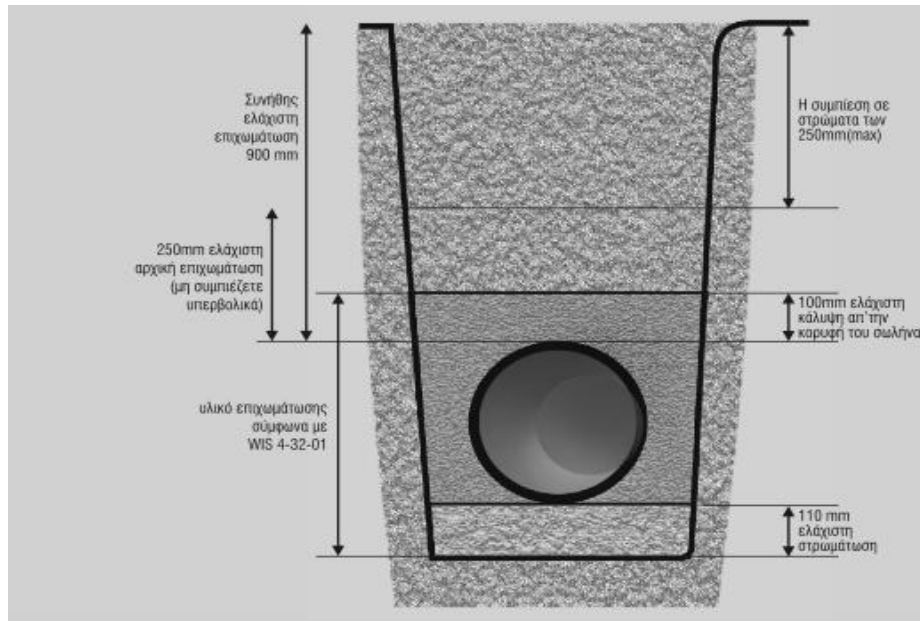
#### - Σταθερές στηρίξεις – αγκυρώσεις :

Ο τύπος αυτός της στήριξης περιορίζει πλήρως την κίνηση του σωλήνα, μη αφήνοντάς του κανέναν βαθμό ελευθερίας. Ο σωλήνας δεν μπορεί να μετακινηθεί ούτε να περιστραφεί προς κάποια κατεύθυνση. Ένα παράδειγμα τέτοιας στήριξης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (σχ. 7.11).



(Σχ. 7.11 : Αγκύρωση )

Ένας άλλος τρόπος για να υπάρχει πλήρης στήριξη ενός σωλήνα, είναι η επιχωμάτωσή του, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (σχ. 7.12) . Η λύση αυτή εφαρμόζεται κυρίως στην εγκατάσταση υπόγειων δικτύων υδροδότησης.



Σχ. 7.12 : Επιχωμάτωση σωλήνα

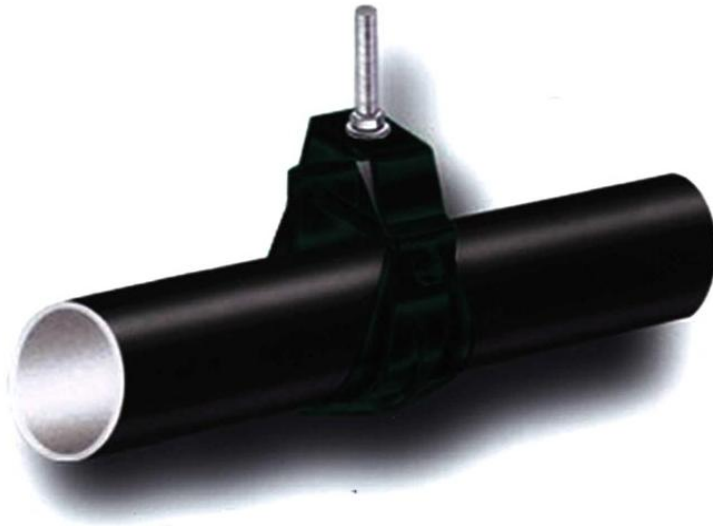
#### - Οδηγοί σωλήνων:

Οι στηρίξεις αυτές περιορίζουν την κίνηση του σωλήνα μόνο προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις, ενώ επιτρέπουν την κίνηση προς άλλες. Στο παρακάτω σχήμα (σχ. 7.13) εμφανίζεται ένας οδηγός ευθυγράμμισης, ο οποίος επιτρέπει τη αξονική μετατόπιση του σωλήνα, αλλά όχι την εγκάρσια



Σχ. 7.13 : Οδηγός ευθυγράμμισης

Άλλος πολύ συνηθισμένος τρόπος στήριξης σωλήνα είναι το κρεμαστό στήριγμα, όπως εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα (σχ. 7.14) :



### 7.7.2 ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Επί ακριβούς προσδιορισμού του σημείου πάκτωσης μπορούν να προσδιορισθούν οι αποστάσεις στήριξης μέσω της στοιχειώδους θεωρίας περί αντοχής των υλικών . Θεωρώντας ορισμένες ακραίες προϋποθέσεις , προκύπτουν απλές εξισώσεις , οι οποίες επαρκούν για την πράξη .

Ο λυγισμός  $h$  ενός σωλήνα επί περισσότερων στηρίξεων δια του ίδιου βάρους υπολογίζεται από :

$$h = \frac{G_L \cdot L^3}{f_e \cdot E \cdot I}$$

όπου  $G_L$  το φορτίο ανά μέτρο μήκους σωλήνα και  $f_e$  συντελεστής πάκτωσης

Επί στερεάς πάκτωσης ο συντελεστής  $f_e$  ισούται με 284 ενώ επί ελεύθερης έδρασης του σωλήνα μόνο στο 1/5 της προαναφερθείσας τιμής .

Έτσι για δεδομένη επιθυμητή τιμή λυγισμού μπορούμε να προσδιορίσουμε την απόσταση στήριξης από τον τύπο :

$$L = \sqrt[3]{\frac{E \cdot I \cdot f_e \cdot h}{G_L}}$$

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Υδροδυναμικές Εγκαταστάσεις, Δ.Ε. Παπαντώνης, Εκδόσεις Συμείων, Αθήνα 1998
2. Εγχειρίδιο Γενικής Υδραυλικής, Α. Lencastre, Εκδόσεις Γκιούρδα 1978
3. Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικοδομές : Διανομή κρύου – ζεστού νερού, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86, Αθήνα 1994
4. Αντλίες και σωληνώσεις, Ιωάννη Μ. Μαυρούδη, Αθήνα 1994
5. Υδρεύσεις, Μ. Αφτιάς, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα Ιούλιος 1992
6. Όργανα και αυτοματισμοί εγκαταστάσεων ύδρευσης, Αλέξανδρος Σπ. Χονδρογιάννης
7. Υδραυλική των οικισμών υδρεύσεις 1, Κ. Martz, Εκδόσεις Γκιούρδας 1999
8. Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων, Δ. Κουτσογιάννης, Ε.Μ.Π. Αθήνα 1992
9. Τεχνική Σωληνώσεων, Γιάννης Αυγερινός
10. Εγκαταστάσεις Υγιεινής, Κ.Schulz
11. Water distribution systems handbook, Larry W. Mays
12. Water Supply and Sanitary Installations, A.C. Panchdhari
13. Fundamental Mechanics of Fluids, Currie I.G. , McGraw-Hill 1974
14. Handbook of Valves and actuators, Brian Nesbitt
15. Introduction to the Theory and Practise of Valves, Ward L., J.P. 1967
16. Engineering Mechanics : Dynamics, Bedford A., Fowler W. 2007