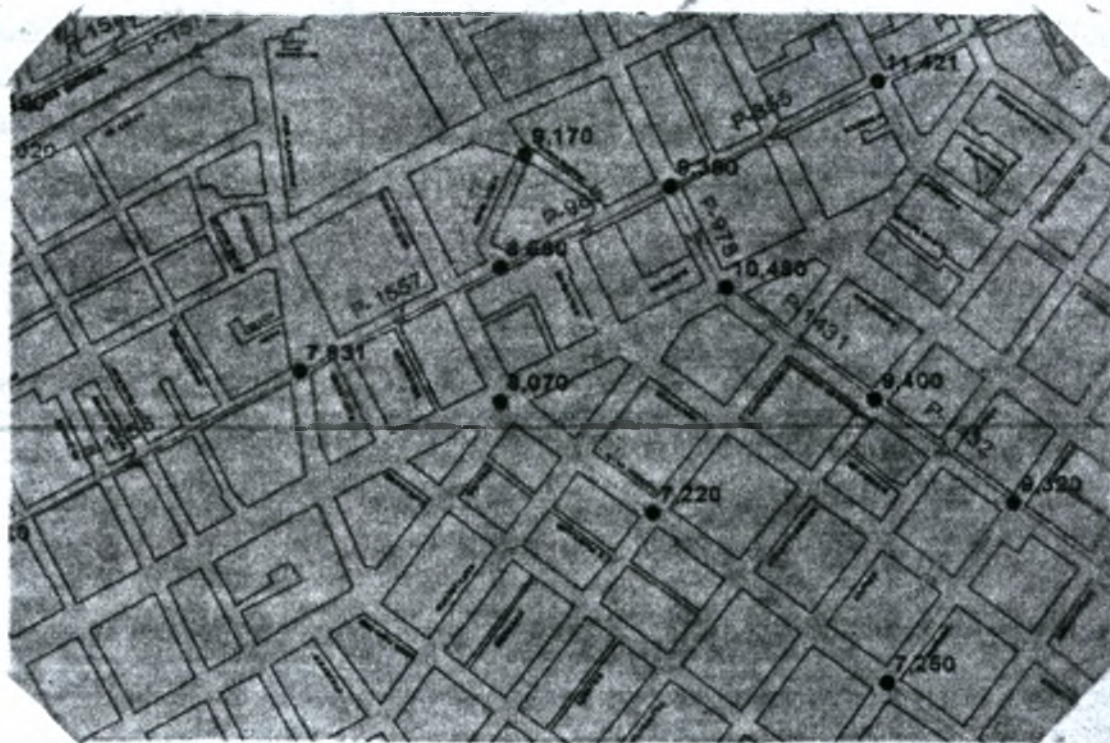


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙ ΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: ΜΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Ν. ΕΠΙΚΟΡΟΣ ΚΑΘ. Π.Θ.
ΦΛΑΦΟΥΤΗΣ ΧΡΥΣΟΣ ΤΟΜΟΣ ΥΠ.ΔΙΔΑΚ**

**ΕΠΙΤΡΟΠΗ: ΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Α. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Θ.
ΜΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Ν. ΕΠ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Θ.
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Π. ΕΠ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Θ.**

ΒΟΛΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2003



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 2532/1
Ημερ. Εισ.: 12-03-2004
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΠΜ
2003
ΥΔΡ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072568

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ	
1.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ.....	2
1.2 ΥΔΡΕΥΣΗ.....	3
1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	4
2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	
2.1 ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	9
2.2 ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	9
2.2.1 ΧΩΡΟΣ ΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ.....	
2.2.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ.....	
2.2.3 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	
2.2.4 ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ.....	
2.3 ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΠΟΛΗΣ.....	12
3. Δ.Ε.Υ.Α. - Η ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΑΣ	
3.1 ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	14
3.2 ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	17
4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
4.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	24
4.2 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ.....	24
4.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	26
4.3.1 ΟΙΚΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.....	26
4.3.2 ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.....	26
4.3.3 ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.....	27
4.4 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΝΕΡΟΥ.....	27
4.5 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	28
4.6 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ.....	28
4.6.1 Η ΜΗΝΙΑΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ.....	30
4.6.2 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ.....	31
4.6.3 ΩΡΙΑΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ.....	33
4.7 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ.....	34
4.8 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	36
5. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	
5.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	38
5.1.1 ΔΙΩΡΥΓΕΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΓΕΙΟΙ ΥΔΑΤΑΓΩΓΟΙ.....	38
5.1.2 ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ (ΤΟΥΝΕΛ).....	38
5.1.3 ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ.....	39
5.1.4 ΣΩΛΗΝΕΣ.....	39
5.2. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	39

5.2.1 ΜΟΡΦΙΚΗ Ή ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ.....	40
5.2.2 ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.....	40
5.2.3 ΤΡΟΠΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΟΛΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΠΛΗΓΜΑΤΟΣ.....	41
5.3 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ.....	41
5.4 ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	44
5.5 ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	44
5.6 ΧΑΡΑΞΗ.....	45
5.6.1 ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΣΗ.....	45
5.6.2 ΒΑΘΟΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ.....	46
5.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	46
5.3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	
5.3.2 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	
5.3.3 ΑΝΤΟΧΗ.....	
5.3.4 ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ.....	
5.3.5 ΜΕΤΑΦΟΡΑ.....	
5.3.6 ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	
5.3.7 ΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ.....	
5.3.8 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	
5.3.9 ΔΙΑΡΡΟΕΣ.....	
5.4. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	50
5.4.1 ΘΥΡΟΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	
5.4.2 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ.....	
5.4.3 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΕΡΑ.....	
5.4.4 ΑΝΘΡΩΠΟΘΥΡΙΔΕΣ.....	
5.4.5 ΜΟΝΩΤΙΚΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ.....	
5.4.6 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ.....	
5.4.7 ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ.....	
5.4.8 ΆΛΛΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	
6. ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	
6.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	56
6.1.1 ΡΟΗ ΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΥΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ.....	56
6.1.2 ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	57
6.1.3 ΠΛΗΓΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ.....	58
6.1.4 ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΓΙΑ ΥΨΗΛΟ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ.....	58
6.1.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	59
6.2. ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	60
6.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	62
6.4 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	64
6.5.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	65
6.5.2 ΈΛΕΓΧΟΙ ΠΙΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΡΟΗΣ ΚΡΟΥΝΩΝ.....	65
6.6 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ.....	66
6.6.1 ΕΞΙΣΩΤΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ.....	66
6.6.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ.....	68
6.6.3 ΑΠΟΘΕΜΑ ΑΝΑΓΚΗΣ.....	68
6.6.4 ΟΛΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ.....	69
6.6.5 ΕΚΛΟΓΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ.....	69

6.6.6 ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	69
6.6.7 ΤΥΠΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	70
6.7 ΔΙΚΤΥΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΎΔΡΕΥΣΗΣ.....	73
6.8 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	75
6.9 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	75
6.10 ΜΕΘΟΔΟΣ HARDY CROSS	76
6.11 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΟΜΒΩΝ.....	77

7. Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.

7.1 ΥΔΡΟΛΗΨΙΕΣ- ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ.....	80
7.2 Η ΔΕΥΑΜΒ ΣΗΜΕΡΑ Η ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙ Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ.....	81
7.3 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΙ Η ΠΟΡΕΙΑ ΧΑΡΑΞΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ.....	83
7.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	86
7.5 ΕΡΓΑ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΙΕΡΑΡΧΩΝΤΑΣ ΤΙΣ ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ.....	87
7.6 ΕΡΓΑ ΠΟΥ ΘΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΙΕΡΑΡΧΩΝΤΑΣ ΤΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ.....	88
7.7 ΟΡΓΑΝΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΔΕΥΑΜΒ.....	90

8. ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ WATERCAD

8.1 ΕΠΙΤΟΜΗ.....	92
8.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ.....	93
8.2.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	93
8.2.2 ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	94
8.2.3 Η ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	95
8.2.4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΚΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ.....	95
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ.....	
8.2.5 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΜΑΖΑΣ ΚΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	96
8.2.6 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ.....	97
8.2.7 ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ.....	98
ΦΥΤΟΚΕΝΤΡΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (VARIABLE SPEED PUMPS).....	
ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΙΣΧΥΣ.....	
8.2.8 ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	101
design point, ενός σημείου (σημείο σχεδιασμού).....	
standard (τριών σημείων).....	
standard extended.....	
custom extended.....	
multiple point.....	
8.2.9 ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ (ΒΑΛΒΙΔΩΝ).....	102
Check Valves (Δικλείδες Έλεγχου).....	
Flow control Valves (Δικλείδες έλεγχου της ροής).....	
Pressure reducing Valves (Δικλείδες μείωσης της πίεσης).....	
Pressure sustaining Valves (Δικλείδες διατήρησης της πίεσης).....	
Pressure Breaker Valves (Δικλείδες αλλαγής της πίεσης).....	
Throttle control Valves (Δικλείδες ρυθμίσεως).....	
8.2.10 ΤΡΙΒΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ.....	103
Ο τύπος του Hazen – Williams.....	

Ο τύπος του Darcy – Weisbach.....	
Ο τύπος του Manning.....	
Η εξίσωση Colebrook – White.....	
Η εξίσωση του Chezy.....	
Τοπικές απώλειες.....	

9. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΤΟ WATERCAD

9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ BACKGROUND ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ.....	111
9.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΛΟΙΠΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	112
pipe layout tool.....	
pressure junction tool.....	
tank tool.....	
reservoir tool.....	
pump tool.....	
valve tool.....	
spot elevation tool.....	
graphic annotation tool.....	
legend tool.....	
9.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.....	115
9.3.1 ΚΟΜΒΟΙ	115
9.3.2 ΑΓΩΓΟΙ.....	120
9.3.3 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	122

10. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

10.1.1 ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΚΟΜΒΟΙ.....	127
10.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΖΩΝΗΣ.....	131
ΖΩΝΗ ΥΨΗΛΗ.....	
ΖΩΝΗ ΜΕΣΗ.....	
ΖΩΝΗ ΧΑΜΗΛΗ.....	
10.2 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ.....	134
10.3 ΠΙΕΣΕΙΣ.....	136
ΩΡΑ ΑΙΧΜΗΣ ΖΩΝΗ ΥΨΗΛΗ.....	
ΩΡΑ ΑΙΧΜΗΣ ΖΩΝΗ ΜΕΣΗ.....	
ΩΡΑ ΑΙΧΜΗΣ ΖΩΝΗ ΧΑΜΗΛΗ.....	
ΩΡΑ ΜΗ ΑΙΧΜΗΣ ΖΩΝΗ ΥΨΗΛΗ.....	
ΩΡΑ ΜΗ ΑΙΧΜΗΣ ΖΩΝΗ ΜΕΣΗ.....	
ΩΡΑ ΜΗ ΑΙΧΜΗΣ ΖΩΝΗ ΧΑΜΗΛΗ.....	
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΤΗΣ ΖΑΧΟΥ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΖΩΝΗ.....	
10.4 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	147
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΩΡΙΑΙΕΣ ΑΙΧΜΕΣ	151
10.5 ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ.....	154
10.6 ΕΠΙΛΥΣΗ.....	154
10.6.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ.....	
ΔΙΚΤΥΟ.....	
ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	
ΖΩΝΕΣ.....	
ΥΨΟΜΕΤΡΑ.....	
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ.....	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ.....	
ΩΡΙΑΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ.....	

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ C HAZEN-WILLIAMS.....	
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΑΓΩΓΩΝ.....	
ΕΠΙΛΥΣΗ	
ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟ ΑΓΩΓΟΥΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ.....	
ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	
10.6.2 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ.....	159
ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ.....	
ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΑΡΧΙΚΕΣ.....	
ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΩΝ.....	

11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

11.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	168
Το μοντέλο προσομοίωσης.....	
Παραδοχές επίλυσης.....	
Επεξεργασία και εισαγωγή δεδομένων.....	
Ταχύτητες.....	
Πιέσεις.....	
Δεξαμενές.....	
Κόστος προτεινομένου δικτύου.....	
Προτάσεις	
11.2 ΦΡΟΝΤΙΔΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ.....	178

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – ΣΧΕΔΙΑ.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – PROJECT INVENTORY.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ – PROJECT SUMMARY.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ – SCENARIO SUMMARY REPORT.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε – ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ – ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η – ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ – ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΑΓΩΓΩΝ.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟ ΑΓΩΓΟΥΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ.....	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΟ WATERCAD ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ Μ.-Λ.	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Λ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΔΕΥΑΜΒ..	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ - ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ.....	

ΣΧΕΔΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ CD

A. ΨΗΦΙΑΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DXF ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΟΝΤΑΙ :

ΟΙ ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ.....
ΟΙ ΖΩΝΕΣ
ΟΙ ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΤΗΝ ΩΡΑ ΑΙΧΜΗΣ.....
ΟΙ ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΤΗΝ ΩΡΑ ΜΗ ΑΙΧΜΗΣ.....
ΟΙ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΗΝ ΩΡΑ ΑΙΧΜΗΣ.....
ΟΙ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΗΝ ΩΡΑ ΜΗ ΑΙΧΜΗΣ.....
ΤΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΣΕ ΙΣΟΥΨΕΙΣ.....

B. ΤΑ ΑΡΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΥΑΜΒ

Γ. Η ΘΕΩΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ ΣΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΟΡΦΗ

Δ. ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΟΥ EXCEL ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

E. ΤΑ ΑΡΧΕΙΑ ΤΟΥ WATERCAD

Z. Η ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΚΤΥΠΩΘΕΝΤΟΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΟΣΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΝ ΣΥΜΠΕΡΙΕΛΗΦΘΗΣΑΝ

H. ΤΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΤΙΘΕΝΤΑΙ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική αποτελεί το τελευταίο μου σύνδεσμο με το χώρο του τμήματος , για αυτό και θα παραμένει πάντα μια ξεχωριστή ανάμνηση.

Πριν την ολοκλήρωση της , όμως , θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους αυτούς που βοήθησαν στο να πάρει την μορφή που έχει αυτή τη στιγμή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την τριμελή επιτροπή που δέχθηκε να παραστεί στην παρουσίαση και να συμμετάσχει στην αξιολόγηση , αλλά και επ' ευκαιρίας όλους όσους καθηγητές του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στάθηκαν πραγματικά δίπλα μας στα φοιτητικά μας χρόνια .

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μυλόπουλο για τις διορθώσεις.

Για την τεχνική υποστήριξη ευχαριστώ πολύ το Στάθη και το Δημήτρη , αλλά και το Σπύρο Τσιρνόβα , γιατί εκεί που σταματάει η λογική των υπολογιστών ξεκινάει η φαντασία του Σπύρου...Επίσης τον Κώστα Ματζιράκη για τις συμβουλές του και την ουσιαστική του βοήθεια.

Πολλά ευχαριστώ στον Ορέστη , για τη βοήθεια στην πληκτρολόγηση καθώς και στους επίτιμους συναδέλφους από Π.Π. και Ε.Μ.Π. Φώτη Σωτηρόπουλο και Μιχάλη Θεωδοράτο για τη βιβλιογραφία.

Ευχαριστώ επίσης το Γρηγόρη Σάκκη για όλα...Αλλά και το Δημήτρη Δερζέκο για την ανεξάντλητη έμπνευση (που μου ζήτησε να γράψω ότι αποπνέει!).

Ένα τελευταίο ευχαριστώ στον Ηλία που ξέρω ότι θα ήθελε να είναι παρόν.

Και φυσικά το Χρυσόστομο Φαφούτη , υποψήφιο διδάκτορα του τμήματος μας, χωρίς τον οποίον η διπλωματική δε θα είχε φτάσει ποτέ στην τελική της εικόνα , χάρις στην καθημερινή του βοήθεια.

Δε χρειάζεται να αναφέρω τους γονείς μου , για όλα όσα προσέφεραν από την πρώτη στιγμή μέχρι τώρα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*Θέμα της
διπλωματικής*

Η παρούσα διπλωματική έχει ως στόχο τη διερεύνηση της υδροδοτικής ικανότητας του προτεινόμενου εσωτερικού δικτύου της Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β. (Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Μείζονος Βόλου) , σύμφωνα με την μελέτη που έχει προταθεί από τα γραφεία των Α.Σ.Λαζαρίδη και Μαχαίρα τον Ιούνιο του 2002.

Οι περιοχές που συναποτελούν το υδρευτικό δίκτυο , που μελετήθηκε , πέρα από τον ίδιο το δήμο του Βόλου , είναι ο δήμος της Ν.Ιωνίας και ο δήμος Αισωνίας ενώ στο άμεσο μέλλον υπάρχει η προοπτική να προταθεί η συνένωση και των δήμων Ιωλκού και Αγριάς καθώς και της κοινότητας της Μακρινίτσας.

Επιπλέον , πέρα από την επισκόπηση της ποιότητας και των δυνατοτήτων του δικτύου , μεγάλη σημασία έχουν οι προτεινόμενες επεμβάσεις , οι τροποποιήσεις και οι εναλλακτικές προτάσεις με σκοπό την καλύτερη από υδραυλικής άποψης λειτουργία του.

*υπολογιστικό
μοντέλο επίλυσης
του υδρευτικού
δικτύου*

Η υδραυλική επίλυση του υδρευτικού συγκροτήματος του Βόλου, έγινε με το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε και υποστηρίζεται από τη Haestad Methods , το watercad for windows , version 5 , σε stand alone mode. Η ακαδημαϊκή έκδοση που διαθέτει το πανεπιστήμιο Θεσσαλίας , έχει τον περιορισμό της επίλυσης μέχρι 2000 αγωγών – γεγονός που σε καμία περίπτωση δεν κατέστησε δυσχερέστερη την προσομοίωση του υδρευτικού δικτύου, καθώς εν τέλει χρησιμοποιήθηκαν μόλις περίπου 1000 αγωγοί , με περιθώριο μείωσης των κόμβων, άρα και των αγωγών.

Η προεργασία των στοιχείων που εκχωρήθηκαν από την υπηρεσία της ΔΕΥΑΜΒ , έγινε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD 2002 , προτού εισαχθούν στο watercad για την τελική επεξεργασία τους. Το ψηφιακό υπόβαθρο που δημιουργήθηκε κάλυψε το σύνολο της μείζονος περιοχής του Βόλου , και επικαιροποιήθηκε σύμφωνα με τις ισχύουσες αλλαγές , αλλά και τα μελλοντικά έργα εκσυγχρονισμού του δικτύου.

αποτέλεσμα της επίλυσης

Με αυτόν τον τρόπο , δημιουργήθηκε μια σύγχρονη βάση δεδομένων , ιδιαίτερα ευέλικτη στις οποιοσδήποτε μελλοντικές τροποποιήσεις αφενός και αφετέρου ικανή να δώσει μια παραστατική και πλήρης εικόνα της συμπεριφοράς του δικτύου στο χώρο και στο χρόνο , σε συνάρτηση με οποιαδήποτε υδραυλική μεταβλητή που αποτελεί συνάρτηση αυτής της εικόνας – όπως η πίεση των PRV , η εσωτερική διάμετρος και το υλικό κατασκευής των αγωγών., κ.ά.

Ακολούθως σχολιάστηκε η λειτουργία του δικτύου σε επίπεδο ταχυτήτων των αγωγών , αλλά και πιέσεων των κόμβων ώστε να εξακριβωθεί αν το δίκτυο είναι σε θέση να ανταπεξέλθει ικανοποιητικά στις απαιτήσεις των καταναλωτών σύμφωνα με το μελλοντικό σχεδιασμό του. Παράλληλα έγινε αναφορά των οργάνων και των εξαρτημάτων του δικτύου καθώς και τη σωστή και ορθολογική τους χρήση , σύμφωνα με τις υπάρχουσες βιβλιογραφίες και τη συσσωρευμένη εμπειρία του παρελθόντος.

Τέλος στα περιεχόμενα των παραρτημάτων και των ψηφιακών αρχείων , παρατίθενται όλα τα αποτελέσματα και οι παραδοχές της επίλυσης καθώς και ο οικονομικός προϋπολογισμός της συγκεκριμένης πρότασης.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ

1.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ

Η υδραυλική των οικισμών, υποδιαίρεση της επιστήμης της υδατικής οικονομίας, πραγματεύεται θέματα που αναφέρονται στους εξής ειδικότερους τομείς¹ :

- α) υδρεύσεις,
- β) απομάκρυνση των λυμάτων, στην οποία περιλαμβάνονται οι υπόνοιμοι και ο καθαρισμός των λυμάτων,
- γ) απομάκρυνση των στερεών απορριμμάτων, που υπεισέρχεται στην υδραυλική των οικισμών σε συνδυασμό με τον καθαρισμό των λυμάτων.

Τα σχετικά προβλήματα αναφέρονται σε συγγενικά αντικείμενα και παρουσιάζουν ομοιότητες από τεχνική άποψη (υπολογισμοί σωληνώσεων, καθαρισμός πόσιμου νερού και καθαρισμός λυμάτων κλπ.). Εν τούτοις η ιδιωματικότητα των διαφόρων επί μέρους ειδικών τομέων απαιτεί συχνά μια διαφορετική μεθοδολογία.

Σκοπός των υδρεύσεων είναι η εξασφάλιση των προϋποθέσεων για τη διατήρηση της ζωής. Ειδικότερα προορίζονται να εξασφαλίσουν την κάλυψη των αναγκών σε νερό. Πρέπει να αποφευχθεί κάθε επαφή ανθρώπων και ζώων με τα λύματα. Δεδομένου ότι οί αγωγοί υδρεύσεως και αποχετεύσεως βρίσκονται συνήθως σε ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους, πρέπει να εξασφαλιστεί αυστηρός διαχωρισμός των δύο συστημάτων. Είναι βέβαιο ότι πολλές επιδημίες είχαν την αφετηρία τους σε ελαττωματικούς αγωγούς και το γεγονός αυτό αποτελεί σοβαρή προειδοποίηση. Η απομάκρυνση των λυμάτων έχει ακριβώς σκοπό να αποτρέψει τέτοιες επιδημίες.

Ενώ είναι γενικά αναγνωρισμένη η σημασία των υδρεύσεων, πολλοί δε δίνουν σήμερα ακόμη αρκετή σημασία στο πρόβλημα της απομακρύνσεως των λυμάτων. Η ρύπανση των νερών παίρνει όμως σήμερα τέτοιες διαστάσεις, ώστε να δημιουργούνται φόβοι σοβαρών κινδύνων στο μέλλον. Πρέπει να θεωρήσουμε επιτυχία τη διατήρηση της σημερινής ποιοτικής στάθμης των νερών, που ασφαλώς δεν είναι πια καθόλου ικανοποιητική.

¹ Γρ.Ευστραπάδη , Mainz 1971

Για να μην προκαλέσουμε απαράδεκτη ρύπανση των φυσικών υδατικών πόρων που είναι αποδέκτες των λυμάτων, χρειαζόμαστε εγκαταστάσεις καθαρισμού. Γιατί από τους ίδιους τους αποδέκτες των λυμάτων ποριζόμαστε κατά τον ένα η τον άλλο τρόπο, όλο και συχνότερα, το νερό που μας χρειάζεται για τις υδρεύσεις. Κι έτσι κλείνει ο κύκλος της υδραυλικής των οικισμών.

1.2 ΥΔΡΕΥΣΗ

Λέγοντας «ύδρευση» εννοούμε όλα όσα χρειάζονται για να εξασφαλισθούν επαρκείς ποσότητες πόσιμου νερού καθώς και νερού για οικιακές και άλλες χρήσεις. Η «ύδρευση» περιλαμβάνει την υδροληψία, τον καθαρισμό, την αποθήκευση, την προσαγωγή και τη διανομή του νερού.

Το νερό είναι η σπουδαιότερη μας τροφή. Ο άνθρωπος δεν μπορεί να ζήσει αν στερηθεί το νερό περισσότερο από τρεις μέρες. Το σώμα μας αποτελείται κατά τα 2/3 από νερό, και αν η ποσότητα αυτή μειωθεί έστω και λίγο, προκαλείται βλάβη της υγείας μας. Όλες οι ζωτικές λειτουργίες εξαρτώνται από το νερό. Φοβόμαστε την έλλειψη τροφίμων, ξεχνάμε όμως πολύ συχνά το νερό, που δεν είναι απλώς τροφή, αλλά κύριο στοιχείο της ζωής. Είναι αναπόφευκτη η σκέψη ότι στο μέλλον θα είναι πιο δύσκολος ο εφοδιασμός της ανθρωπότητας με καλής ποιότητας νερό απ' ό,τι θα είναι ο εφοδιασμός της με τρόφιμα¹.

Ιδιαίτερα η βιομηχανία, κύριος καταναλωτής του νερού, χρειάζεται πολλές φορές μεγάλες ποσότητες. Πολύ συχνά η εκλογή του τόπου όπου θα ιδρυθεί μία βιομηχανία προσδιορίζεται από τη διαθεσιμότητα του νερού. Οι ανάγκες σε νερό επηρεάζουν τη διάρθρωση της οικονομίας.

Η εξασφάλιση του νερού είναι αρμοδιότητα των δήμων και κοινοτήτων. Τα σχετικά προβλήματα δεν πρέπει να παραμελούνται γιατί έχουν μεγάλη προτεραιότητα. Η εκμετάλλευση ανήκει στους οργανισμούς ή στις υπηρεσίες υδρεύσεως. Προορισμός τους είναι να παρέχουν συνεχώς νερό απόλυτα ικανοποιητικό από υγιεινή άποψη, σε αρκετή ποσότητα και με την κατάλληλη πίεση.

¹ Bucksch, R.: Siedlungswasswirtschaft und Raumplanung

Εκτίμηση μελλοντικών αναγκών δεν μπορούμε να κάνουμε παρά μόνο για μικρά χρονικά διαστήματα και μικρές περιοχές. Πρέπει να καταβάλουμε φροντίδες σήμερα, για να έχουμε αρκετό νερό διαθέσιμο αύριο. Γι' αυτό πρέπει να διερευνηθούν όλοι οι διαθέσιμοι πόροι και να αξιοποιούνται, καθώς αναπτύσσεται η ζήτηση.

Έτσι στα πλαίσια της υδατικής οικονομίας, οι υδρεύσεις παίρνουν δικαιολογημένα μια προνομιακή θέση. Αυτό διατυπώνεται καθαρά και στον Ευρωπαϊκό Χάρτη Υδάτων της 6.5.1968 .

Εκείνο όμως που κάνει την προμήθεια νερού προβληματική, δεν είναι μόνο οι απαιτούμενες ποσότητες, αλλά και η χαμηλή ποιότητα του νερού στην κατάσταση που είναι σήμερα διαθέσιμο. Συνήθως όταν μιλάμε για νερό στις υδρεύσεις λοιπόν, εννοούμε το νερό που χρειάζεται για να καλύψει τις ανάγκες (οικιακές, βιομηχανικές , στρατιωτικές κ.ά.) .

Ο Μηχανικός εργάζεται αντιμετωπίζοντας τις συνθήκες στον τόπο του έργου. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα υδραυλικά έργα. Κι αυτή ασφαλώς είναι η έννοια της παρακάτω περικοπής του DIN 2000 : «Οι οδηγίες για την κατασκευή και την εκμετάλλευση δεν πρέπει να νοηθούν ως άκαμπτοι κανόνες, γιατί τότε δε θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί ή ποικιλία των επιτόπιων συνθηκών ...». Η ίδια προδιαγραφή αναφέρεται ως εξής στη συνθετότητα του θέματος : «Ο σχεδιασμός εγκαταστάσεων υδρεύσεως απαιτεί πολύπλευρες γνώσεις σ' όλους τους κλάδους της επιστήμης των υδρεύσεων. Ιδίως στους κλάδους της βακτηριολογίας, βιολογίας, κατασκευής φρεάτων, χημείας, γεωλογίας, υδρολογίας, κατασκευαστικής τέχνης και μηχανολογίας».

1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Παντού όπου στο παρελθόν άκμασαν πολιτισμοί, γινόταν εκμετάλλευση των υδατικών πόρων και συνεπώς είχε αναπτυχθεί η τέχνη των υδραυλικών έργων. Σημαντικό μέρος των έργων αυτών έπαιρναν, εκτός από τις αρδεύσεις, τα έργα υδρεύσεως. Αρχαιολογικά ευρήματα αποδεικνύουν την εκπληκτικά ψηλή στάθμη της τεχνικής στον τομέα αυτό.

Ορισμένοι αρχαίοι λαοί είχαν ακόμη και υδατική νομοθεσία (Κώδικ. Χαμμουραμπί, Βαβυλωνία, 1728 ως 1686 π.Χ.). Στις σημερινές έρημους ανθούσαν κατά τη ρωμαϊκή εποχή διάφορες πόλεις (π.χ. Πέτρα), οι οποίες μπορούσαν να υπάρχουν μόνο χάρη σε μια καλή ύδρευση. Έχει υποστηριχτεί, όχι άδικα, ότι μία από τις προϋποθέσεις για την πολιτιστική ανάπτυξη ήταν και η ανάγκη να λυθούν προβλήματα εκμεταλλεύσεως υδατικών πόρων.

Στις πολύ παλιές εποχές, ο άνθρωπος κάλυπτε τις υδατικές του ανάγκες από πηγές ή από ρέοντα και στάσιμα νερά, ή μάζευε βρόχινο νερό. Αλλά ήδη από την εποχή του πολιτισμού του Ινδού (5000 π.Χ.) είναι γνωστά τα πηγάδια. Έτσι άρχισε από πολύ παλιά η εκμετάλλευση των υπόγειων νερών. Ακόμη και σήμερα χρησιμοποιούνται στις περιοχές παλιών μεγάλων πολιτισμών πηγάδια που έχουν γίνει πριν από χιλιάδες χρόνια. Και τεχνητές λίμνες υπήρχαν, όπως η λίμνη Μοιρίς στην Αίγυπτο (1800 π.Χ.). Στην περίοδο των πλημμυρών γέμιζε με τα νερά του Νείλου και τα αποθήκευε ως την ξηρή περίοδο. Και στη Σάμο υπήρχε ένα σημαντικό υδραγωγείο με μια σήραγγα μήκους μεγαλύτερου από 1000 μ. (6ος αιώνας π.Χ.).

Στην Μεσοποταμία και στην Ελλάδα καθώς και στις περιοχές των μεγάλων πολιτισμών της Κεντρικής και Νότιας, Αμερικής, κατασκευάστηκαν επίσης εκπληκτικά έργα.

Οι Ρωμαίοι θεωρούνται όμως αυθεντίες στον τομέα αυτό. Το πρώτο ρωμαϊκό υδραγωγείο, η Aqua Appia κατασκευάστηκε από τον Άππιο Κλαύδιο Κάισο (κατασκευαστής της Via Appia) το 312 π.Χ. Περίπου 100 χρόνια μετά Χρίστο, η Ρώμη διέθετε υδραγωγεία ολικού μήκους μεγαλύτερου από 400 km, από τα όποια περίπου 50 km ήταν υπερυψωμένα σε τοξωτές κατασκευές. Στις πέτρινες αυτές γέφυρες - σχήμα 1.1 - το νερό κυλούσε σε ανοιχτούς ή σκεπαστούς αγωγούς ή και μέσα σε μολυβένιους σωλήνες. Οι σωλήνες κατασκευάζονταν από ένα είδος βιομηχανίας και είχαν το σήμα του κατασκευαστή.



σχήμα -1.1- υδραγωγείο στην Ίσκια

Με την επέκταση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας έγιναν και σε άλλες περιοχές του κράτους όμοια έργα – σχήμα 1.2. Σε ορισμένες περιοχές τμήματά τους βρίσκονται ακόμη σήμερα σε λειτουργία. Η ύδρευση περιοριζόταν συνήθως στην τροφοδότηση δημόσιων φρεάτων και λουτρών. Τροφοδότηση οικημάτων γινόταν σε μεμονωμένες περιπτώσεις, όπως π.χ. στην Πομπηία.

Αν κάνουμε σύγκριση με τα κατορθώματα παλαιότερων πολιτισμών, οι Ρωμαίοι μας φαίνονται,

παρά τη μεγάλη τους πρόοδο, σαν απλοί επίγονοι στην τέχνη των υδραυλικών έργων.



σχήμα -1.2- ερείπια ρωμαϊκού υδραγωγείου (Mainz)

Κατά το μεσαίωνα οι γνώσεις αυτές ξεχάστηκαν. Το νερό προερχόταν από εγκαταστάσεις μάλλον πρωτόγονες σε σχέση με αντίστοιχα έργα αρχαίων πολιτισμών. Μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις έγιναν προσπάθειες εκμεταλλεύσεως υδατικών πόρων με τεχνικά έργα.

Μόλις στα μέσα του 19ου αιώνα άλλαξε η κατάσταση. Οι μεγάλες πόλεις κατασκεύασαν κεντρικές εγκαταστάσεις υδρεύσεως και οι άνθρωποι έπαψαν να προμηθεύονται νερό από δημόσια φρέατα ή και επιφανειακές πηγές. Έγιναν δίκτυα διανομής προς τα οικήματα και τις κατοικίες. τα παλαιότερα μεμονωμένα έργα αντικαταστάθηκαν από τα έργα γενικής χρήσεως, όπως τα ξέρουμε στη σημερινή εποχή.

Γρήγορα όμως αποδείχτηκε ότι δεν ήταν αρκετό να υπάρχουν μόνο κεντρικές υδροληψίες και έργα γενικής διανομής. Γιατί η ποιότητα του νερού, ιδίως στους ποταμούς και στις λίμνες, υποφέρει τόσο πολύ από την εκβολή οικιακών και βιομηχανικών λυμάτων, ώστε μόνο με δαπανηρούς καθαρισμούς και συνεχή επιτήρηση είναι δυνατόν να εμποδιστεί η εξάπλωση επιδημιών. Κατά τα νεώτερα ιδίως χρόνια έχει επιτευχθεί μεγάλη πρόοδος στην τεχνική του καθαρισμού.

Λίγες πόλεις διαθέτουν καλής ποιότητας πηγαία ή υπόγεια νερά. Συνήθως στις περιπτώσεις αυτές είναι αναγκαίος κάποιος αγωγός μεταφοράς μεγάλου μήκους. Τέτοιοι αγωγοί χρησιμοποιούνται και για τη μεταφορά επιφανειακών νερών. Το νερό από τη Λίμνη της

Κωνσταντίας μεταφέρεται σε οικισμούς ως πέρα από τη Stuttgart. Όταν η υδροληψία γίνεται από επιφανειακά νερά, ο καθαρισμός είναι απαραίτητος.

Στα πλαίσια του χωροταξικού σχεδιασμού πρέπει να επιλέγονται οι μελλοντικές πηγές νερού για τους οικισμούς και να ορίζονται οι αντίστοιχες περιοχές υγιεινολογικής επιτηρήσεως. Αυτή η διαδικασία μόλις έχει αρχίσει.



2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

2.1 ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Για να κατασκευαστεί ένα δίκτυο ύδρευσης στις μέρες μας - που μεν στις μικρότερες πόλεις και κοινότητες εκτελείται από τις τεχνικές υπηρεσίες των δήμων ή των κοινοτήτων αντίστοιχα , στις δε μεγάλες πόλεις από προς τούτο συσταμένους οργανισμούς ύδρευσης – απαραίτητες είναι ένα μεγάλο πλήθος εργασιών , τόσο τεχνικής , όσο και διοικητικής φύσης.

Οι επονομαζόμενες Δ.Ε.Υ.Α. (Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης) , που έχουν συσταθεί τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες πόλεις της Ελλάδας , έχουν αναλάβει από κοινού τη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης.

Οι εγκαταστάσεις ύδρευσης διακρίνονται σε ¹

ατομικές , για εξυπηρέτηση μεμονωμένων σπιτιών , που αποτελούνται από κάποιο πηγάδι και μία δεξαμενή ή μόνο μία δεξαμενή

συλλογικές , για εξυπηρέτηση οικισμών (χωριών, κωμοπόλεων, πόλεων) ή συνόλου οικισμών, που αποτελούνται από μια σειρά έργων: τις εγκαταστάσεις υδροληψίας, τα έργα μεταφοράς του νερού από την υδροληψία έως την δεξαμενή, τις δεξαμενές 24ωρης εξισώσεως, τον κύριο τροφοδοτικό αγωγό και το δίκτυο διανομής της πόλης (εσωτερικό δίκτυο).

2.2 ΤΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Σε γενικές γραμμές τα μέρη που συγκροτούν ένα υδραγωγείο ύδρευσης αστικού κέντρου είναι²:

- ↓ ο χώρος υδροσυλλογής
- ↓ το εξωτερικό υδραγωγείο
- ↓ οι δεξαμενές
- ↓ το εσωτερικό υδραγωγείο

¹ Παπαδάκης Ι. 1977

² Αραβαντινός Α. 1977

2.2.1 ΧΩΡΟΣ ΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ

Σε γενικές γραμμές ο συγκεκριμένος χώρος αποτελεί το σημείο συγκέντρωσης υδάτων .Η διαδικασία ονομάζεται υδροληψία και γίνεται από βρόχινο νερό και από επιφανειακούς (ποτάμια και λίμνες), υπόγειους (υδρομαστεύσεις), και πηγαίους υδατικούς πόρους. Το νερό στην συνέχεια αποθηκεύεται σε ειδικά συστήματα αποθήκευσης όπως τεχνητές λίμνες, ταμιευτήρες ή υπόγειες δεξαμενές .

2.2.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ

Πρόκειται για το σύνολο των αγωγών που συνδέουν το χώρο υδροσυλλογής με την υδατοδεξαμενή. Στην ουσία, το νερό από τον χώρο που προηγουμένως περιγράφηκε μεταφέρεται, είτε με βάση την βαρύτητα, είτε υπό πίεση, είτε και με τους δύο τρόπους ταυτόχρονα, καθαρό στην υδατοδεξαμενή έτοιμο προς κατανάλωση.

Πιο συγκεκριμένα οι αγωγοί μεταφοράς, που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά των υδάτων προς τις εγκαταστάσεις καθαρισμού ή προς τις δεξαμενές αποθήκευσης, διακρίνονται σε ανοιχτούς και κλειστούς (πιθανώς έχουμε ροή υπό πίεση). Ως καταθλιπτικοί χαρακτηρίζονται οι κλειστοί αγωγοί όπου το νερό κινείται με ώθηση από αντλιοστάσιο.

Ανάλογα με τη χάραξη υπάρχει περίπτωση στο εξωτερικό υδραγωγείο να χρησιμοποιείται συνδυασμός των παραπάνω αγωγών με μοναδικό περιορισμό την χρήση κλειστών αγωγών μετά από εγκαταστάσεις καθαρισμού.

2.2.3 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Πριν το νερό περάσει στον τροφοδοτικό αγωγό του δικτύου διανομής αποθηκεύεται στις δεξαμενές αποθήκευσης και ρύθμισης οι οποίες διακρίνονται σε υπερυψωμένες ή υδατόπυργους και σε χαμηλές ή επίγειες (ανοιχτές ή κλειστές). Η χρήση τους έχει τα εξής πλεονεκτήματα :

- ✚ Εξισορροπούν την κυμαινόμενη ζήτηση έναντι μιας σταθερής παροχής. (Η έξοδος από τη μονάδα επεξεργασίας ή η κατευθείαν άντληση έχουν σταθερή

παροχή κατά την διάρκεια του 24ώρου σε αντίθεση με την κατανάλωση, συνεπώς απαιτείται ενδιάμεση αποθήκευση του νερού.

- ↓ Η χρήση τους μειώνει την απαίτηση σε άντληση, γιατί δε χρειάζεται να διατίθεται η άντληση που αντιστοιχεί στη μέγιστη ζήτηση νερού. Όταν υπάρχει η απαίτηση για τη μέγιστη παροχή, οι δεξαμενές δίνουν το επιπλέον νερό που έχει αποθηκευτεί από τις χρονικές περιόδους, κατά τις οποίες η ζήτηση είναι μικρότερη από την άντληση
- ↓ Μειώνουν τις πιέσεις του νερού στο δίκτυο
- ↓ Παρέχουν την δυνατότητα για ποιοτικό έλεγχο κοντά στην κατανάλωση και επιπλέον απολύμανση του νερού.
- ↓ Αποτελούν αποθήκη νερού για πυρόσβεση

Η ιδανική περίπτωση κατασκευής των δεξαμενών είναι η ύπαρξη αναγλύφου, γεγονός σύνηθες στις ελληνικές πόλεις, όταν δε δεν υπάρχει ύψωμα μέσα στην πόλη κατασκευάζεται υδατόπυργος.

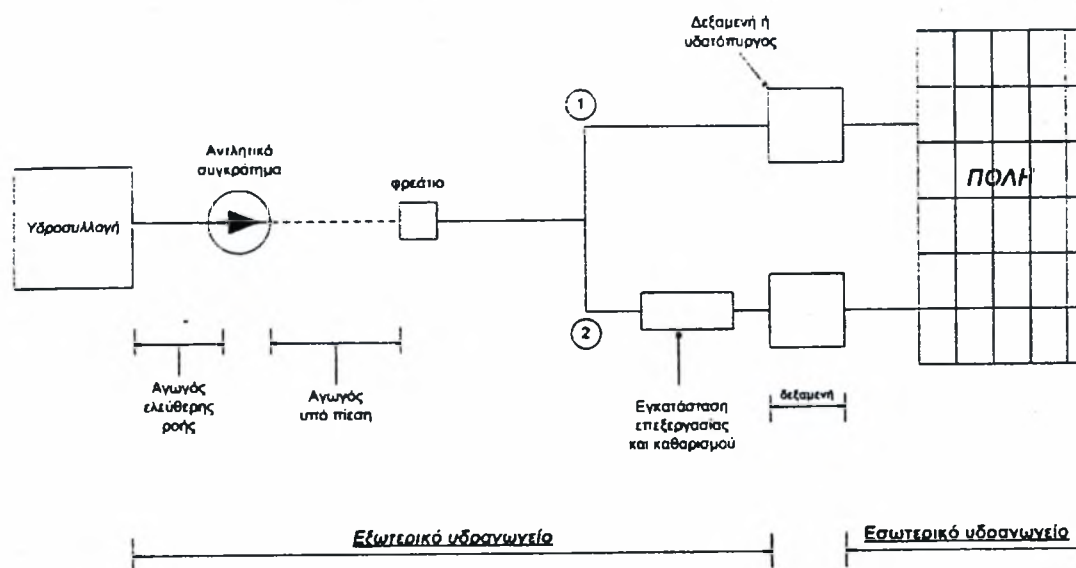
2.2.4 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ

Ακολουθεί το δίκτυο διανομής. Ένα δίκτυο διανομής περιλαμβάνει τον κύριο τροφοδοτικό αγωγό, τους πρωτεύοντες, δευτερεύοντες αγωγούς και τους σωλήνες σύνδεσης με τους καταναλωτές. Στα δίκτυα ύδρευσης η ροή γίνεται υπό πίεση. Ένα επίσης χαρακτηριστικό του δικτύου είναι οι βαλβίδες εισόδου και εξόδου αέρος που τοποθετούνται στα ψηλά σημεία και οι εκκενωτές που τοποθετούνται στα χαμηλά.

Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται σε ακτινωτά και κυκλοφοριακά. Στην περίπτωση μεγάλων δικτύων προτιμούνται τα κυκλοφοριακά δίκτυα γιατί είναι περισσότερο ευέλικτα σε περιπτώσεις βλαβών. Το υλικό των αγωγών εξαρτάται από την διάμετρο που απαιτείται κάθε φορά και ακολουθεί την εξής σειρά:

χαλύβδινοι – χυτοσιδηροί > αμιαντοσιμέντου > πλαστικοί - PVC

2.3 ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΠΟΛΗΣ





3. Δ.Ε.Υ.Α. - Η ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΑΣ

3.1 ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ¹

Η έλλειψη ενός ισχυρού νομοθετικού πλαισίου , καθώς και η εφαρμογή πολιτικών σκοπιμοτήτων , οδήγησαν σε πλήθος παρατυπιών και λαθών όσον αφορά τον τομέα της διαχείρισης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα , με γνώμονα την προχειρότητα και το κέρδος , αντί για την ευσυνειδησία και την προοπτική για το μέλλον , οι προσπάθειες που προτάθηκαν να πραγματοποιηθούν , είτε έμειναν ανεκπλήρωτες , είτε απέβησαν ελλειμματικές , είτε ακόμα χειρότερα αντί να ωφελήσουν περισσότερο έβλαψαν τους κάτοικους και το περιβάλλον.

Το πρώτο επίσημο κρατικό στίγμα , εκφράστηκε με τον νόμο που ισχύει ως σήμερα (1739/87), και ψηφίστηκε το 1987 , με προοπτική να διορθώσει τα 'κακώς κείμενα' των προηγούμενων ετών και με στόχο την ορθολογικότερη θεώρηση και διαχείριση των υδατικών μας αποθεμάτων.

Με βάση τον προαναφερθέν νόμο θεσμοθετούνται δυο βασικές κατευθυντήριες αρχές. Πρωτίστως , το νερό σταματάει ν' αντιμετωπίζεται ως φυσικό αγαθό που διαθέτει ανεξάντλητα αποθέματα και η διαχείριση του προσαρμόζεται με βάση τις ανάγκες μας. Το γεγονός αυτό ενισχύεται κι από τη νέα κοινοτική οδηγία , τ' ότι δηλαδή είναι οι ανάγκες μας οι οποίες θα πρέπει να προσαρμόζονται στα διαθέσιμα αποθέματα του νερού. Κατά δεύτερον , θεσπίζονται φορείς , σε κεντρικό και περιφερειακό επίπεδο , οι οποίοι αναλαμβάνουν διαχειριστικά και διοικητικά καθήκοντα , αποσκοπώντας σε μια ενιαία πολιτική για το κοινό καλό .

Οι διατάξεις αυτές είχαν στόχο την πιο ορθολογική αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της χώρας, αλλά και τη βελτίωση και τον εκσυγχρονισμό του σχετικού διοικητικού συστήματος. Τα σημαντικότερα σημεία-καινοτομίες του νόμου είναι:

- Η καθιέρωση Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων , με την οποία προβλέπεται η εκπόνηση υδατικών ισοζυγίων στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο έλεγχος των υδατικών αποθεμάτων , να διευκολυνθεί ο προγραμματισμός των χρήσεων του νερού, να αποφευχθούν οι σπατάλες του και να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη υποδομή για την άσκηση μιας αξιόπιστης πολιτικής στην περιοχή των χρήσεων του νερού της χώρας.

¹ Ν.Μυλόπουλος , Οκτώβριος 2002

- Η αναγνώριση της στρατηγικής σημασίας της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων, η οποία πλέον διαχωρίζεται σαφώς από τη χρήση του νερού. Ακόμη αποκαθίσταται ο φορέας που αντιμετωπίζει συνολικά το νερό ως φυσικό πόρο, το νυν Υπουργείο Ανάπτυξης, για την κάλυψη του συνόλου των αναγκών και όχι όπως στο παρελθόν συνέβαινε για την κάλυψη μεμονωμένων αναγκών κάποιου επιμέρους τομέα.
- Η καθιέρωση των δεκατεσσάρων υδατικών διαμερισμάτων στη χώρα, που περιλαμβάνουν ολοκληρωμένα υδρογραφικά δίκτυα, χαρακτηρίζονται από όμοιες κατά το δυνατόν υδρολογικές συνθήκες και τα οποία αν και αντιστοιχούν σε διοικητικές περιφέρειες, εντούτοις δεν συμπίπτουν υποχρεωτικά με αυτές. Κάθε υδατικό διαμέρισμα περιλαμβάνει μία ή περισσότερες υδρολογικές λεκάνες και αποτελεί την βασική διοικητική μονάδα για την άσκηση κάθε δραστηριότητας διαχείρισης ή χρήσης νερού.
- Η καθιέρωση των Περιφερειακών Επιτροπών Υδάτων, (ΠΕΥΔ), μία σε κάθε υδατικό διαμέρισμα, που εξασφαλίζουν την ενιαία άσκηση της διαχείρισης του νερού σε περιφερειακό επίπεδο, εξειδικεύοντας την εθνική υδατική πολιτική σε κάθε διαμέρισμα.
- Η αναγνώριση της κοινωνικής διάστασης του νερού, απ' όπου προκύπτουν μία σειρά από ρυθμίσεων και διατάξεων με τις οποίες επιτυγχάνεται μεταξύ άλλων ο έλεγχος των χρήσεων (με τη θεσμοθέτηση της άδειας για τη χρήση νερού), η αποφυγή της σπατάλης (με τον περιορισμό του δικαιώματος χρήσης του νερού στο ανώτατο όριο των πραγματικών αναγκών του δικαιούχου), ο περιορισμός της εμπορευματοποίησης (με τη δυνατότητα δέσμευσης των πλεονασμάτων νερού και της διάθεσής τους για άλλες χρήσεις), και η προστασία του νερού (με την επιβολή περιορισμών στη χρήση τους, τη δέσμευση ορισμένης ποσότητας για διατήρησή τους, τον καθορισμό ελάχιστης διατηρητέας παροχής κ.ά.).

Ειδικά για τις υδρεύσεις, βάσει του νόμου 1739/87 αρμόδιο υπουργείο για την ύδρευση (εκτός των πολεοδομικών συγκροτημάτων Αθήνας και Θεσσαλονίκης που ανήκουν στην αρμοδιότητα του ΥΠΕΧΩΔΕ), ορίζεται το Υπουργείο Εσωτερικών . Βέβαια στην ύδρευση των πόλεων της Ελλάδας οι κινήσεις εκσυγχρονισμού είχαν αρχίσει αρκετά νωρίτερα με την καθιέρωση των Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης και Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ). Αυτές είναι υπεύθυνες για τη λειτουργία, τον σχεδιασμό και την κατασκευή των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης στα περισσότερα ελληνικά αστικά κέντρα μεσαίου μεγέθους.

Το πνεύμα του νόμου που δημιούργησε τις ΔΕΥΑ, θα λέγαμε με δύο λόγια ότι ήταν να

καταδειχθεί η ενότητα της ύδρευσης με την αποχέτευση, και να συγκροτηθούν ενιαίες αυτόνομες επιχειρήσεις, αρμόδιες για τη συνολική διαχείριση των δύο αυτών λειτουργιών . Σήμερα υπάρχουν 71 συνολικά ΔΕΥΑ σε όλη την Ελλάδα και οι 50 από αυτές είναι μέλη της Ένωσης ΔΕΥΑ (ΕΔΕΥΑ).

Ως τα μέσα της δεκαετίας του '80 την ευθύνη διαχείρισης είχαν απ' ευθείας οι Δήμοι, μέσω των τεχνικών υπηρεσιών τους. Η δημιουργία όμως των ΔΕΥΑ επέτρεψε τη βελτιωμένη και ορθολογικότερη διαχείριση των συστημάτων ύδρευσης. Οι οργανισμοί αυτοί δημιουργήθηκαν σε πόλεις με πληθυσμό από 5.000 έως 200.000 (Πίνακας -3.1-). Οι οργανισμοί ύδρευσης και Αποχέτευσης των δύο μεγαλύτερων αστικών κέντρων , της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, δεν περιλαμβάνονται στο ίδιο νομοθετικό πλαίσιο με τις ΔΕΥΑ και συνιστούν ανεξάρτητους οργανισμούς εντελώς διαφορετικού μεγέθους και διάρθρωσης. Μάλιστα, έχουν και οι δύο εισαχθεί στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών .

πίνακας -3.1- πληθυσμιακή διακύμανση των ΔΕΥΑ (μελών ΕΔΕΥΑ)

εξυπηρετούμενος πληθυσμός	αριθμός ΔΕΥΑ
0 - 25.000	16
25.001 - 50.000	19
50.001 - 100.000	11
100.000 - ...	4
σύνολο	50

Η ύδρευση των οικισμών , ως αντικείμενο του Πολιτικού Μηχανικού, έχει βέβαια πρωταρχικό στόχο την κάλυψη των αναγκών σε νερό, φροντίζοντας όμως ταυτόχρονα για την προστασία και τη διατήρηση του υδατικού περιβάλλοντος, το υψηλό επίπεδο υπηρεσιών αλλά και την οικονομική βιωσιμότητα των επιχειρήσεων ύδρευσης.

Η οικονομική και επιχειρησιακή δραστηριότητα των ΔΕΥΑ περιλαμβάνει ενέργειες για τη συλλογή, επεξεργασία, μεταφορά, αποθήκευση και διανομή του νερού με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών των καταναλωτών σε νερό, αλλά και τις αντίστοιχες ενέργειες για τα

λύματα που προκύπτουν από τη χρήση του νερού. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη και την οικονομική σημασία του νερού στις μέρες μας, οι ΔΕΥΑ έχουν τα εξής χαρακτηριστικά, ως επιχειρήσεις:

1. Χρειάζονται μεγάλα κεφάλαια για να λειτουργήσουν, σε σχέση με άλλες επιχειρήσεις και
2. Τα οποιαδήποτε έργα σχεδιάζονται για πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής. Καθώς λοιπόν τα έργα ύδρευσης αποσκοπούν κατά μεγάλο βαθμό στην πρόβλεψη της ζήτησης και της χρήσης του νερού η αξιοπιστία τους αποκτά μεγάλη οικονομική σημασία.

Αυτά τα χαρακτηριστικά σκιαγραφούν την ανάγκη αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας των επενδύσεων κεφαλαίου που πρέπει μία Επιχείρηση Ύδρευσης να σχεδιάσει. Έτσι, ο τρόπος που θα χρησιμοποιηθεί για να αποσβεστεί το κόστος παροχής νερού και διάθεσης των αποβλήτων αποκτά ιδιαίτερη σημασία καθώς προσδιορίζει τόσο τον τρόπο προσέγγισης των καταναλωτών όσο και την περαιτέρω εξερεύνηση των διαθέσιμων πόρων για τη χρηματοδότηση επενδύσεων .

3.2 ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Το επίπεδο υπηρεσιών των ΔΕΥΑ στις μέρες μας, είναι αλήθεια ότι είναι σαφώς βελτιωμένο σε σχέση με παλιότερα, χωρίς πάντως να φτάνει ακόμη σε ικανοποιητικά επίπεδα. Οι δύο μεγάλες εταιρείες Αθηνών - Θεσσαλονίκης, η ΕΥΔΑΠ και η ΕΥΑΘ, λειτουργούν σε εντελώς διαφορετική βάση και με πολύ ψηλότερα πρότυπα από τις υπόλοιπες ΔΕΥΑ.

Και οι δύο αυτές εταιρείες διαχειρίζονται γιγαντιαία δίκτυα, τόσο εξωτερικά, όσο και εσωτερικά, διαθέτουν καλές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού και το εσωτερικό τους δίκτυο είναι σε σχετικά καλή κατάσταση, θεωρώντας ότι οι απώλειες νερού παρουσιάζουν πτωτικές τάσεις. Το πρόβλημα που παραμένει είναι η αντιμετώπιση της απειλής λειψυδρίας, όπου όπως φάνηκε και στην περίοδο '89-'91 στην Αθήνα, η κατάσταση παραμένει αρκετά επικίνδυνη (πράγμα φυσικό, ειδικά για την Αθήνα, αν σκεφτεί κανείς τις τεράστιες ανάγκες συνολικά στο λεκανοπέδιο).

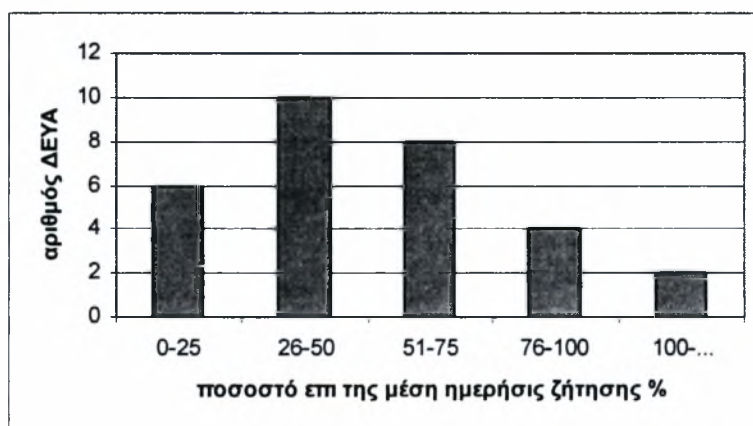
Για την κατάσταση που επικρατεί στις υπόλοιπες ΔΕΥΑ, αρκετά διαφωτιστική είναι η έρευνα που διεξήχθη σε 30 συνολικά ΔΕΥΑ, στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος SPRINT , από την εταιρεία «NAMA, Σύμβουλοι Μηχανικοί και Μελετητές, Α.Ε.». Μεταξύ των ευρημάτων

της έρευνας, αναφέρουμε παρακάτω τα πιο χαρακτηριστικά.

Για τα φυσικά χαρακτηριστικά των συστημάτων ύδρευσης, εξετάστηκαν παράμετροι όπως είδος πηγών υδροληψίας, αποθηκευτικός όγκος και χαρακτηριστικά των αγωγών. Βασική πηγή υδροληψίας βρέθηκε να είναι το υπόγειο νερό, που προέρχεται από γεωτρήσεις και πηγές σε ποσοστά 54% και 40% αντίστοιχα. Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται επιφανειακά νερά, αυτή είναι και η αποκλειστική πηγή υδροληψίας για την εν λόγω περιοχή.

Για τις μεθόδους επεξεργασίας του νερού που χρησιμοποιούν, κοινή, και μοναδική στις περισσότερες περιπτώσεις, μέθοδος είναι η χλωρίωση. Σε αυτό συμβάλλει και η καλή γενικά ποιότητα του νερού. Άλλες μέθοδοι όπως κροκίδωση, διαύγαση και διήθηση, εφαρμόζονται σε ελάχιστες περιπτώσεις και εξ αιτίας ειδικών τοπικών συνθηκών όπως εποχική ή μόνιμη απόληψη από επιφανειακά ύδατα.

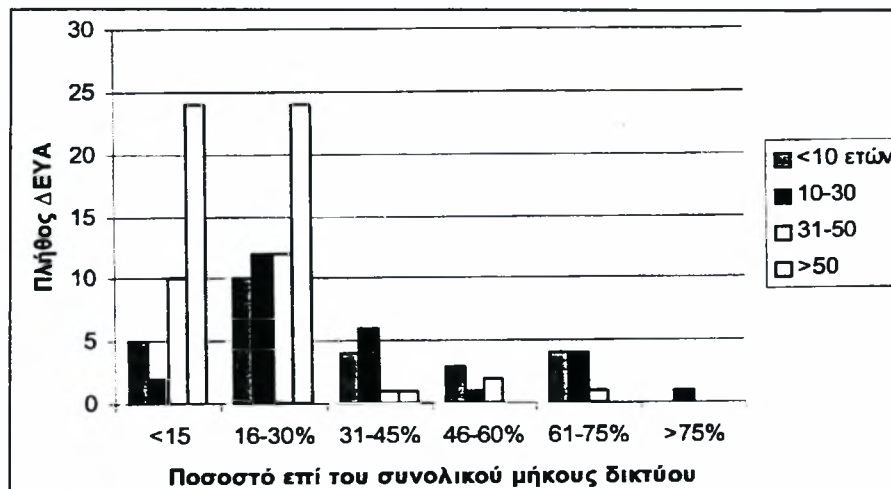
Όσον αφορά στον αποθηκευτικό όγκο στο δίκτυο, μόνο σε λίγες περιπτώσεις ξεπερνά το 75% της μέσης ημερήσιας ζήτησης. Συνήθως το ποσοστό αυτό δεν ξεπερνά το 50% - παρακάτω σχήμα.



Σχήμα -3.2- Αποθηκευτικός όγκος στο δίκτυο

Επίσης, για τη συντριπτική πλειοψηφία των ΔΕΥΑ, η κατάσταση των δικτύων από πλευράς παλαιότητας κρίνεται ικανοποιητική, γεγονός που δικαιολογείται από την ανάπτυξη των δικτύων υποδομής στα αστικά κέντρα τα τελευταία 20-30 χρόνια, αλλά και από την πληθώρα

νέων έργων στον τομέα της ύδρευσης (Σχήμα –3.3).

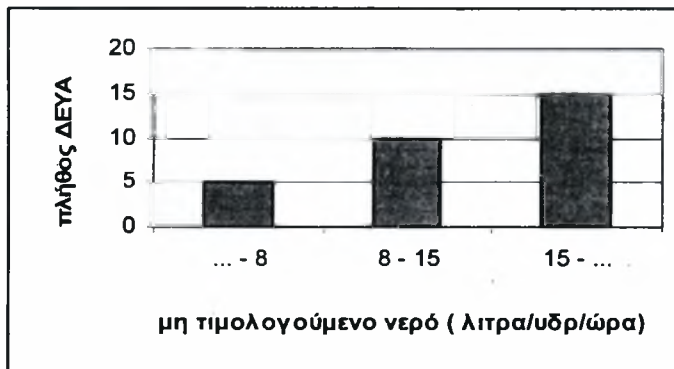


Σχήμα –3.3- Παλαιότητα των δικτύων ύδρευσης

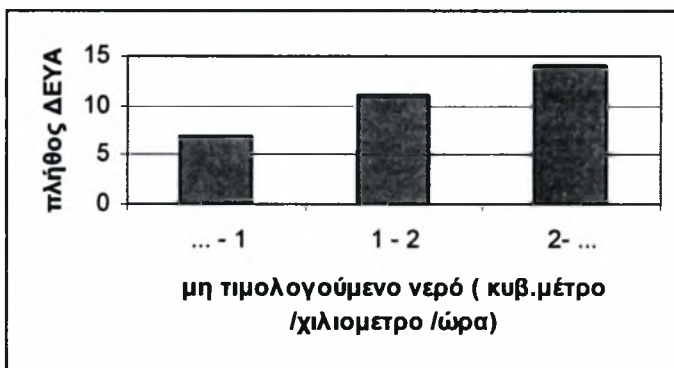
Η κατάσταση όμως δεν είναι τόσο θετική σε ό,τι αφορά στις διαρροές νερού, ή συνολικότερα, στην ανάλυση των ποσοτήτων του μη τιμολογούμενου νερού.

Η έρευνα έδειξε ότι η συνολική ετήσια παραγόμενη ποσότητα νερού ανέρχεται σε 180.000.000 κυβ.μετρ. ενώ η αντίστοιχη μη τιμολογούμενη ποσότητα είναι 85.000.000 κυβ.μετρ., δηλαδή ανέρχεται στο 47%. Το μέγιστο ποσοστό που παρατηρείται στις ΔΕΥΑ είναι 71% του παραγόμενου νερού, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σκοπιμότητα εφαρμογής ενός προγράμματος ελέγχου διαρροών .

Σε ορισμένες περιπτώσεις το μη τιμολογούμενο νερό περιλαμβάνει σημαντικές ποσότητες δημόσιων και δημοτικών καταναλώσεων που δεν καταμετρούνται, αλλά και ιδιωτικών παράνομων συνδέσεων .



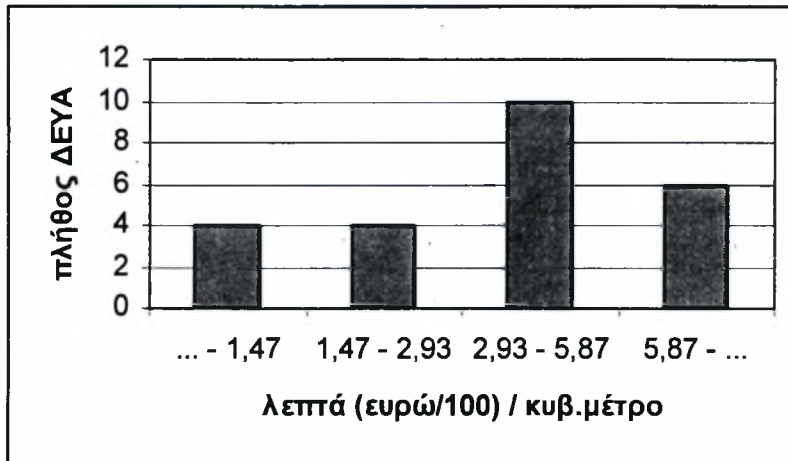
Τα σχήματα -3.4- και -3.5- παρουσιάζουν τη διακύμανση των μη τιμολογούμενων ποσοτήτων μεταξύ 30 ΔΕΥΑ.



Σχήμα – 3.4 & 3.5 - Κατανομή του MTN

Λαμβάνοντας υπόψη τις δαπάνες κατανάλωσης ενέργειας και προμήθειας χημικών για την επεξεργασία, υπολογίστηκε το οριακό κόστος παραγωγής νερού (Σχήμα -3.6-).

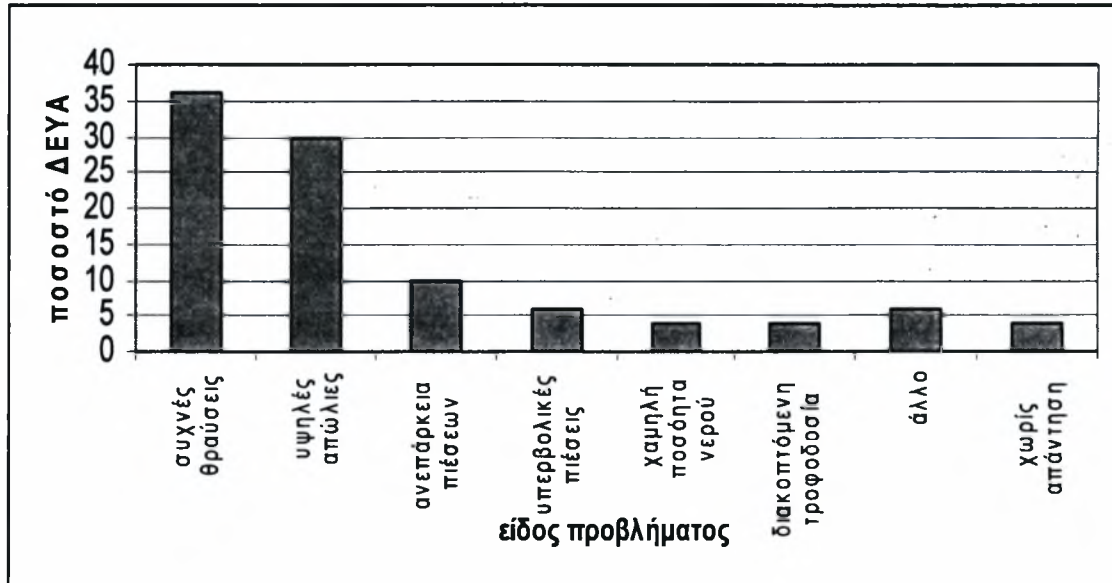
Πολλαπλασιάζοντας τις μη τιμολογούμενες ποσότητες με το κόστος αυτό για κάθε ΔΕΥΑ και αθροίζοντας, υπολογίζεται ένα ετήσιο συνολικό κόστος για το νερό που δεν τιμολογείται, κοντά στα 545,2 δισεκατομμύρια ευρώ (1,6 δισεκατομμύρια δρχ.).



Σχήμα – 3.6 - Κόστος παραγωγής νερού

Στο Σχήμα - 3.7 - τέλος, δίνονται, κατά σειρά προτεραιότητας, τα πλέον σημαντικά προβλήματα που αφορούν στην καθημερινή διαχείριση του δικτύου διανομής, σύμφωνα με τις ίδιες τις ΔΕΥΑ. Λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες που αντιμετωπίζουν σήμερα, μία σειρά θεμάτων έχουν εντοπιστεί ως τα πλέον σημαντικά και έχουν πάρει την παρακάτω προτεραιότητα από τις ίδιες τις Επιχειρήσεις:

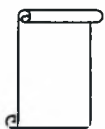
- Έλεγχος διαρροών
- Βελτίωση λειτουργίας δικτύου
- Χαρτογράφηση
- Ανακαίνιση δικτύου
- Εντοπισμός αγωγών
- Τηλεμετρία και εποπτικός έλεγχος
- Μαθηματική προσομοίωση για έλεγχο διαρροών



Σχήμα – 3.7 - Κατανομή σημαντικότερου λειτουργικού προβλήματος

Τα παραπάνω προβλήματα και θέματα προτεραιότητας καταδεικνύουν την ανάγκη παρεμβάσεων με στόχο την καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο συνεισφέρει κάθε ενότητα στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των αναγκών και εξασφαλίζει καλύτερες υπηρεσίες στον καταναλωτή.

Οι επεμβάσεις αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν διάφορα θέματα, από τα πλέον θεμελιώδη, όπως το σύστημα μέτρησης, μέχρι την εισαγωγή μαθηματικών μοντέλων στον σχεδιασμό βελτιώσεων.



4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

4.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Τα περισσότερα συστήματα ύδρευσης περιλαμβάνουν μεγάλες κατασκευές όπως φράγματα, υδροταμιευτήρες, εγκαταστάσεις καθαρισμού, η κατασκευή των οποίων απαιτεί πολύ χρόνο ενώ μετά την περάτωση τους δύσκολα επεκτείνονται. Τα συστήματα διανομής περιλαμβάνουν δίκτυα σωλήνων η κατασκευή των οποίων κάτω από τους δρόμους προξενεί σοβαρές δυσχέρειες στη κυκλοφορία.

Κατά συνέπεια, τα βασικά μέρη του συστήματος ύδρευσης πρέπει να γίνονται αρκετά μεγάλα ώστε να ικανοποιούν τις ανάγκες της κοινότητας για αρκετά χρόνια. Η σωστή εκτίμηση του απαιτούμενου μεγέθους ή του μεγέθους σχεδίασης προϋποθέτει την εκτίμηση ή υπολογισμό των κάτωθι βασικών στοιχείων :

- **Περίοδος σχεδιασμού** : Ο αριθμός ετών που κατά τη διάρκεια τους το υπό μελέτη σύστημα και οι σχετικές κατασκευές και μηχανήματα θα εξυπηρετούν ικανοποιητικά τις προβλεπόμενες ανάγκες.
- **Πληθυσμός σχεδιασμού** : Ο αριθμός ατόμων που θα εξυπηρετηθούν από το σύστημα.
- **Παροχές σχεδιασμού** : Τιμές της κατά κεφαλή κατανάλωσης καθώς και των βιομηχανικών και εμπορικών απαιτήσεων.
- **Περιοχή σχεδιασμού** : Η έκταση της περιοχής που θα εξυπηρετηθεί από το σύστημα, η πληθυσμιακή πυκνότητα καθώς και το είδος ανάπτυξης κατά τμήματα (εμπορική, βιομηχανική, οικιακή).

4.2 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Η επιλογή της περιόδου σχεδίασης ενός συστήματος ύδρευσης βασίζεται στους παρακάτω παράγοντες.

1. Χρήσιμος βίος των κατασκευών και μηχανημάτων λαμβανομένων υπ' όψη της φθοράς καθώς και της πιθανής απαρχαίωσης, δηλ. της ανάπτυξης μηχανήματος ή

εξαρτήματος πολύ πιο αποδοτικού από το υπάρχον.

2. Ευκολία επέκτασης ή πρόσθεσης επί πλέον κατασκευών, μηχανημάτων ή στοιχείων του συστήματος λαμβανόμενης υπόψη και της τοποθεσίας τους.
3. Αναμενόμενος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού καθώς και πιθανές αλλαγές του τύπου ανάπτυξης της περιοχής μεταξύ οικιακής, εμπορικής και βιομηχανικής.
4. Επιτόκιο, για το οποίο η τιμή του 8% ετησίως διαχωρίζει τα "χαμηλά" από τα "ψηλά" επιτόκια.
5. Λειτουργία του συστήματος κατά τα πρώτα χρόνια μετά τη κατασκευή του όταν δεν φορτίζεται ακόμη με το μέγιστο υπολογισμένο φορτίο.

Τύπος Στοιχείου	Ειδικά Χαρακτηριστικά	Περ. Σχεδίασης (χρόνια)
Θαλάμια και αγωγοί μεγάλου μεγέθους	Επέκταση δύσκολη και δαπανηρή	25 - 50
Πηγάδια, συστήματα διανομής και καθαρισμού	Εύκολη επέκταση. Για χαμηλό επιτόκιο και ρυθμό ανάπτυξης	20 - 25
	Για υψηλό επιτόκιο και ρυθμό ανάπτυξης	10 - 15
Σωλήνες διαμέτρου μεγα- λύτερης των 30 cm	Αντικατάσταση σωλήνων μικρότερης διαμέτρου α- ποβαίνει πιο δαπανηρή	20 - 25
Σωλήνες διαμέτρου μι- κρότερης των 30 cm	Οι απαιτήσεις σε νερό μπορεί να αυξηθούν μέχρι το μέγιστο με ταχύ ρυθμό	Πλήρης ανάπτυξη (μέγιστο φορτίο)

πίνακας 4.1 Περίοδοι σχεδίασης για στοιχεία υδρευτικών συστημάτων

Ο αριθμός των ετών της περιόδου σχεδίασης αυξάνει όταν ο χρήσιμος βίος των στοιχείων του συστήματος είναι μακρύς, η επέκταση του συστήματος είναι δύσκολη, το επικρατούν επιτόκιο είναι χαμηλό, ο ρυθμός ανάπτυξης είναι βραδύς και η αρχική λειτουργία του συστήματος είναι ικανοποιητική. Ο παραπάνω πίνακας περιέχει ενδεικτικές τιμές περιόδων σχεδίασης για διάφορα στοιχεία υδρευτικών συστημάτων.

4.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ

Η ποσότητα νερού που παρέχεται μέσω του συστήματος διανομής συχνά καλείται κατανάλωση νερού αν και στη πραγματικότητα ένα μικρό μέρος του νερού αυτού καταναλίσκεται, ενώ το περισσότερο αποβάλλεται, μετά τη χρησιμοποίησή του, μέσω του συστήματος αποχέτευσης. Ανάλογα με τη χρήση του το νερό ύδρευσης διαιρείται στις εξής κατηγορίες : οικιακό, εμπορικό, βιομηχανικό και δημόσιο.

4.3.1 Οικιακή κατανάλωση

Περιλαμβάνει το νερό που χρησιμοποιείται στα σπίτια για μαγείρεμα, πόση, ανάγκες υγιεινής κλπ. Η οικιακή χρήση είναι συνάρτηση των συνθηκών διαβίωσης με σύνηθες εύρος τιμών παροχής 75 - 380 lpcd (20 - 100 gpcd) και μέση τιμή παροχής κυμαινόμενη μεταξύ 190 και 340 lpcd (50 - 90 gpcd). Οι τιμές αυτές βασίζονται σε στοιχεία των ΗΠΑ και περιλαμβάνουν πότισμα ιδιωτικών κήπων καθώς και κλιματισμό των σπιτιών.

Στα μεγάλα αστικά κέντρα το 50% περίπου της συνολικής κατανάλωσης αποδίδεται σε οικιακή χρήση, το ποσοστό δε αυτό μεγαλώνει όσο ο πληθυσμός μικραίνει. Σε γενικές γραμμές η οικιακή κατανάλωση μοιράζεται στις ακόλουθες χρήσεις : 41% για τη λεκάνη του αποχωρητηρίου, 37% για πλύσιμο και λουτρό, 4% για πλύσιμο ρούχων, 4% για καθαριότητα, 3% για πότισμα κήπων, 6% στη κουζίνα και 5% για πόση.

4.3.2 Εμπορική και βιομηχανική κατανάλωση

Περιλαμβάνει το νερό που χρησιμοποιείται στα καταστήματα, επιχειρήσεις, βιοτεχνίες και

βιομηχανίες. Ο απαιτούμενος όγκος εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες, όπως το αν υπάρχουν μεγάλες βιομηχανίες και εάν αυτές τροφοδοτούνται από το κοινοτικό σύστημα ύδρευσης ή αν έχουν ιδιωτικό πόρο νερού. Ορισμένες επιχειρήσεις και βιομηχανίες χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες νερού, όπως εστιατόρια, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, ζυθοποιίες, κονσερβοποιίες, πλυντήρια, βιομηχανίες χαρτιού και χάλυβος. Πάντως, κατά μέσο όρο μόνο 7% της ολικής παροχής καταναλίσκεται στην πραγματικότητα από τις διάφορες βιομηχανίες το δε 93% επιστρέφεται σε ανοιχτούς αγωγούς, ποτάμια ή στο έδαφος απ' όπου μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί.

Η παρουσία βιομηχανικών μονάδων έχει μεγάλη επίδραση στην ολική απαίτηση νερού ενός αστικού κέντρου. Για σκοπούς προμελέτης και προγραμματισμού συχνά χρησιμοποιούνται τιμές για τη βιομηχανική κατανάλωση από 20 - 80 gpcd με μέση τιμή 50 gpcd. Δεδομένου όμως, ότι η βιομηχανική απαίτηση σε νερό δεν είναι συνάρτηση του πληθυσμού, όταν πρόκειται να υπολογιστεί η μελλοντική βιομηχανική κατανάλωση ενός συγκεκριμένου τμήματος αστικού κέντρου πρέπει να μελετώνται τα στοιχεία κατανάλωσης των ήδη υφισταμένων βιομηχανιών καθώς επίσης και η πιθανότητα ίδρυσης νέων εργοστασίων.

Η εμπορική κατανάλωση ικανοποιεί τις ανάγκες των καταστημάτων και των γραφείων. Ενδεικτικές τιμές μεταβάλλονται από 10-130 gpcd με μέση τιμή 20 gpcd εφ' όσον δεν υπάρχουν στοιχεία για την παρούσα κατανάλωση του υπό μελέτη τμήματος της πόλης χρησιμοποιείται η τιμή 94.000 m³/Km²/ημέρα.

4.3.3. Δημόσια κατανάλωση

Δημόσια κτίρια όπως δημαρχεία, φύλακες και σχολεία, καθώς επίσης και δημοτικές υπηρεσίες όπως το καθάρισμα δρόμων και η καταπολέμηση πυρκαγιών, απαιτούν σημαντικές ποσότητες νερού. Η κατανάλωση αυτή κυμαίνεται μεταξύ 5 – 20 gpcd. Η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται για το σβήσιμο πυρκαγιών, είναι ένα σχετικά μικρό μέρος του όγκου νερού που καταναλίσκεται ετησίως, αλλά απαιτούνται πολύ υψηλές τιμές παροχής νερού κατά τη διάρκεια μιας σοβαρής πυρκαγιάς.

4.4 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΝΕΡΟΥ

Ένα σημαντικό μέρος του νερού που εισάγεται στο δίκτυο ύδρευσης δεν καταγράφεται από τους μετρητές των καταναλωτών. Οι απώλειες αυτές που κυμαίνονται μεταξύ 5-30 grcd με μέση τιμή 15 grcd οφείλονται βασικά σε διαρροές του δικτύου καθώς και σε παράνομες συνδέσεις. Ενδεικτικά σημάδια ύπαρξης διαρροών είναι τα ακόλουθα :

- μεγάλες τιμές παροχής στους κεντρικούς αγωγούς, τη νύχτα,
- τρεχούμενο νερό στα αυλάκια των πεζοδρομίων,
- υγρά πεζοδρόμια,
- μεγάλες νυκτερινές παροχές στους υπονόμους,
- απότομες πτώσεις πίεσης και
- ασυνήθιστα έντονη βλάστηση.

Οι διαρροές ανακαλύπτονται με μεταλλικές ράβδους που βυθίζονται στο έδαφος και εξετάζεται αν υπάρχει υγρασία, και με ακουστικά που μεγενθύνουν το θόρυβο της ροής.

4.5 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η ελάχιστη κατανάλωση νερού σε αγροτικές κατοικίες όπου η παροχή γίνεται με σωλήνες είναι 20 grcd, η δε μέση τιμή 50 grcd. Για αγροτικά σχολεία, κατασκηνώσεις και αγροτικές βιοτεχνίες, η μέση κατανάλωση είναι 25 grcd, για εξοχικά εστιατόρια 10 grcd ανά πελάτη, για ξενοδοχεία παραθερισμού 100 grcd και για αγροτικά νοσοκομεία 200 grcd ανά ασθενή.

Οι στρατιωτικές απαιτήσεις κυμαίνονται από την ελάχιστη τιμή του 0,5 grcd σε κατάσταση μάχης, σε 2 με 5 grcd σε πορεία, 15 grcd για προσωρινά στρατόπεδα, μέχρι 50 grcd για μόνιμες στρατιωτικές εγκαταστάσεις.

4.6 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ

Η απαιτούμενη παροχή ύδρευσης ενός αστικού κέντρου μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή, την ημέρα της εβδομάδας, και την ώρα. Οι μεταβολές είναι μεγαλύτερες

- 1) σε μικρές παρά σε μεγάλες πόλεις, και
- 2) κατά τη διάρκεια μικρών παρά μεγάλων περιόδων.

Οι διακυμάνσεις αυτές συνήθως εκφράζονται ως ο λόγος της τιμής της παροχής προς τη μέση ημερήσια παροχή και ενδεικτικές τιμές δίνονται στο Πίνακα 4.2

Λόγος Παροχών	Όρια Διακύμανσης		Μέσος Όρος
Μέγιστη ημερήσια	1,5	3,5	2
Μέση ημερήσια	1	1	1
Μέγιστη ωριαία	2	7	4,5
Μέση ημερήσια	1	1	1
Ελάχιστη ωριαία	1	1	1
Μέση ημερήσια	5	2	4

Πίνακας -4.2- Μέγιστα και Ελάχιστα Παροχών

Εποχιακές αιχμές στις απαιτήσεις ύδρευσης παρατηρούνται κατά τη διάρκεια περιόδων καύσιωνα και ξηρασίας όταν μεγάλες ποσότητες νερού χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες ανθρώπων και ζώων, για πότισμα κήπων και κατάβρεγμα δρόμων, και στα μηχανήματα ψύξης και κλιματισμού.

Εποχιακές διακυμάνσεις παρατηρούνται και στη βιομηχανική κατανάλωση ιδίως από τα εργοστάσια επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων. Οι μεταβολές στη κατανάλωση από τη μια μέρα στην άλλη αντανακλούν διαφορές στις οικιακές και βιομηχανικές ασχολίες ιδίως μεταξύ

της αργίας της Κυριακής και των εργάσιμων ημερών. Οι διακυμάνσεις στην ωριαία κατανάλωση δημιουργούν αιχμές τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες ενώ η ελάχιστη κατανάλωση παρατηρείται πριν ξημερώσει.

Οι διακυμάνσεις των κανονικών τιμών της παροχής ύδρευσης πρέπει να υπολογίζονται για τον ικανοποιητικό σχεδιασμό των αγωγών μεταφοράς, των δεξαμενών διανομής καθώς και του δικτύου ύδρευσης. Επιπλέον, στους υπολογισμούς αυτούς πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι απότομες υψηλές και απρόβλεπτες απαιτήσεις νερού για καταπολέμηση πυρκαγιών. Ο όγκος του νερού που χρησιμοποιείται για πυροσβεστικούς σκοπούς είναι συγκριτικά μικρός, αλλά η τιμή της παροχής που απαιτείται είναι εξαιρετικά υψηλή και συχνά καθορίζει το μέγεθος των σωλήνων διανομής του νερού ιδίως σε μικρές πόλεις.

4.6.1 Η ΜΗΝΙΑΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ²

Η συνήθης διατύπωση της μηνιαίας διακύμανσης δίνεται για κάθε μήνα σε ποσοστά % της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης (με $\mu = 100/12 = 8,3$ %). Στο Σχήμα -4.3- δίνεται η μηνιαία διακύμανση, που παρατηρείται στην κατανάλωση της Αθήνας καθώς και μέσες τιμές στατιστικών στοιχείων μηνιαίας διακύμανσης από γερμανικές πόλεις και κωμοπόλεις.

Η γνώση της μηνιαίας διακύμανσης είναι χρήσιμη για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ανά μήνα ενέργειας σε αντλήσεις στο εξωτερικό δίκτυο και την προσομοίωση της ζήτησης.

Η μέση κατανάλωση νερού σε έναν οικισμό υπολογίζεται ως εξής:

Q_{ημ.μεσ.} = q E , όπου E = ο πληθυσμός του οικισμού και

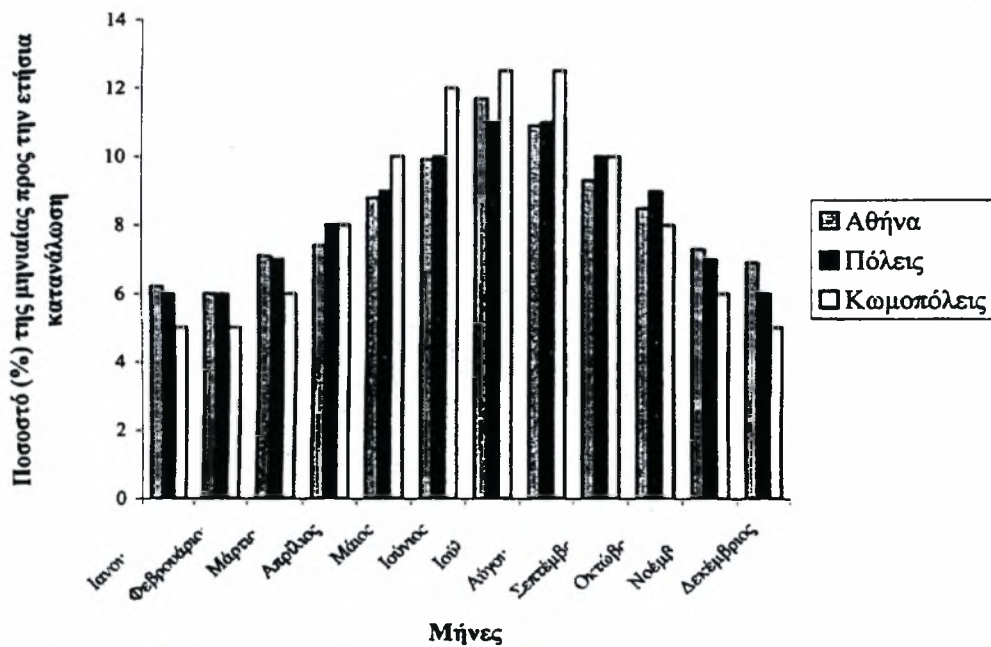
q = η ειδική παροχή ή ειδική κατανάλωση νερού σε λιτ/κατ. ημ.

Η Q_{ημ.μεσ.} (όπως και η q) εκφράζουν εδώ τη συνολική παροχή. Συνεπώς πρόκειται για μία στατιστική μέση τιμή η οποία υπολογίζεται ως:

² Ν.Μυλοπουλος (2003)

$$Q_{\text{ημ.μεσ.}} = \frac{V_{\text{ετ.}}}{365,25}$$

V_{ετ.} = συνολική κατανάλωση του οικισμού σε ένα έτος



Σχήμα 4.3- Μηνιαία διακύμανση της συνολικής κατανάλωσης στην Αθήνα και Γερμανία

4.6.2 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ²

Χαρακτηριστικό δείκτη της ημερήσιας διακύμανσης αποτελεί ο συντελεστής μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης R_{ημ}:

$$R_{\text{ημ}} = \frac{\text{Μέγιστη Ημερήσια Παροχή}}{\text{Μέση Ημερήσια Παροχή}} = \frac{Q_{\text{ημ.μέγ.}}}{Q_{\text{ημ.μέση}}}$$

Γενικά οι τιμές του $P_{\eta\mu}$ κυμαίνονται μεταξύ:

- 1,3-1,8 για μεγάλα έως μεσαία αστικά κέντρα
- 2,0-2,5 για μικρούς οικισμούς
- 2,0-3,0 για συνοικίες με σημαντική ανάπτυξη κήπων

Βεβαίως σε περιοχές με θερινό τουρισμό ο $P_{\eta\mu}$ μπορεί να ξεπερνά κατά πολύ τις πιο πάνω τιμές. Επίσης διαχρονικά οι τιμές του $P_{\eta\mu}$ μπορεί να διαφέρουν επηρεαζόμενες από ακραία καιρικά φαινόμενα. όπως ασυνήθεις καύσωνες, ξηρασίες κ.λ.π.

Ο προσδιορισμός του $P_{\eta\mu}$ και της μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης αποτελεί κρίσιμη επιλογή, καθοριστική για το σχεδιασμό της δυναμικότητας του εξωτερικού υδραγωγείου (απόδοση γεωτρήσεων, αγωγοί μεταφοράς, δυναμικότητα διυλιστηρίων, χωρητικότητα δεξαμενών) ενός οικισμού, αφού η αδιάκοπη λειτουργία του δικτύου ύδρευσης, αποτελεί σήμερα πρωταρχική ποιοτική απαίτηση.

Έναν τρόπο υπολογισμού του προτείνει ο Πίνακας -4.4-

$Q_{\eta\mu} (\mu^3 \times 10^6)$	>10	5-10	1-5	0,5-1	0,3-0,5	0,1-0,3
$P_{\eta\mu}$	1,42	1,49	1,52	1,55	1,6	1,84

Σχήμα -4.4- Τιμές του συντελεστή ημερήσιας αιχμής (γερμανικής προέλευσης)¹

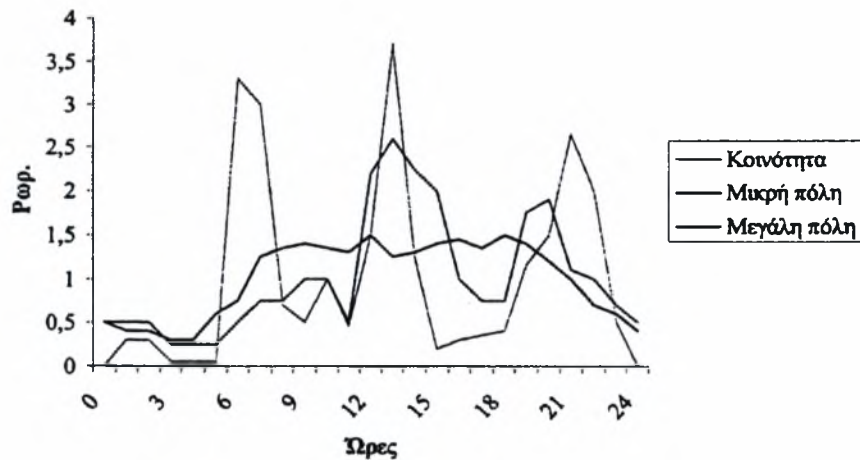
Η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση νερού ενός οικισμού θα είναι $Q_{\eta\mu, \text{μεγ.}} = P_{\eta\mu} \cdot q \cdot E$

¹ Γερμανικός Κανονισμός, Χατζηαγγέλου (1996)

4.6.3 ΩΡΙΑΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ²

Ένα παράδειγμα ωριαίας διακύμανσης, ανάλογα με το μέγεθος του οικισμού, φαίνεται στο Σχήμα -4.5-

Δεδομένου ότι ο σχεδιασμός του εσωτερικού δικτύου απαιτεί τη γνώση των ακρότατων καταναλώσεων, το ενδιαφέρον και εδώ εστιάζεται στον υπολογισμό της μέγιστης ωριαίας κατανάλωσης.



Σχήμα -4.5- Ωριαία διακύμανση της κατανάλωσης

Η μέγιστη κατανάλωση νερού υπολογίζεται από τη μέγιστη ημερήσια κατανάλωση και το συντελεστή ωριαίας αιχμής $P_{\omega\rho}$. Ανάλογα με τον συντελεστή μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης, ο συντελεστής μέγιστης ωριαίας κατανάλωσης, σε ένα συγκεκριμένο 24ωρο, ορίζεται ως:

$$P_{\omega\rho} = \text{Μέγιστη Ωριαία Παροχή} / \text{Μέγιστη Ημερήσια Παροχή}$$

Στην Ελλάδα συχνά λαμβάνεται $P_{\omega\rho} = 1,5$. Η τιμή αυτή όμως δεν ισχύει για τα χωριά και τις κωμοπόλεις. Καλύτερα είναι ο συντελεστής $P_{\omega\rho, \text{μεγ}}$ να λαμβάνεται από τη σχέση:

$$1,5 \leq P_{\omega\rho} = 1,5 + 2,5 / Q_{\text{ημ.μεγ}}^{1/2} \leq 3$$

Η Μέγιστη Ωριαία Παροχή της ημέρας μέγιστης κατανάλωσης είναι:

$$Q_{\text{ZY.IFB}}^{\text{ΚΠ.IFB}} = P_{\omega\rho} Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma} = P_{\omega\rho} \cdot P_{\eta\mu} \cdot Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\varsigma} = P_{\omega\rho} \cdot P_{\eta\mu} \cdot q \cdot E$$

Το εύρος της ωριαίας διακύμανσης μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με το μέγεθος του υδρευόμενου οικισμού και ευθέως ανάλογα με τις χρήσεις που συμπίπτουν χρονικά. Και εδώ η ύπαρξη εμπορικών και βιομηχανικών χρήσεων επιδρά εξισωτικά. Οι ώρες εμφάνισης των αιχμών στη διάρκεια του 24ωρου, διαφέρουν κατά περίπτωση.

Η $Q_{\text{ZY.IFB}}^{\text{ΚΠ.IFB}}$ θα αποτελέσει την παροχή σχεδιασμού των αγωγών του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης. Για την περίπτωση πυροπροστασίας, ο υπολογισμός της παροχής σχεδιασμού συνιστάται να γίνεται βάσει του γερμανικού κανονισμού:

$$Q = Q_{\text{ZY.IFB}}^{\text{ΚΠ.IFB}} + Q_{\text{π}}$$

4.7 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ²

Η πρόβλεψη των καταναλώσεων αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει δυο βασικά βήματα , τον προσδιορισμό του χρονικού ορίζοντα του υπό κατασκευήν έργου και την πρόβλεψη του μελλοντικού πληθυσμού.

Όσον αφορά το πρώτο βήμα , η γερμανική βιβλιογραφία συνιστά την υιοθέτηση των πιο κάτω τιμών για τα έργα ύδρευσης:

1. Για τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης (εσωτερικά και εξωτερικά): 50 χρόνια
2. Για δεξαμενές, αντλιοστάσια, εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού: 25 χρόνια
3. Αντλίες, κινητήρες, συστήματα ελέγχου και γενικά για τον μηχανολογικό εξοπλισμό μηχανοστασίων: 10 χρόνια

Πίνακας -4.6- Διάρκεια σχεδιασμού υδραυλικών κατασκευών¹

τύπος κατασκευής	διάρκεια σχεδιασμού	
	A πηγή	B πηγή
αντλίες		18-25
γεωτρήσεις	20-25*	40-50
	10-15	
δεξαμενές από σκυρόδεμα		50
διυλιστήρια	20-25*	50
	10-15	
διώρυγες	25-50	75
σήραγγες		100
σωληνώσεις από		
χυτοσίδηρο Φ50-100		50
χυτοσίδηρο Φ100-150		65
χυτοσίδηρο Φ200-250		75
χυτοσίδηρο >300		100
σκυρόδεμα		20
χάλυβα Φ<100		30
χάλυβα Φ>100		40
φράγματα	25-50	150

¹ Πηγή (A) Fair/Geyer/Okun (1966) (B) Linsley/ Franzini (1964)

Όσον αφορά την πρόβλεψη των κατοίκων με κάποιο χρονικό βήμα, υπάρχουν πολλές μεθοδολογίες , όπως η γραμμική μέθοδος , η γεωμετρική μέθοδος και η μέθοδος φθίνοντος ρυθμού.

Για απλές περιπτώσεις , ωστόσο , η πρόβλεψη της μελλοντικής αύξησης του πληθυσμού είναι δυνατό να γίνει με τον τύπο του ανατοκισμού:

$$E_n = E_0 (1 + P/100)^n$$

όπου: E_n = αριθμός κατοίκων μετά n έτη

E_0 = αριθμός κατοίκων κατά το έτος εκπόνησης της μελέτης

P = ετήσια αύξηση πληθυσμού (%)

n = διάρκεια σχεδιασμού

Ως ετήσια αύξηση πληθυσμού λαμβάνεται:

Για μικρές πόλεις 0,5 -1%

Για πόλεις μεσαίου μεγέθους 1- 2,5%

Για βιομηχανικές πόλεις 2,5-4%

Οι παραπάνω τιμές των συντελεστών ετήσιας αύξησης πριν χρησιμοποιηθούν καλό είναι να συγκρίνονται με τις αντίστοιχες τιμές οι οποίες μπορούν να υπολογιστούν από υπάρχοντα στατιστικά στοιχεία ανάπτυξης του οικισμού κατά το παρελθόν

4.8 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΎΔΡΕΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Οι απαιτήσεις ύδρευσης ενός κτιρίου εξαρτώνται από τον αριθμό και το είδος των υδραυλικών συσκευών και από την πιθανότητα της ταυτόχρονης χρησιμοποίησής τους. Δεδομένου ότι είναι μάλλον απίθανο να λειτουργήσουν όλες οι υδραυλικές συσκευές ενός κτιρίου ταυτόχρονα, η πιθανή απαίτηση ύδρευσης ενός κτιρίου λαμβάνεται βάσει του αθροίσματος των απαιτήσεων κάθε μιας των συσκευών του κτιρίου.

Εξαίρεση γίνεται για τους νεροχύτες ξενοδοχείων ή εστιατορίων και για τις εξωτερικές βρύσες που χρησιμοποιούνται για μεγάλα διαστήματα και γι αυτό η απαίτηση των συσκευών αυτών προστίθεται στη πιθανή απαίτηση του κτιρίου και όχι στο άθροισμα των απαιτήσεων των συσκευών.



5. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΝΕΡΟΥ

5.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Το νερό μεταφέρεται από τις πηγές στους τόπους κατανάλωσης με κλειστούς ή ανοικτούς αγωγούς και η απαραίτητη γι' αυτό ενέργεια προέρχεται από τη βαρύτητα ή από άντληση. Η τοπογραφία και τα διαθέσιμα υλικά παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην εκλογή των κατάλληλων αγωγών και της διαδρομής. Στους ανοικτούς αγωγούς η πιεζομετρική γραμμή συμπίπτει με την επιφάνεια του νερού.

Όταν η ροή είναι υπό πίεση, η πιεζομετρική γραμμή μπορεί να ορισθεί από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού σε πιεζομετρικούς σωλήνες τοποθετημένους κατά μήκος του αγωγού, όπως αυτός ακολουθεί την επιφάνεια του εδάφους, είτε ανεβαίνοντας σε λόφους και βουνά είτε κατεβαίνοντας στις κοιλάδες. Και για τα δύο είδη αγωγών, ανοικτούς και υπό πίεση, η υδραυλική κλίση, ή κλίση της πιεζομετρικής γραμμής, είναι συνάρτηση της αντίστασης τριβής της ροής για ένα δεδομένο μήκος αγωγού. Η γραμμή ενέργειας βρίσκεται ψηλότερα από την πιεζομετρική γραμμή, σε μια απόσταση ίση με το φορτίο ταχύτητας, ή τη μέση κινητική ενέργεια ανά μονάδα βάρους του ρέοντος νερού.

Μιλώντας γενικά, το νερό μεταφέρεται από τόπο σε τόπο κατά κανόνα υπό πίεση, ενώ η ροή στα συστήματα αποχέτευσης και στ' άλλα συστήματα αποστράγγισης είναι γενικά ροή με ελεύθερη επιφάνεια.

5.1.1 ΔΙΩΡΥΓΕΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΓΕΙΟΙ ΥΔΑΤΑΓΩΓΟΙ

Επειδή οι διώρυγες κατασκευάζονται σε μεγάλο βαθμό, με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξισορροπούνται τα ορύγματα με τα επιχώματα, είναι οικονομικό να κατασκευάζονται σε κατάλληλα εδάφη. Οι ανοικτές διώρυγες που είναι υπερυψωμένες από το έδαφος για να μεταφέρουν νερό δια μέσου κοιλάδων ή πάνω από μικρά βαθουλώματα ή διάφορα υψώματα, ονομάζονται υπέργειοι υδαταγωγοί.

5.1.2 ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ (ΤΟΥΝΕΛ)

Τα υδραγωγεία ακολουθούν την τοπογραφία όπως και οι αυτοκινητόδρομοι.

Τα τούνελ κατασκευάζονται, είτε για να μειωθεί η διαδρομή, είτε να διατηρηθεί το φορτίο, ή να

μειωθεί το κόστος.

5.1.3 ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

Για κατασκευαστικούς και υδραυλικούς λόγους, τα υδραγωγεία και τα τούνελ υπό πίεση έχουν κυκλική διατομή. Τα υδραγωγεία εν τούτοις, δεν έχουν κυκλική εξωτερική μορφή. Τα τούνελ πίεσης κατασκευάζονται για τη διέλευση ποταμών και χαραδρών. Ένας αγωγός μεταφοράς μπορεί να κατασκευαστεί σαν τούνελ υπό πίεση, όταν πρόκειται να μειωθεί η διαδρομή και το κόστος. Το βάρος του υπερκειμένου εδάφους υπολογίζεται για να αντισταθμίσει την εσωτερική πίεση. Όταν δεν μπορεί να εξισορροπηθεί η εσωτερική πίεση σε διάφορα ειδικά σημεία, τοποθετούνται χαλύβδινοι κύλινδροι και άλλα ενισχυτικά για να μεγαλώσει η αντοχή. Το εσωτερικό τους συνήθως επιστρώνεται.

5.1.4 ΣΩΛΗΝΕΣ

Οι σωλήνες συνήθως ακολουθούν τη μορφή του εδάφους. Κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο, χάλυβα, αμιαντοτσιμέντο ή προκατασκευασμένο σκυρόδεμα. Σε μικρές διαμέτρους κατασκευάζονται και πλαστικοί σωλήνες. Οι χυτοσίδηροι και χαλύβδινοι σωλήνες προστατεύονται από τη διάβρωση με εσωτερική επίστρωση ασφάλτου ή τσιμέντου. Στους σωλήνες το νερό μεταφέρεται με τη βοήθεια της βαρύτητας ή αντλιών.

5.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Οι παράγοντες που κυρίως επηρεάζουν τον υδραυλικό σχεδιασμό των αγωγών μεταφοράς είναι :

- (1) η αντίσταση ροής σε σχέση με το διαθέσιμο και απαιτούμενο φορτίο ή πίεση και
- (2) οι απαιτούμενες και επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής σε σχέση με το κόστος , τη διάβρωση και την ικανότητα μεταφοράς ιζημάτων.

Σ' αγωγούς μεταφοράς μεγάλου μήκους το κύριο στοιχείο είναι η επιφανειακή αντίσταση ή η

γραμμική αντίσταση τριβής, που αναπτύσσεται από την εσωτερική επιφάνεια του αγωγού. Η (τοπική) μορφική αντίσταση, που είναι υπεύθυνη για τις απώλειες σε μεταβατικά τμήματα και διάφορα εξαρτήματα, συνήθως αμελείται. Σε συστήματα μεταφοράς μικρού μήκους όμως το σοβαρότερο ρόλο παίζουν οι τοπικές αντιστάσεις.

5.2.1 ΜΟΡΦΙΚΗ Ή ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Τα μεταβατικά τμήματα και εξαρτήματα των δικτύων προσθέτουν τοπικές αντιστάσεις στην επιφανειακή αντίσταση. Απώλειες φορτίου προκαλούνται από αλλαγές στη γεωμετρία της διατομής και μεταβολές στη διεύθυνση ροής. Διαστολές και συστολές είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα γεωμετρικής αλλαγής της διατομής, γωνίες και διακλαδώσεις παραδείγματα αλλαγής διεύθυνσης. Βαλβίδες και όργανα μέτρησης καθώς και άλλα εξαρτήματα πιθανόν να προκαλούν και γεωμετρικές αλλαγές και αλλαγές στη διεύθυνση.

5.2.2 ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Οι αγωγοί μεταφοράς υπόκεινται σε μεγάλες πιέσεις, όταν διάφορες βαλβίδες ανοίγουν ή κλείνουν ή όταν αντλίες τίθενται εντός ή εκτός λειτουργίας. Το υδραυλικό πλήγμα είναι ένα απ' αυτά τα φαινόμενα.

Υδραυλικό πλήγμα είναι η αύξηση της πίεσης, που προκαλείται από την απότομη μεταβολή της ταχύτητας. Όταν η ταχύτητα μειώνεται, η κινητική ενέργεια πρέπει να αποθηκευτεί με ελαστική παραμόρφωση του συστήματος.

Σε μικρά συστήματα αγωγών το υδραυλικό πλήγμα συγκρατείται μέσα σε όρια, με το να λειτουργούν αυτά σε μέτριες ταχύτητες. Σε μεγαλύτερους αγωγούς μεταφοράς η πίεση κρατείται σε χαμηλά επίπεδα με σχετικά αργό κλείσιμο της βαλβίδας, ώστε να επιτρέπεται στο κύμα ανακούφισης να επιστρέφει στο σημείο ελέγχου, πριν η πίεση γίνει εξαιρετικά μεγάλη. Αν αυτό δεν είναι δυνατό (πρακτικό) πρέπει να χρησιμοποιηθούν βαλβίδες ή πύργοι ανακούφισης.

Πολύ μεγάλα συστήματα μεταφοράς με ισοδύναμη διάμετρο 6ft ή περισσότερο, λειτουργούν οικονομικά σε σχετικά υψηλές ταχύτητες. Εν τούτοις, το κόστος ισχυρής κατασκευής, που να

αντέχει το υδραυλικό πλήγμα ,θα ήταν απαγορευτικό εάν η ενέργεια δεν μπορούσε να διασκορπιστεί μ' αργό ρυθμό σε δεξαμενές ανακούφισης. Στην απλούστερη μορφή η δεξαμενή ανακούφισης είναι ένας κατακόρυφος σωλήνας στο άκρο του δικτύου, κοντά στο σημείο ελέγχου της ταχύτητας. Εάν ο έλεγχος, γίνεται από θυροβαλβίδα η δεξαμενή ανακούφισης παρέχει την απαιτούμενη ποσότητα νερού και δημιουργεί την επί πλέον υδραυλική κλίση για την επιτάχυνση της ροής στον αγωγό. Έτσι μια μεταβολή στο ρυθμό της παροχής προκαλεί μία ταλάντωση της επιφάνειας του νερού στη δεξαμενή ανακούφισης έως ότου η επιπλέον ενέργεια διασκορπιστεί λόγω τριβής στο σύστημα.

5.2.3 ΤΡΟΠΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΟΛΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΠΛΗΓΜΑΤΟΣ

Το υδραυλικό πλήγμα είναι φαινόμενο που συχνά αντιμετωπίζεται στα συστήματα ύδρευσης. Μπορεί να δημιουργηθεί από το γρήγορο άνοιγμα ή κλείσιμο των βαλβίδων, το απότομο ξεκίνημα ή σταμάτημα ή την γρήγορη μεταβολή της ταχύτητας των αντλιών, από θραύση των αγωγών ή άλλες συνθήκες. Στο συντελεστή ασφάλειας, που έχει υπολογιστεί για κάθε αγωγό, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη και η περιστασιακή έξαρση της πίεσης λειτουργίας λόγω του υδραυλικού πλήγματος.

Μέθοδοι και συστήματα, που χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση ή τον έλεγχο του υδραυλικού πλήγματος περιλαμβάνουν : α) Βαλβίδες ανακούφισης, β) Βαλβίδες αέρα, γ) Αεροθαλάμους, δ) Δεξαμενές ή πύργους ανακούφισης, ε) Συστήματα καταστολής, ζ) Βαλβίδες που κλείνουν αργά και η) Μηχανικά ή με ελατήριο ελεγχόμενες βαλβίδες.

5.3 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Όταν είναι γνωστή η ποσότητα κατανάλωσης νερού και οι ανάγκες πυρόσβεσης, η παροχетеυτικότητα κάθε αγωγού τροφοδοσίας εξαρτάται από τη θέση του στο σύστημα υδροδότησης και την εκλογή του μελετητή για κατασκευή ενός αγωγού για την παροχή σχεδιασμού, ή δύο παράλληλων αγωγών, που μπορεί να κατασκευαστούν σταδιακά ανάλογα με την ανάπτυξη της κατανάλωσης.

Το κατασκευαστικά ελάχιστο μέγεθος, όπως αναφέρθηκε, είναι ένας αποφασιστικός συντελεστής στο σχεδιασμό των σηράγγων (τούνελ) .Για τους υπόλοιπους αγωγούς το μέγεθος καθορίζεται βάσει υδραυλικών και οικονομικών παραγόντων. Υδραυλικοί παράγοντες

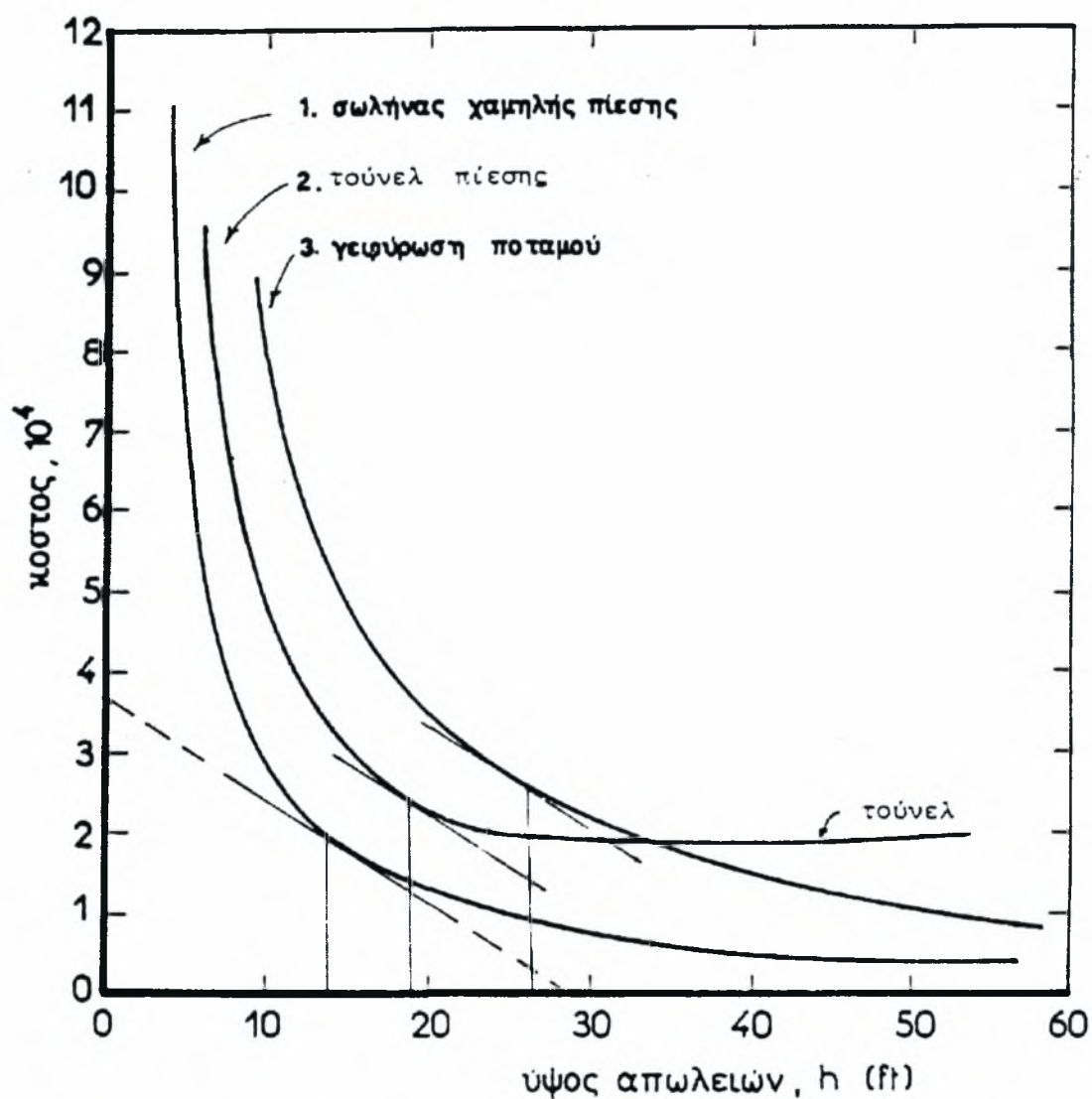
είναι το διαθέσιμο φορτίο και οι επιτρεπόμενες ταχύτητες. Οι απαιτήσεις φορτίου περιλαμβάνουν κατάλληλες ανοχές για την πτώση στάθμης του υδροταμιευτήρα και ανάλυση των αναμενόμενων πιέσεων στα διάφορα τμήματα κατανάλωσης και κάτω από κανονικές συνθήκες και σε περίπτωση πυρκαγιάς. Φορτία μεγαλύτερα απ' ό,τι είναι αναγκαίο για τη μεταφορά του νερού υπό κανονικές ταχύτητες, μπορούν να μετατραπούν σε ισχύ, όταν αυτό είναι οικονομικό.

Οι επιτρεπόμενες ταχύτητες εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του νερού που μεταφέρεται και το μέγεθος των μεταβατικών υδραυλικών φαινομένων. Για νερά με φερτά υπάρχει κατώτατο και ανώτατο όριο για την ταχύτητα. Για καθαρό νερό υπάρχει μόνο ανώτατο όριο για την ταχύτητα. Η ελάχιστη ταχύτητα προλαμβάνει την απόθεση των φερτών και κυμαίνεται μεταξύ 2 και 2,5 ft/s. Η μέγιστη ταχύτητα δεν πρέπει να καταπονεί τον αγωγό με μεγάλες τιμές του υδραυλικού πλήγματος, να προκαλεί διάβρωση ή φθορές.

Συνήθεις τιμές της ταχύτητας είναι 4-6 ft/s αλλά το ανώτατο όριο βρίσκεται μεταξύ 10- 20 ft/s για τα περισσότερα υλικά, με τα οποία είναι κατασκευασμένοι οι αγωγοί και τις περισσότερες ποιότητες του νερού που μεταφέρεται.

Διώρυγες χωρίς επένδυση έχουν περισσότερους περιορισμούς. Η καθίζηση και η διάβρωση εξετάζονται επίσης σε σχέση με την ταχύτητα αυτοκαθαρισμού των υπονόμων και με το σχεδιασμό των χώρων απόθεσης της άμμου. Το μέγεθος των αγωγών με ροή υπό πίεση για την οποία απαιτείται άντληση, καθορίζεται από το σχετικό κόστος των αγωγών και το κόστος της άντλησης ή της ενέργειας. Το κόστος των σωλήνων αυξάνει με την διάμετρο, ενώ το κόστος άντλησης ελαττώνεται όταν αυξάνει η διάμετρος δεδομένου ότι οι απώλειες φορτίου είναι αντιστρόφως ανάλογες προς εκθετική δύναμη της διαμέτρου.

Όταν η γραμμή μεταφοράς περιλαμβάνει περισσότερα από ένα είδη αγωγών, η πιο οικονομική κατανομή του διαθέσιμου φορτίου ανάμεσα στα διάφορα είδη αγωγών επιτυγχάνεται, όταν η μεταβολή του κόστους D_c , για μια δεδομένη μεταβολή του φορτίου D_h , είναι ίδια για κάθε είδος αγωγού.



Σχήμα 5.1 Βελτιστοποίηση κατά Lagrange της διατομής ενός αγωγού με παράλληλες εφαπτόμενες.

5.4 ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Υδραγωγοί και τούνελ όλων των ειδών σχεδιάζονται για τη μέγιστη αναμενόμενη παροχή σχεδιασμού του συστήματος. Αυτό δεν είναι αναγκαίο για σωλήνες. Παράλληλοι σωλήνες που κατασκευάζονται μερικά χρόνια αργότερα ο ένας από τον άλλο (ο ένας προς συμπλήρωση του προηγούμενου) , αποδεικνύονται περισσότερο οικονομικοί. Αλλά και το κόστος δεν είναι ο μόνος αποφασιστικός παράγοντας. Είναι σκόπιμο να υπάρχουν περισσότερες από μία γραμμές στις παρακάτω περιπτώσεις:

1. Όταν οι απαιτήσεις δεν ικανοποιούνται με το μεγαλύτερο αγωγό που διατίθεται στην αγορά, π.χ. το όριο κατασκευής για τους χυτοσιδηρούς σωλήνες φυγοκέντρησης είναι 36 in.
2. Όταν πιθανή βλάβη θα έθετε εκτός λειτουργίας τον αγωγό για μεγάλο χρονικό διάστημα, όπως π.χ. όταν έχουμε σύνθλιψη χαλύβδινου αγωγού λόγω κενού.
3. Όταν η θέση των αγωγών δημιουργεί πρόσθετους, κινδύνους, π.χ. πλημμύρες, παγετός και άγκυρες πλοίων σε διασταυρώσεις ποταμών.

Δίδυμες γραμμές μεταφοράς κοστίζουν 30 έως 50% περισσότερο από μια απλή γραμμή ίσης χωρητικότητας. Εάν είναι αρκετά κοντά οι δύο γραμμές ώστε να αλληλοσυνδέονται σε μικρά διαστήματα, πρέπει να τοποθετούνται θυροβαλβίδες στους αγωγούς γεφύρωσης ώστε να βρίσκεται σε λειτουργία όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του συστήματος, όταν επισκευάζεται κάποιο τμήμα της γραμμής. Εν τούτοις, εάν η βλάβη της μιας γραμμής θέτει σε κίνδυνο και την άλλη , οι δίδυμες γραμμές δεν πρέπει να τοποθετούνται στην ίδια τάφρο. Οι χυτοσιδηροί αγωγοί μπορούν να πάθουν βλάβες τόσο ξαφνικά, ώστε ένα μεγάλο μήκος αγωγού να αχρηστευτεί, προτού σταματήσει η παροχή του νερού. Ένας άλλος λόγος για να έχουμε διπλές γραμμές που ακολουθούν διαφορετική διαδρομή, είναι η επιθυμητή τροφοδότηση του νερού στο σύστημα διανομής από δύο αντίθετα σημεία (άκρα) .Αυτό επιτρέπει τη διανομή νερού από δύο διευθύνσεις παρά από μία, με μικρότερη πτώση πίεσης, ή σε μεγαλύτερες παροχές με την ίδια πτώση πίεσης.

5.5 ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Και η υδραυλική απόδοση , και η συμπεριφορά από πλευράς αντοχής επηρεάζουν την εκλογή της διατομής. Επειδή η υδραυλική χωρητικότητα είναι συνάρτηση πρώτου βαθμού της

υδραυλικής ακτίνας και ο κύκλος και το ημικύκλιο δίνουν τη μεγαλύτερη υδραυλική ακτίνα ή τη μικρότερη επιφάνεια τριβής για μία δοσμένη παροχή, γι' αυτό η κυκλική διατομή είναι προτιμότερη για κλειστούς αγωγούς και η ημικυκλική για τους ανοικτούς αγωγούς, όταν βέβαια το επιτρέπουν οι κατασκευαστικές συνθήκες.

5.6 ΧΑΡΑΞΗ

Οι αγωγοί μεταφοράς χαράζονται κατά τέτοιο τρόπο όπως και οι σιδηροδρομικές γραμμές και οι αυτοκινητόδρομοι.

5.6.1 ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΣΗ

Οι αγωγοί υπό πίεση κινούνται ελεύθερα στις προς τα άνω και κάτω κλίσεις του εδάφους. Για οικονομία πρέπει να ακολουθούν την πιεζομετρική γραμμή σε προφίλ, και ευθεία γραμμή σε κάτοψη. Το μέγεθος και το πάχος του αγωγού και η δυσκολία της κατασκευής πρέπει να βρίσκονται σε ισορροπία με το μήκος.

Η συντομότερη διαδρομή δεν είναι κατ' ανάγκη και η οικονομικότερη. Απλά (κανονικά) σιφώνια πρέπει να αποφεύγονται όσο το δυνατόν. Ο αέρας που ελευθερώνεται από το νερό, και παγιδεύεται στα υψηλότερα σημεία, μειώνει τη διαθέσιμη διατομή ροής, αυξάνει την τριβή και μπορεί να διακόψει τη ροή, εκτός και αν τοποθετηθεί στον αγωγό ένα σύστημα εξαέρωσης ή μία αντλία κενού. Όμως εάν το ύψος ανύψωσης πάνω από την πιεζομετρική γραμμή παραμείνει μικρότερο από 20 ft και η ταχύτητα ροής διατηρηθεί πάνω από 2 fps, οι ανωμαλίες στη λειτουργία θα είναι λίγες. Για καλύτερα αποτελέσματα, ο αγωγός πρέπει να κατέρχεται από τα ψηλά σημεία με μία κλίση μικρότερη απ' αυτή της πιεζομετρικής γραμμής.

Στην πράξη οι πιθανές θέσεις των αγωγών μεταφοράς εξετάζονται από διαθέσιμους χάρτες. Χάραξη της διαδρομής γίνεται κατόπιν επί τόπου. Η τοπογραφία και η μορφολογία του εδάφους, επιβεβαιώνονται και βελτιώνονται στις απαιτούμενες λεπτομέρειες, ενδεχομένως και με αεροφωτογραφίες. Προσδιορίζονται επίσης τα όρια των προς απαλλοτρίωσης εκτάσεων και η προσιτότητα των προτεινομένων διαδρομών καθώς και η φύση των υπαρχόντων εμποδίων.

5.6.2 ΒΑΘΟΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

Οι αγωγοί που ακολουθούν την επιφάνεια του εδάφους τοποθετούνται συνήθως κάτω από τη γραμμή παγετού, αν και η θερμοχωρητικότητα και η λανθάνουσα θερμότητα του νερού είναι τόσο μεγάλες, ώστε υπάρχει πολύ μικρός κίνδυνος παγώματος, όσο το νερό παραμένει σε κίνηση. Για να μειώσουμε το εξωτερικό φορτίο σε μεγάλους αγωγούς μόνο το κάτω ήμισυ μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από τη γραμμή παγετού.

5.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

5.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η εκλογή των υλικών των αγωγών μεγάλου μήκους πρέπει να βασίζεται στους ακόλουθους παράγοντες :

1. Την αρχική ικανότητα παροχής του αγωγού και τη μείωση της, λόγω της χρήσης, που προσδιορίζονται για παράδειγμα από το συντελεστή C των Hazen - Williams.
2. Την αντοχή του αγωγού, όπως μετριέται από την ικανότητα του να ανθίσταται σε εσωτερικές πιέσεις και εξωτερικά φορτία.
3. Το χρόνο ζωής ή την ανθεκτικότητα του αγωγού, όπως προσδιορίζεται από την αντίσταση στην οξειδωση του χυτοσιδήρου και του χαλύβδινου αγωγού, την αντίσταση στην οξειδωση και το σάπισμα των ξύλινων, ενισχυμένων με χαλύβδινες ραβδώσεις, αγωγών, την αντοχή στη διάβρωση και θρυμματισμό των αγωγών από σκυρόδεμα και αμιαντοσιμέντο, την αντοχή σε θρυμματισμό και ράγισμα των πλαστικών αγωγών.
4. Την ευκολία ή δυσκολία της μεταφοράς, χειρισμού και τοποθέτησης του αγωγού κάτω από διαφορετικές συνθήκες τοπογραφίας γεωλογίας, και επικοινωνίας.
5. Την ασφάλεια, οικονομία και διαθεσιμότητα των τυποποιημένων μεγεθών κατασκευής.
6. Τη διαθεσιμότητα πεπειραμένου εργατικού δυναμικού στην κατασκευή μεγάλων αγωγών διαφορετικών ειδών.

7. Τις απαιτήσεις συντήρησης και επιδιόρθωσης, απώλειες νερού από διαρροές και άλλους παράγοντες από τη συμπεριφορά και καταλληλότητα του αγωγού.

5.3.2. ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΑΡΟΧΗΣ

Η απώλεια ικανότητας με το χρόνο ή ακριβέστερα με τη χρήση, εξαρτάται

- (1) από τις ιδιότητες του μεταφερόμενου νερού και
- (2) από τα χαρακτηριστικά του αγωγού.

Σύγχρονες μέθοδοι ελέγχου του διαβρωτικού νερού υπόσχονται ότι η οξειδωση των μεταλλικών αγωγών και ο θρυμματισμός των επιστρωμένων με τσιμέντο και των αγωγών από σπλισμένο σκυρόδεμα και αμιαντοτσιμέντο θα κρατηθεί υπό έλεγχο πάρα πολύ, αν όχι πλήρως, στο μέλλον. Τώρα όμως δεν είναι δυνατό να υπολογίσουμε πως μεταβάλλεται ο συντελεστής C με το χρόνο χρήσης.

Η απώλεια ικανότητας είναι συγκριτικά περισσότερο ταχεία για μικρούς παρά για μεγάλους αγωγούς στους σιδηρούς και χαλύβδινους αγωγούς επειδή οι σκουριές και οι άλλες επικαθίσεις εμποδίζουν τη ροή του νερού και αυξάνουν την τραχύτητα των τοιχωμάτων στους επικαλυμμένους με τσιμέντο αγωγούς και στους αγωγούς από αμιαντοτσιμέντο επειδή η λειότητα των τοιχωμάτων καταστρέφεται .

Πριν εισαχθεί εκτεταμένα η διαδικασία καθαρισμού του νερού η απώλεια ικανότητας ήταν συχνά περισσότερο καταφανής σε καθαρισμένα παρά σ' ακαθάριστα νερά. Τότε ο καθαρισμός άφηγε το νερό περισσότερο διαβρωτικό, αφαιρώντας την προστατευτική λάσπη ,προσθέτοντας οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα και επηρεάζοντας με διάφορους τρόπους τις φυσικές και ηλεκτροχημικές ιδιότητες του νερού.

Η ικανότητα παροχής είναι μεγαλύτερη στους τροφοδοτικούς αγωγούς παρά στους αγωγούς διανομής, επειδή υπάρχουν πολύ περισσότερες συνδέσεις, βαλβίδες και άλλα εξαρτήματα στα συστήματα διανομής.

Οι αγωγοί οι επιστρωμένοι με τσιμέντο και άσφαλο και οι αγωγοί από σπλισμένο σκυρόδεμα και από αμιαντοτσιμέντο , κατά κανόνα , δεν φθείρονται σημαντικά με τη χρήση.

5.3.3. ANTOXH

Οι χαλύβδινοι αγωγοί αντέχουν σε υψηλές εσωτερικές πιέσεις, αλλά οι μεγάλοι αγωγοί δεν μπορούν να αντέξουν βαρεία εξωτερικά φορτία, όταν είναι άδειοι ή λειτουργούν υπό μερικό κενό. Κατά συνέπεια το βάθος επίχωσής τους πρέπει να είναι μικρό ή πρέπει να περιβάλλονται από σκυρόδεμα. Οι χυτοσίδηροι και οι από αμιαντοτσιμέντο αγωγοί είναι καλοί για μέτριες πιέσεις νερού και αξιόλογα εξωτερικά φορτία, με την προϋπόθεση ότι είναι κατάλληλα τοποθετημένοι. Οι αγωγοί από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι ξύλινοι αγωγοί είναι ικανοποιητικοί για μέτριες πιέσεις νερού. Οι αγωγοί από οπλισμένο σκυρόδεμα μπορούν να αντέξουν σε πολύ ισχυρά εξωτερικά φορτία.

5.3.4. ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ

Η εμπειρία απ' όλους εκτός των χυτοσιδηρών αγωγών, είναι πολύ περιορισμένη και οι αλλαγές στην κατεργασία του νερού είναι τόσες πολλές, ώστε δεν είναι δυνατό να μας δώσουν αξιόπιστες τιμές για το χρόνο ζωής των διαφόρων υλικών των αγωγών. Οι ακόλουθες προσδιορισμένες τιμές είναι προς την πλευρά της ασφάλειας :

Χυτοσίδηρος αγωγός, επικαλυμμένος	100 χρόνια
Χαλύβδινος αγωγός, επικαλυμμένος	25 - 50 χρόνια
Αγωγός οπλισμένου σκυροδέματος	75 χρόνια
Αγωγός με ξύλινες τάβλες	25 - 50 χρόνια

Η εξωτερική οξειδωση (οξειδωση εδάφους) και ο θρυμματισμός των μεταλλικών αγωγών είναι της ίδιας σπουδαιότητας με την εσωτερική οξειδωση. Όξινα εδάφη, θαλάσσια νερά και τεφρώδεις επιχώσεις πρέπει να αποφεύγονται. Οι μεταλλικοί αγωγοί είναι καλύτεροι αγωγοί του ηλεκτρισμού και έτσι είναι περισσότερο εκτεθειμένοι σε φθορές από ηλεκτρόλυση. Η καθοδική προστασία μειώνει σημαντικά αυτές τις φθορές.

5.3.5. ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Όταν οι αγωγοί πρόκειται να τοποθετηθούν σε δύσβατες περιοχές, το μέγεθος και το βάρος τους παίζει σπουδαίο ρόλο. Οι χυτοσίδηροι αγωγοί είναι βαρείς σε μεγάλα μεγέθη οι

χαλύβδινοι αγωγοί είναι συγκριτικά ελαφρύτεροι, αλλά μακρύτεροι. Το κανονικό (τυποποιημένο) μήκος των χυτοσιδηρών αγωγών είναι 1-2 ft, των χαλύβδινων αγωγών είναι 20 έως 30 ft. Οι αγωγοί από οπλισμένο σκυρόδεμα προκατασκευάζονται γενικά πλησίον της περιοχής τοποθέτησης των αγωγών. Για τμήματα είναι μήκους 12 και 16 ft και πολύ βαρέα στα μεγαλύτερα μεγέθη. Μια διάμετρος μικρότερη από 24 in είναι ασυνήθιστη. Τα μήκη των αγωγών από αμιαντοτσιμέντο είναι 18 ft. Το βάρος τους είναι περίπου το ένα τέταρτο του βάρους ενός χυτοσιδηρού αγωγού ίδιας διαμέτρου.

5.3.6 ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως σπασίματα σε χυτοσιδηρούς αγωγούς είναι συχνά πολύ καταστρεπτικά. Αντίθετα οι χαλύβδινοι αγωγοί καταστρέφονται σταδιακά κυρίως από διάβρωση. Το κέλυφος τρυπά σε σποραδικά σημεία και η επισκευή είναι απλή. Εν τούτοις, οι χαλύβδινοι αγωγοί μπορεί να συνθλιθούν, όταν δημιουργείται κενό κατά την αποστράγγιση. Με την κατάλληλη διαδικασία λειτουργίας αυτά συμβαίνει σπάνια. Οι ξύλινοι και οι από οπλισμένο σκυρόδεμα αγωγοί καταστρέφονται επίσης σταδιακά. Οι αγωγοί από αμιαντοτσιμέντο καταστρέφονται απότομα, όπως και οι χυτοσιδηροί.

5.3.7 ΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

Οι σύγχρονοι μηχανικοί και προκατασκευασμένοι σύνδεσμοι έχουν απλοποιήσει την τοποθέτηση των αγωγών. Πριν την εισαγωγή τους οι συγκολλητοί και χυτοί σύνδεσμοι δημιουργούσαν μεγάλες ανάγκες σε ειδικευμένο και έμπειρο προσωπικό.

5.3.8. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Οι μεγάλες γραμμές τροφοδότησης πρέπει να επιθεωρούνται κανονικά και να συντηρούνται καλά. Όλα τα μεγέθη και είδη αγωγών πρέπει να επιθεωρούνται για διαρροές ή απώλειες πίεσης και για εξωτερικά δείγματα καταστροφής. Υπάρχουν μικρά περιθώρια εκλογής σ' αυτή την περίπτωση. Επισκευές σε προκατασκευασμένους αγωγούς από σκυρόδεμα είναι βεβαίως πολύ δύσκολες, αλλά σπάνια απαιτούνται. Χυτοσιδηροί και μικροί συγκολλητοί χαλύβδινοι αγωγοί μπορούν να καθαριστούν με λειαντικές μηχανές και να επιστρωθούν επί τόπου με

τσιμέντο, για να αποκατασταθεί η χωρητικότητά τους. Οι καινούργιες και οι επισκευασμένες γραμμές πρέπει να απολυμαίνονται, πριν τεθούν σε λειτουργία.

5.3.9. ΔΙΑΡΡΟΕΣ

Όλες οι γραμμές πρέπει να ελέγχονται για τη στεγανότητά τους, όταν κατασκευάζονται. Η πίεση δοκιμής πρέπει να αναφέρεται. Για να γίνει η δοκιμή, ο αγωγός απομονώνεται με κλείσιμο των βαλβίδων και τοποθετείται ένα κατάλληλο πώμα στο άκρο του τμήματος υπό δοκιμή. Ο αγωγός κατόπιν πληρώνεται με νερό και μ' ένα συνηθισμένο όργανο, αφού τεθεί υπό πίεση, μετριέται η ποσότητα του νερού, που απαιτείται για να διατηρηθεί η πίεση. Όπου δεν υπάρχει νερό, μπορεί να αντικατασταθεί με αέρα. Οι απώλειες θεωρούνται ότι μεταβάλλονται με την τετραγωνική ρίζα της πίεσης όπως και στις σπές.

Χαλύβδινοι και προκατασκευασμένοι σωλήνες από σκυρόδεμα πρέπει να στεγανοποιούνται, με καλαπάσιμα. Όταν χαλύβδινοι αγωγοί τοποθετούνται κάτω από το νερό με μηχανικούς συνδέσμους, μικρές διαρροές είναι δύσκολο να εντοπισθούν και επιτρέπονται διαρροές μέχρι 6 gpd ανά ft εγκάρσιου συνδέσμου.

5.4. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Για τη δοκιμή, επιθεώρηση, καθαρισμό και συντήρηση τμημάτων αγωγού μεταφοράς τοποθετούνται διάφορα βοηθητικά εξαρτήματα.

5.4.1 Θυροβαλβίδες

Τοποθετούνται συνήθως στα υψηλότερα σημεία των αγωγών πίεσης, επειδή

- (1) απ' αυτά τα σημεία ο αγωγός μπορεί να αποστραγγιστεί με τη βοήθεια της βαρύτητας, ενώ
- (2) η πίεση είναι ελάχιστη σ' αυτά τα σημεία και έτσι η κατασκευή των βαλβίδων είναι φθηνότερη και η λειτουργία τους ευκολότερη.

Για λόγους οικονομίας τοποθετούνται συνήθως θυροβαλβίδες με μικρότερη διάμετρο από τον αγωγό, μαζί με τα απαραίτητα τμήματα συστολής και διαστολής. Όταν η κύρια θυροβαλβίδα είναι κλειστή υπό πίεση, το νερό που τροφοδοτείται με άνοιγμα της βαλβίδας του παρακάμπτηριου αγωγού εξισορροπεί την πίεση στις δύο πλευρές της κύριας βαλβίδας και κάνει ευκολότερο το άνοιγμα της.

5.4.2 Βάνες εκκένωσης

Στους αγωγούς πίεσης τοποθετούνται μικρές βάνες εκκένωσης στα χαμηλά σημεία της γραμμής μεταφοράς. Εκβάλλουν σε φυσικά κανάλια αποστράγγισης ή σε φρεάτια. Δεν πρέπει να συνδέονται απ' ευθείας με υπονόμους ή με μολυσμένα νερά. Για ασφάλεια τοποθετούνται εν σειρά δύο βάνες εκκένωσης. Έτσι μειώνεται στο ελάχιστο η πιθανότητα να μην κλείσουν και οι δύο. Το μέγεθος τους εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες, ειδικότερα από το χρόνο στον οποίο πρέπει να εκκενωθεί ένα ορισμένο τμήμα του αγωγού και τις προκύπτουσες ταχύτητες ροής. Οι υπολογισμοί βασίζονται στην εξίσωση εκροής από οπή με μειούμενο πιεζομετρικό φορτίο ίσο με τη διαφορά της στάθμης του νερού στον αγωγό και στη βαλβίδα μείον το ύψος απωλειών. Η συχνότητα λειτουργίας εξαρτάται από την ποιότητα του νερού που μεταφέρεται, ειδικά όταν είναι λασπώδες.

5.4.3 Εξαεριστικά

Οι χυτοσιδηροί και άλλοι άκαμπτοι σωλήνες και αγωγοί πίεσης είναι εφοδιασμένοι με εξαεριστικά σ' όλα τα υψηλά σημεία. Τα εξαεριστικά αυτομάτως απομακρύνουν

- (1) τον αέρα που συγκεντρώνεται όταν γεμίζει ο αγωγός και
- (2) τον αέρα που απελευθερώνεται από το ρέον νερό, όταν η πίεση μειώνεται αισθητά, ιδίως σε υψηλά σημεία κοντά στην πιεζομετρική γραμμή. Μια χειροκίνητη κάνουλα ή δικλείδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν η πίεση είναι μεγάλη.

Χαλύβδινοι και άλλοι εύκαμπτοι αγωγοί εφοδιάζονται με αυτόματες βαλβίδες αέρα οι οποίες επίσης επιτρέπουν την είσοδο του αέρα στον αγωγό και έτσι αποφεύγεται η σύνθλιψη, όταν η πίεση είναι μικρότερη της ατμοσφαιρικής. Διαφορές πιέσεων δημιουργούνται, όταν ο αγωγός αποστραγγίζεται ή όταν το νερό διαφεύγει τυχαία από ένα σπάσιμο σε κάποιο χαμηλό σημείο.

Θέσεις που τοποθετούνται συνήθως οι βαλβίδες είναι και οι δύο πλευρές θυροβαλβίδων στις κορυφές, στην κατάντη πλευρά άλλων θυροβαλβίδων, και στις αλλαγές προς μεγαλύτερη κλίση στα τμήματα του αγωγού που δεν προστατεύονται με άλλο τρόπο.

Το απαιτούμενο μέγεθος των βαλβίδων εξαρτάται από το μέγεθος του αγωγού και τις ταχύτητες με τις οποίες αδειάζει.

5.4.4 Ανθρωποθυρίδες (φρεάτια ελέγχου)

Οι ανθρωποθυρίδες πρόσβασης απέχουν 1000 έως 2000 ft μεταξύ τους σε μεγάλους αγωγούς. Είναι χρήσιμες κατά την κατασκευή και χρησιμοποιούνται, αργότερα για επιθεώρηση και συντήρηση. Είναι λιγότερο συνηθισμένες στους χυτοσιδηρούς σωλήνες και στους σωλήνες από αμιαντοσιμέντο απ' ότι στους αγωγούς από χάλυβα και σκυρόδεμα.

5.4.5 Μονωτικοί σύνδεσμοι.

Οι μονωτικοί σύνδεσμοι ελέγχουν την ηλεκτρόλυση με την εισαγωγή αντιστάσεων στη ροή τυχαίων ηλεκτρικών ρευμάτων κατά μήκος των αγωγών. Οι σύγχρονοι μονωτικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούν ελαστικά χιτώνια ή δακτυλίους και τμήματα του αγωγού καλυμμένα με ελαστικό που δημιουργούν σημαντική αντίσταση.

5.4.6 Σύνδεσμοι διαστολής.

Το φαινόμενο των θερμοκρασιακών μεταβολών είναι μικρό, εάν οι σύνδεσμοι των αγωγών επιτρέπουν επαρκή μετατόπιση. Σε χαλύβδινους αγωγούς με στερεούς εγκάρσιους συνδέσμους πρέπει είτε να επιτρέπεται η διαστολή σε καθορισμένα σημεία ή να εξουδετερώνεται με κατάλληλη αγκύρωση .

5.4.7 Αγκυρώσεις

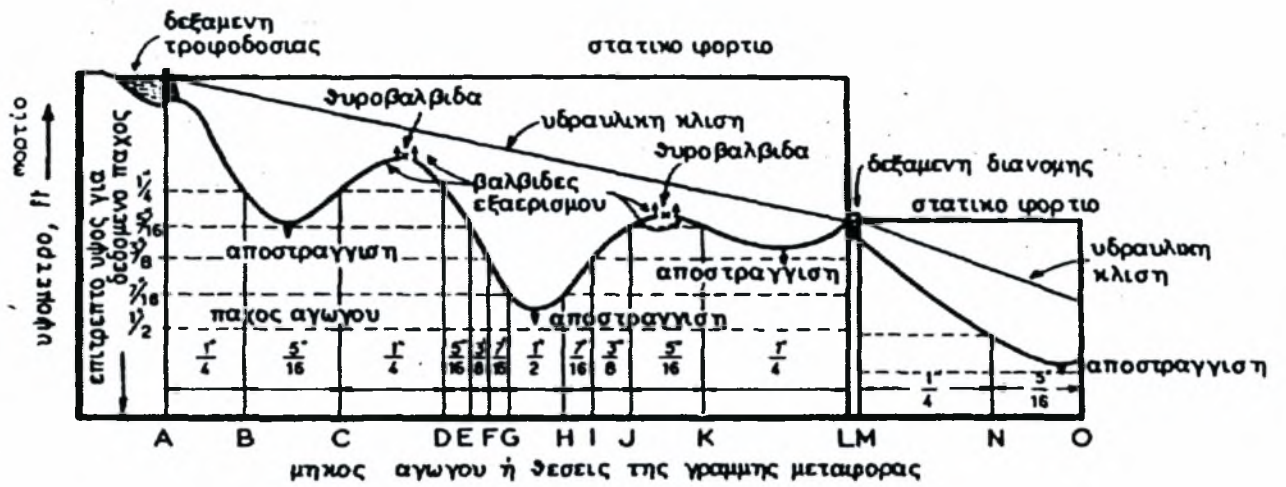
Οι αγκυρώσεις γίνονται για ένα ή περισσότερους από τους ακόλουθους λόγους :

1. Να αντισταθμίζουν την τάση των σωλήνων να ξεκολλάνε στις καμπυλότητες και σ' άλλα σημεία, όπου οι πιέσεις δεν είναι εξισορροπημένες, όταν οι διαμήκεις (διατμητικές) τάσεις υπερβαίνουν την αντίσταση συνδέσμων τους.
2. Να αντισταθμίζουν την τάση των σωλήνων, που βρίσκονται σ' απότομες κλίσεις, να ξεκολλάνε, όταν η αντίσταση των συνδέσμων τους σε διαμήκεις (διατμητικές) τάσεις είναι ανεπαρκής.
3. Να περιορίζουν ή να καθορίζουν τη διαστολή και τη συστολή των στερεά συνδεδεμένων σωλήνων κάτω από την επίδραση μεταβολών της θερμοκρασίας.

5.4.8 Άλλα εξαρτήματα

Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν :

- Πύργους εξαγωγής αέρα στο πρώτο ύψωμα της γραμμής μεταφοράς, για να αφαιρείται ο αέρας, που εισέρχεται μηχανικά κατά την είσοδο του νερού στον αγωγό.
- Αεροφυλάκια στο τέλος της γραμμής για να μειωθεί το υδραυλικό πλήγμα, που δημιουργείται από το γρήγορο κλείσιμο μιας βαλβίδας στο τέλος της γραμμής.
- Βαλβίδες ανακούφισης πίεσης ή πύργους υπερχείλισης σ' ένα ή περισσότερα υψώματα, για να κρατούν την πίεση κάτω από μια ορισμένη τιμή, επιτρέποντας τη ροή του νερού προς τα απόβλητα, όταν η πίεση υπερβαίνει την πίεση λειτουργίας.
- Βαλβίδες αντεπιστροφής για να αποφεύγεται η αντιστροφή της ροής, όταν σταματούν οι αντλίες.
- Αυτοενεργοποιούμενες βαλβίδες διακοπής, ρυθμισμένες να κλείνουν, όταν η ταχύτητα στον αγωγό υπερβαίνει μια προκαθορισμένη τιμή λόγω ενός ατυχήματος.
- Βαλβίδες ελέγχου στάθμης, που κλείνουν την είσοδο προς τις δεξαμενές και τους υδατόπυργους, όταν η στάθμη φθάσει το σημείο υπερπλήρωσης.
- Venturi και άλλοι μετρητές και καταγραφείς, για τη μέτρηση της ροής.



Σχήμα - 5.2 - Προφίλ αγωγού μεταφοράς νερού.



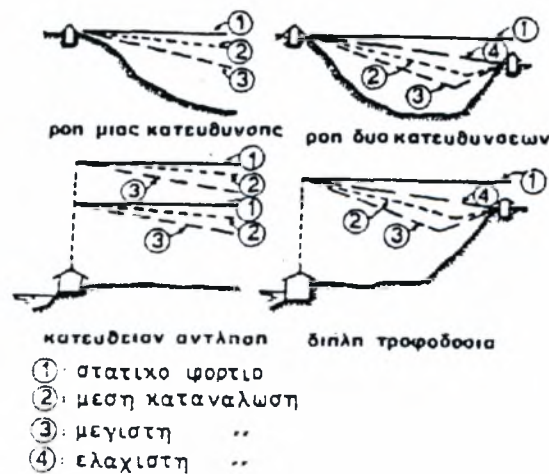
6. ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

6.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Τα δίκτυα διανομής για τη δημόσια υδροδοσία αποτελούν κυκλώματα σωλήνων μέσα στο δίκτυο των οδών αστικού κέντρου. Η κάτοψη των δρόμων, η τοπογραφία και η τοποθεσία των έργων υδροληψίας, μαζί με τις δεξαμενές αποθήκευσης νερού προσδιορίζουν τον τύπο του συστήματος διανομής καθώς και τον τύπο της ροής σ' αυτό. Παρόλο που οι δεξαμενές αποθήκευσης τοποθετούνται συχνά κατά μήκος των αγωγών μεταφοράς όπου μπορούν να μειώνουν ωφέλιμα την πίεση μέσα στους αγωγούς, η σκοπιμότητα ύπαρξής τους είναι κυρίως η ικανοποίηση διακυμάνσεων στις απαιτήσεις του δικτύου. Επομένως στην πραγματικότητα είναι τμήματα του δικτύου διανομής και όχι του συστήματος μεταφοράς.

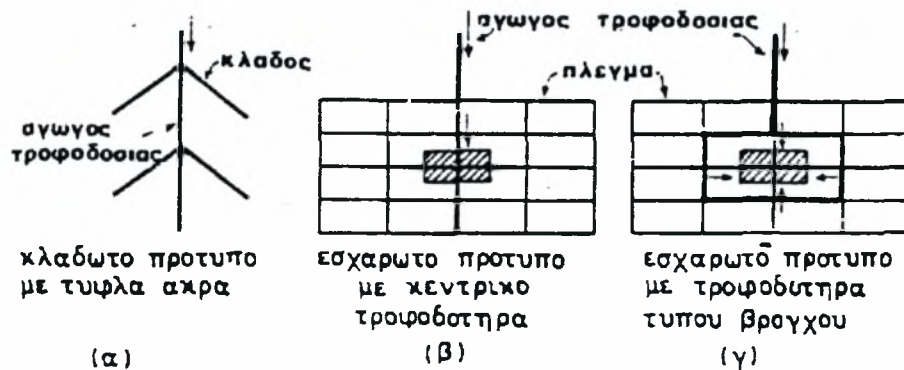
6.1.1 ΡΟΗ ΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΥΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ

Ανάλογα με τον τύπο τις ροής τροφοδότησης του δικτύου δημιουργούνται τέσσερα συστήματα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.1. Οι πιεζομετρικές γραμμές και οι απαιτούμενες πιέσεις στις περιοχές που εξυπηρετούνται, μαζί με το διαθέσιμο όγκο της αποθήκευσης καθορίζουν τα μεγέθη των αγωγών του δικτύου. Είναι φανερό ότι ροές από αντίθετες διευθύνσεις αυξάνουν την παροχευτικότητα του συστήματος.



Σχήμα -6.1- Ροή μιας και δυο κατευθύνσεων σε συστήματα διανομής

Ροή δύο κατευθύνσεων δημιουργείται τις κύριες αρτηρίες όταν μια τροφοδοσία δια βαρύτητας ή δι' αντλίας σε συνδυασμό με μια δεξαμενή αποθήκευσης, τροφοδοτούν τα δύο αντίθετα άκρα του δικτύου διανομής. Ο όγκος και η θέση των δεξαμενών αποθήκευσης εξαρτώνται από την τοπογραφία και τις διακυμάνσεις στην κατανάλωση του νερού.



Σχήμα -6.2- Δίκτυα διανομής

6.1.2 ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Δύο τύποι δικτύων διανομής ξεκινούν από την κάτοψη των δρόμων.

Το κλαδωτό δίκτυο χρησιμοποιείται σε μικρούς οικισμούς ή στις παρυφές αστικών κέντρων, όπου ακτινωτή ανάπτυξη αγωγών ακολουθεί τις κύριες οδικές αρτηρίες.

Το κλειστό δίκτυο βρόχων χρησιμοποιείται στα κέντρα των κοινοτήτων όπου οι δρόμοι διασταυρώνονται και οι κύριοι αγωγοί αλληλοσυνδέονται. Υδραυλικά, το δίκτυο βρόχων έχει το πλεονέκτημα να προσφέρει νερό σ' ένα σημείο από περισσότερες από μία διευθύνσεις και επίσης αποφεύγονται τα τυφλά άκρα. Το σύστημα ενισχύεται με την αντικατάσταση του κεντρικού αγωγού τροφοδοσίας μ' ένα βρόχο ή ζώνη κεντρικών αγωγών τροφοδοσίας, που προσφέρουν νερό στην πυκνοκατοικημένη περιοχή από δύο τουλάχιστον διευθύνσεις. Μ' αυτό τον τρόπο διπλασιάζεται σχεδόν η δυνατότητα του πλέγματος.

Σε μεγάλα συστήματα (δίκτυα), οι κύριοι αγωγοί κατασκευάζονται σαν σήραγγες υπό πίεση, κτιστοί αγωγοί υπό πίεση, χαλύβδινοι σωλήνες ή από σπλισμένο σκυρόδεμα. Σε μικρότερες κοινότητες όλο το δίκτυο διανομής μπορεί να αποτελείται από χυτοσίδηρους σωλήνες. Ο χυτοσίδηρος είναι πράγματι το πιο κοινό υλικό για κύριους αγωγούς αλλά γενικά ο αμίαντος, το τσιμέντο και τα πλαστικά, στις μικρές τροφοδοσίες, είναι επίσης χρήσιμα.

6.1.3 ΠΛΕΓΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Το δίκτυο σωληνώσεων τύπου βρόχων, που εξυπηρετεί όλα τα κεντρικά τμήματα μιας κοινότητας μπορεί να αποτελείται από "μονούς" ή "διπλούς" αγωγούς.

Οι μονοί αγωγοί συνδέονται μεταξύ τους σε κάθε διασταύρωση αγωγών, ενώ οι διπλοί σχηματίζουν βρόχους με τους κύριους αγωγούς τροφοδοσίας.

Στο βόρειο ημισφαίριο, οι μονοί αγωγοί συνηθίζεται να τοποθετούνται στις βόρειες και ανατολικές πλευρές των δρόμων για προστασία από τον παγετό. Στο νότιο ημισφαίριο, χρησιμοποιούνται οι νότιες και ανατολικές πλευρές. Οι βαλβίδες τοποθετούνται συνήθως ως εξής : τρεις στις διασταυρώσεις αγωγών, δύο στις ενώσεις τύπου T, και μία στις διακλαδώσεις μ' ένα κρουνό πυρόσβεσης.

Στα δίκτυα με διπλούς αγωγούς, βοηθητικοί αγωγοί εκτάκτου ανάγκης προστίθενται στις νότιες (βόρειες στο νότιο ημισφαίριο) και δυτικές πλευρές των δρόμων και η σωλήνωση γενικά τοποθετείται κάτω από τα πεζοδρόμια. Υδραυλικά, το πλεονέκτημα των δικτύων με διπλούς κύριους αγωγούς έναντι των δικτύων με μονούς είναι το ότι επιτρέπουν την διάταξη των βαλβίδων και των κρουνών πυρόσβεσης με τέτοιο τρόπο που ζημιές στους κύριους αγωγούς δεν διακόπτουν τη χρησιμότητα των κρουνών και δεν νεκρώνουν τους κύριους αγωγούς.

Τα δίκτυα διπλών κύριων αγωγών δεν πρέπει να συγχέονται με τη διττή υδροδοσία όπου προσφέρεται υψηλής ποιότητας νερό για ορισμένους σκοπούς και χαμηλής ποιότητας για άλλους.

6.1.4 ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΓΙΑ ΥΨΗΛΟ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Οι περιοχές της κοινότητας που είναι πολύ ψηλά για να τροφοδοτηθούν κατευθείαν από το ιτρωτεύον σύστημα (ή σύστημα χαμηλού φορτίου) εξυπηρετούνται από χωριστά δίκτυα

διανομής με ανεξάρτητες σωληνώσεις και αποθηκεύσεις εξυπηρέτησης. Τα δίκτυα αυτά, μεγάλου υψομέτρου, τροφοδοτούνται συνήθως από αντλιοστάσια που παίρνουν νερό από την κύρια τροφοδοσία και αυξάνουν την πίεση όσο απαιτείται.

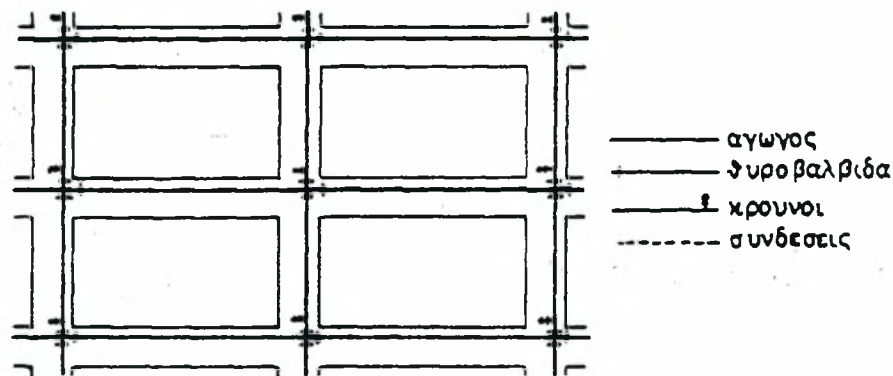
Περιοχές με μεγάλη διακύμανση υψομέτρου θα πρέπει να χωρίζονται σ' ενδιάμεσες περιοχές ή ζώνες. Οι ρυθμιζόμενες συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών δικτύων ανοίγονται χειρωνακτικά σε περίπτωση ανάγκης ή λειτουργούν αυτόματα με βαλβίδες ρυθμιζόμενης πίεσης. Επειδή οι περιοχές με υψηλό υψόμετρο είναι συνήθως μικρές και οι χαμηλού μεγάλες, η ενίσχυση του πρωτεύοντος δικτύου από τη δεξαμενή αποθήκευσης του συστήματος μεγάλου υψομέτρου, κατά τη διάρκεια ζημιών στο δίκτυο χαμηλού υψομέτρου, είναι γενικά απογοητευτική.

Πριν να εισαχθούν οι μηχανοκίνητες αντλίες υψηλής παροχής και πίεσης, πυρκαγιές στις πυκνοκατοικημένες περιοχές αντιμετωπίζονταν με νερό από ανεξάρτητα συστήματα αγωγών και κρουνών με μεγάλη πίεση. Οι μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις με μεγάλες επενδύσεις σε εξοπλισμό, εγκαταστάσεις, πρώτες ύλες και τελικά προϊόντα, συγκεντρωμένα σε μικρή περιοχή, είναι γενικά εξοπλισμένες με ιδιαίτερα δίκτυα ύδρευσης και κατάσβεσης υψηλής πίεσης. Όταν οι παροχές αυτές αντλούνται από πηγές με αμφισβητήσιμη ποιότητα, ορισμένες αρμόδιες αρχές επιβάλλουν το σαφή διαχωρισμό των ιδιωτικών παροχών κατάσβεσης απ' αυτές των δημοσίων δικτύων.

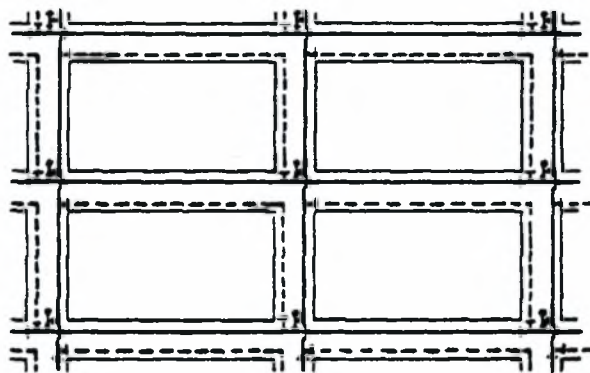
Άλλες προδιαγράφουν προστατευμένες διασταυρώσεις, που περιλαμβάνουν απαγορευτικές διατάξεις οπισθοδρόμησης της ροής και που επιθεωρούνται συχνά για στεγανότητα.

6.1.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

Το νερό φθάνει στους διάφορους καταναλωτές από τους κύριους αγωγούς των δρόμων, διαμέσου μιας ή περισσότερων σωληνώσεων υδροληψίας που συνδέονται με το δίκτυο διανομής. Οι μικροί αγωγοί σύνδεσης κατασκευάζονται από σίδηρο ή χάλυβα επενδυμένο με τσιμέντο, από μπρούντζο διάφορης περιεκτικότητας σε χαλκό, από χαλκό και πλαστικά όπως το πολυαιθυλένιο (PE) ή το πολυβινυλικό χλωρίδιο (PVC).



Α. σύστημα μονού αγωγού.



Β. σύστημα διπλού αγωγού.

Σχήμα -6.3- Δίκτυα (α) μονών και (β) διπλών αγωγών τροφοδοσίας

Επειδή οι μολυβένιοι και οι επενδυμένοι με μολύβι σωλήνες μπορεί να διαβρωθούν και ελευθερώσουν μόλυβδο στο νερό, δεν χρησιμοποιούνται πια. Για μεγάλους αγωγούς σύνδεσης χρησιμοποιούνται συχνά χυτοσιδηροί σωλήνες με επένδυση ή επιμετάλλωση. Για κατοικίες και παρόμοια κτίρια, το ελάχιστο μέγεθος σωλήνωσης υδροληψίας είναι 3/4 in (ίντσες). Ειδικές μηχανές συνδέουν επίσης αγωγούς υδροληψίας επίσης κύριους αγωγούς χωρίς να διακόψουν την παροχή του νερού. Επίσης χρησιμοποιούνται για μεγάλες συνδέσεις μέσα στο δίκτυο διανομής.

6.2 ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η απαιτούμενη παροχεταιτικότητα του δικτύου καθορίζεται από τις οικιακές, βιομηχανικές και

άλλες συνήθεις χρήσεις του νερού, καθώς και από την παροχή πυρόσβεσης. Οι σωληνώσεις θα πρέπει να μπορούν να μεταφέρουν την μέγιστη "συμπωματική" παροχή, με ταχύτητες που να μη δημιουργούν υψηλές αυξομειώσεις της πίεσης. Γενικά οι επιθυμητές ταχύτητες κυμαίνονται μεταξύ 0,6 και 1,5 m/s, με ελάχιστη διάμετρο σωλήνα 15 cm. Η δυνατότητα για εξυπηρέτηση δεν είναι μόνο συνάρτηση της απαιτούμενης παροχής αλλά και της επιθυμητής πίεσης. Το νερό πρέπει να φθάνει μέχρι τους πάνω ορόφους κτιρίων συνηθισμένου ύψους και πρέπει να ρέει από τους κρουνούς πυρόσβεσης κατευθείαν ή με αντλίες μέσα από τους πυροσβεστικούς σωλήνες με μήκη ικανά για να φθάσουν τη φωτιά, χωρίς υπερβολική πτώση πίεσης στο δίκτυο. Εάν δεν υπήρχε το πρόβλημα των πυρκαγιών, η υδραυλική ικανότητα των δικτύων διανομής, θα έπρεπε να ισούται με τη μέγιστη απαίτηση για οικιακές, βιομηχανικές και άλλες γενικές χρήσεις.

Οι γενικές απαιτήσεις πυρόσβεσης της Αμερικανικής Ένωσης Ασφαλειών, (A.I.A) συγκεντρώνονται στα παρακάτω :

Σε κεντρικές πυκνοκατοικημένες περιοχές:

- ✦ α) Για κοινότητες μέχρι 200.000 πληθυσμό $Q=1020 P^{1/2}$ ($1 - 0,01 P^{1/2}$) όπου Q η παροχή κατάσβεσης σε grm (γαλόνια ανά λεπτό) και P ο πληθυσμός σε χιλιάδες (β) για πληθυσμό πάνω από 200.000, $Q=12.000$ grm με επιπρόσθετα 2000-8000 grm για μια δεύτερη φωτιά.
- ✦ Σε συνοικιακά τμήματα με (α) μικρά και χαμηλά κτίρια $Q= 500$ grm (b) μεγαλύτερα ή ψηλότερα κτίρια $Q= 1000$ grm (c) ακριβά προάστια, διαμερίσματα με αντίστοιχες κατασκευές, $Q= 1500$ μέχρι 3000 grm και (d) τριώροφα κτίρια σε πυκνή δόμηση $Q =$ μέχρι 6000 grm.
- ✦ Ποσοστό ή ποσότητα της εκτιμώμενης παροχής που θα πρέπει να συγκεντρωθεί, αν χρειασθεί, σ' ένα τετράγωνο ή ένα πολύ μεγάλο κτίριο : (α) στην πυκνοκατοικημένη περιοχή, 2/3 (b) σε προάστια με συνεχή δόμηση 1/4 - 1/2 και (c) για μεμονωμένα κτίρια 500 μέχρι 750 grm.

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει τα σχετικά μεγάλα αποθέματα ετοιμότητας που αναφέρθηκαν. Σ' αυτές τις απαιτήσεις για την πυρόσβεση θα πρέπει να προστεθεί η συμπωματική μέγιστη ημερήσια κατανάλωση, η οποία προσεγγιστικά ισοδυναμεί με 40-50 grpd επιπλέον της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης. Στις μικρές κοινότητες ή σε περιορισμένα τμήματα του δικτύου διανομής, οι διάμετροι των αγωγών καθορίζονται από τις ανάγκες πυρόσβεσης συν τη

συμπωματική παροχή. Στην περίπτωση των κύριων αγωγών τροφοδοσίας και άλλων κεντρικών αγωγών σε μεγάλες κοινότητες ή μεγάλα τμήματα των δικτύων των μητροπόλεων, η μέγιστη ωριαία απαίτηση προσδιορίζει την σχεδίαση.

6.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

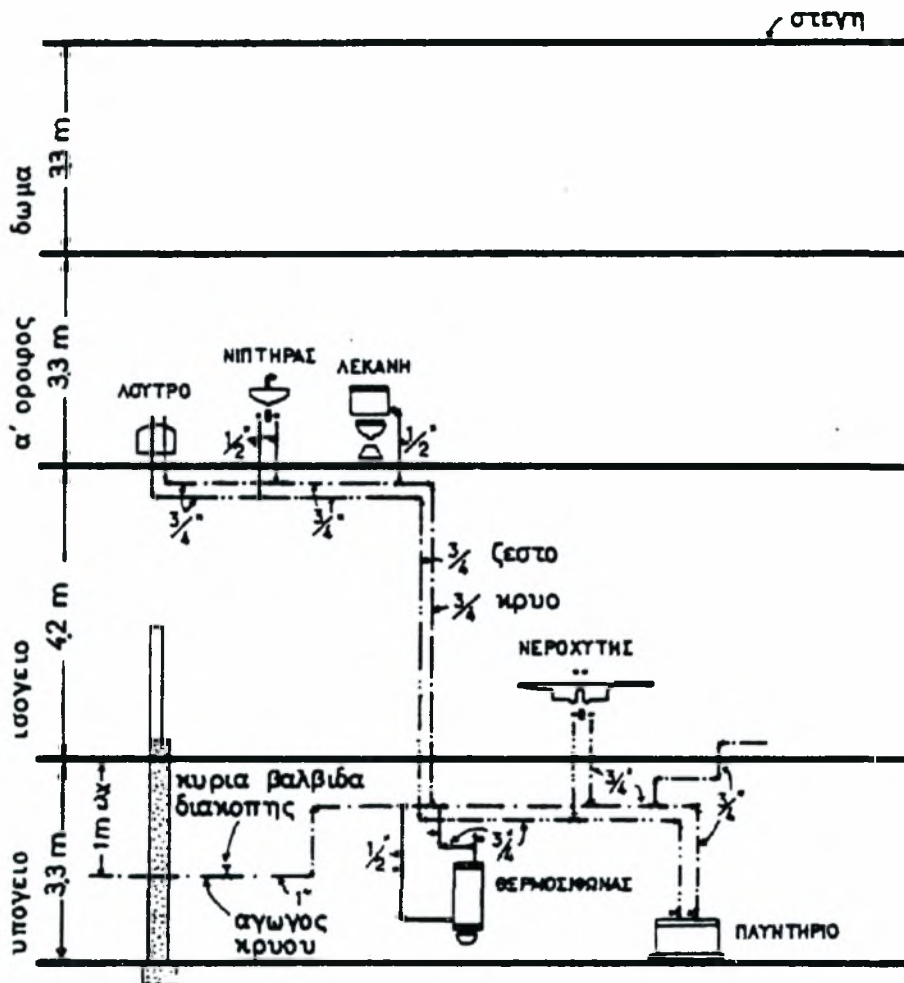
Για κανονικές παροχές, η πίεση του νερού στους αγωγούς του δικτύου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 psig (46 ft = 14m) για να επιτρέπει στο νερό την άνοδο σε τρεις ορόφους και να ξεπερνά την αντίσταση τριβής του οικιακού δικτύου. Πίεση 40 psig είναι περισσότερο επιθυμητή. Εμπορικά τετράγωνα, τροφοδοτούνται καλύτερα με πιέσεις 60-70 psig. Για να τροφοδοτηθούν τα πάνω πατώματα υψηλών κτιρίων, θα πρέπει να γίνεται άντληση του νερού σε δεξαμενές πάνω στις ταράτσες τους αλλά και συχνά επίσης σε ενδιάμεσους ορόφους.

Η απαίτηση πυρόσβεσης μετριέται συνήθως με βάση την τυποποιημένη φλέβα πυρόσβεσης : 250 gpm από ακροφύσιο διαμέτρου 1 /8 in με πίεση 45 psig στη βάση του ακροφυσίου. Όταν αυτή η ποσότητα νερού ρέει δια μέσου ελαστικού πυροσβεστικού σωλήνα διαμέτρου 2 , 5 in η αντίσταση τριβής είναι περίπου 15 psi για κάθε 100 ft σωλήνα. Αν προστεθούν η αντίσταση του σωλήνα και η απαιτούμενη πίεση του ακροφυσίου (45 psig) λαμβάνεται η απαιτούμενη πίεση στον κρουνό. Μια τυποποιημένη φλέβα πυρόσβεσης είναι αποτελεσματική σε ύψος μέχρι 70 ft και σε οριζόντια απόσταση μέχρι 63 ft.

Επειδή οι κρουνοί συνήθως σχεδιάζονται για να ελέγχουν περιοχές σε ακτίνα 200 ft η κατευθείαν σύνδεση του σωλήνα στον κρουνό απαιτεί τελική πίεση στον κρουνό περίπου 75 psig. Για να διατηρηθεί αυτή η πίεση κατά τη διάρκεια πυρκαγιών το σύστημα θα πρέπει να έχει πίεση περίπου 100 psig. Αυτό έχει τα μειονεκτήματά του, μεταξύ των οποίων κίνδυνο θραύσεων και διαρροών ή απωλειών νερού περίπου σε αναλογία με την τετραγωνική ρίζα της πίεσης. Ελάχιστη πίεση κρουνού 50 psig δεν μπορεί να διατηρήσει την τυποποιημένη φλέβα πυρόσβεσης μετά από διέλευση μέσα από 50 ft σωλήνα το πολύ.

Οι πυροσβεστικές αντλίες συνήθως προσδίδουν μέχρι 1500 gpm, παροχή και κάθε πυροσβεστικός σωλήνας μέχρι 1000 gpm από ακροφύσια 2 in. Για να εξυπηρετηθούν οι οικιακές και βιομηχανικές παροχές καθώς και για να αποφευχθεί η είσοδος ρυπαντών στους κύριους αγωγούς από διαρροή ή αστοχία λόγω κενού, οι αντλίες δεν πρέπει να μειώνουν τις πιέσεις στους κύριους αγωγούς κάτω από 20 psig. Για μεγάλους κρουμούς το όριο ασφαλείας

τοποθετείται μερικές φορές στα 10 psig. Στην πραγματικότητα, ο μοντέρνος πυροσβεστικός εξοπλισμός έχει εξαφανίσει την ανάγκη πιέσεων πάνω από 60 psig, εκτός από τις μικρές πόλεις που δεν μπορούν να διατηρήσουν, σε πλήρη απασχόληση, ένα καλά εξοπλισμένο πυροσβεστικό σταθμό.



Σχήμα -6.4- Εσωτερική υδραυλική εγκατάσταση

6.4 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι σωληνώσεις, οι θυροβαλβίδες και οι κρουνοί, είναι τα βασικά στοιχεία του συστήματος διανομής. Η διαστασιολόγηση και οι αποστάσεις τους καθορίζονται συνήθως από την εμπειρία, με αρκετή ακρίβεια ως προς τα ελάχιστα επιτρεπόμενα μεγέθη τους, που να επιτρέπει την προσεγγιστική διαστασιολόγηση για όλα εκτός από τις κύριες αρτηρίες και τους αγωγούς τροφοδοσίας.

Στα συνηθισμένα δίκτυα χρησιμοποιούνται τα παρακάτω στοιχεία σχεδιασμού.

Σωληνώσεις

Ελάχιστη διάμετρος αγωγού στο δίκτυο 9 cm (PVC 10 atm)
Ελάχιστες διακλαδιζόμενες σωληνώσεις (τυφλά άκρα) (8 in) 20 cm
Μέγιστη απόσταση μεταξύ αγωγών διαμέτρου 15 cm (για μεγαλύτερες αποστάσεις χρησιμοποιούνται 20 cm) (600 ft) 180 cm
Ελάχιστες σωληνώσεις σε πυκνοκατοικημένες περιοχές (8 in) 20 cm
Ελάχιστες σωληνώσεις σε κύριους δρόμους των κεντρικών περιοχών. (12 in) 30 cm
Μέγιστη απόσταση μεταξύ κύριων αγωγών ή αγωγών τροφοδοσίας. (200 ft) 600 m

Θυροβαλβίδες

Μέγιστη απόσταση σε μακρείς αγωγούς (800ft) 240m
Μέγιστη απόσταση σε πυκνοκατοικημένες περιοχές (500ft) 150 m

Κρουνοί Πυρόσβεσης

Εμβαδό προστασίας κρουνού ανάλογα με πίνακα
Μέγιστη απόσταση όταν η ροή πυρόσβεσης ξεπερνά τις 5000 gpm (200ft) 60 m
Μέγιστη απόσταση όταν η ροή πυρόσβεσης είναι μικρότερη από 5000 gpm (300ft) 90 m

Η εκλογή των σωληνώσεων μεγάλου μεγέθους εξαρτάται από το είδος των εγκαταστάσεων κατά μήκος των κυρίων αγωγών (περιοχή κατοικιών, βιομηχανίας ή εμπορική περιοχή), από τις χρήσεις του νερού και τον κίνδυνο της πυρκαγιάς.

Οι περιοχές των κρουनों, βασίζονται σε μια απλή φλέβα πυρόσβεσης, που αποδίδει σε μια ακτίνα 200 ft γύρω από τον κrunό. Για να αντιμετωπισθεί μια φωτιά απ' όλες τις πλευρές ή τουλάχιστον από δύο κρουनों, το ελάχιστο που απαιτείται είναι τέσσερις φλέβες (1000 gpm) σε ενέργεια. Όταν οι κοινότητες μεγαλώνουν, ο οικοδομικός όγκος μεγαλώνει και η περιοχή

που εξυπηρετείται από κάθε κρουνό μειώνεται. Οι συνηθισμένες προδιαγραφές βασίστηκαν σε ανάγκες που παρατηρήθηκαν σε πραγματικές κατασβέσεις. Πυρκαγιές σε διυλιστήρια, χημικές βιομηχανίες και υφαντουργίες απαιτούν ειδική θεώρηση.

6.5.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η υδραυλική απόδοση των υπαρχόντων δικτύων διανομής προσδιορίζεται με έλεγχο των πιέσεων και δοκιμές ροής στους κρουνούς. Αυτοί οι έλεγχοι θα πρέπει να καλύπτουν όλα τα τυπικά τμήματα της κοινότητας, τις κεντρικές περιοχές, τα προάστια και τις βιομηχανικές περιοχές διαφόρων ειδών, τις παρυφές και τις ζώνες με μεγάλο υψόμετρο. Εάν χρειάζεται, οι έλεγχοι μπορούν να επεκταθούν σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Τα αποτελέσματα θα επισημάνουν τις διαθέσιμες πιέσεις και παροχές καθώς και τις αδυναμίες. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν τη βάση υδραυλικών υπολογισμών για προεκτάσεις, ενισχύσεις και καινούργιες αναδιατάξεις των δικτύων. Επακόλουθοι έλεγχοι μπορούν να δείξουν πόσο κοντά στο επιθυμητό βρέθηκαν οι μετατροπές που σχεδιάστηκαν.

6.5.2 ΈΛΕΓΧΟΙ ΠΙΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΡΟΗΣ ΚΡΟΥΝΩΝ

Οι έλεγχοι πιέσεων δίνουν τα πιο υποτυπώδη αποτελέσματα για τα δίκτυα. Εάν γίνουν και τη νύχτα (ελάχιστη ροή) και την ημέρα (κανονική ζήτηση), θα δείξουν την υδραυλική απόδοση του δικτύου στην αντιμετώπιση των συνηθισμένων απαιτήσεων αλλά δεν θα δείξουν την πιθανή συμπεριφορά του σε έκτακτες καταστάσεις π.χ. κατά τη διάρκεια μεγάλης πυρκαγιάς.

Οι δοκιμές ροής κρουνών συνήθως περιλαμβάνουν

- (1) παρατήρηση της πίεσης σ' ένα κεντρικό κρουνό κατά τη διάρκεια της δοκιμής και
- (2) μέτρηση της συνδυασμένης ροής από μία ομάδα γειτονικών κρουνών.

Τα φορτία ταχύτητας των φλεβών από τους κρουνούς μετριοούνται συνήθως με σωλήνες Pitot. Για να επιτύχουν οι δοκιμές

- (1) οι ελεγχόμενοι κρουνοί θα πρέπει να αποτελούν την ομάδα που πιθανόν να λάβει μέρος

στην κατάσβεση πυρκαγιάς στην περιοχή αυτή

(2) το νερό θα πρέπει να τραβιέται με τέτοιο ρυθμό ώστε να πέσει η πίεση τόσο, που να μην επηρεάζεται σημαντικά από συνήθεις διακυμάνσεις μέσα στο δίκτυο και

(3) ο χρόνος δοκιμής θα πρέπει να εκλεγεί έτσι ώστε να συμπίπτει με αυξημένη ζήτηση (οικιακή, βιομηχανική κ.λ.π.) σ' όλο το δίκτυο.

6.6 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Οι δεξαμενές αποθήκευσης του συστήματος διανομής εξυπηρετούν τρεις βασικούς σκοπούς:

- (1) την εξίσωση παροχής και κατανάλωσης,
- (2) την εξασφάλιση αποθέματος για εξυπηρέτηση των πυροσβεστικών αναγκών, και
- (3) την εξασφάλιση αποθέματος για έκτακτες ανάγκες που δημιουργούνται από τη διακοπή λειτουργίας των συστημάτων υδροληψίας ή μεταφοράς λόγω βλαβών ή συντήρησης.

6.6.1 ΕΞΙΣΩΤΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Ο εξισωτικός όγκος νερού χρησιμεύει για να ικανοποιείται η κατανάλωση μέσω σταθερής υδροληψίας ή άντλησης κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η δεξαμενή συνδέεται με το δίκτυο διανομής μέσω ενός μόνο αγωγού. Το νερό εισρέει στη δεξαμενή όταν η κατανάλωση είναι μικρότερη από την υδροληψία, ενώ η δεξαμενή τροφοδοτεί το δίκτυο διανομής όταν η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από την παροχή υδροληψίας.

Ο απαιτούμενος εξισωτικός όγκος δεξαμενής υπολογίζεται βάσει αθροιστικής καμπύλης κατανάλωσης που έχει τις ίδιες αρχές με το διάγραμμα Rippl. Η καμπύλη αυτή κατασκευάζεται ως ακολούθως.

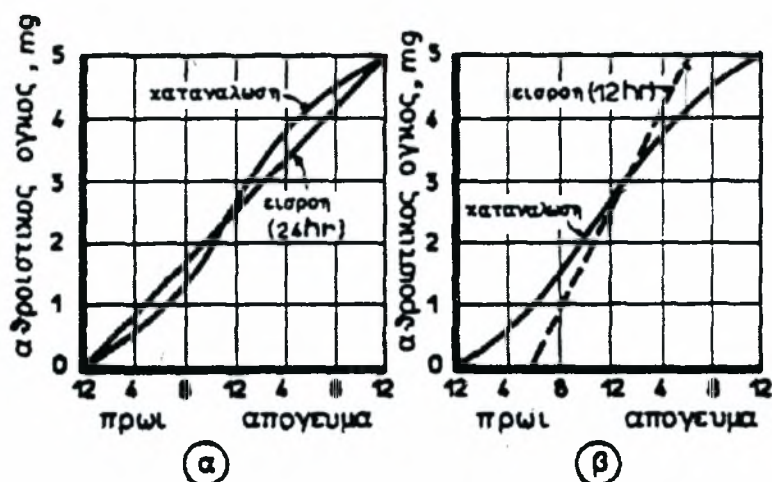
1. Από υπάρχουσες μετρήσεις παρομοίων συστημάτων καθορίζεται η ωριαία τιμή κατανάλωσης για όλες τις ώρες της ημέρας και νύχτας
2. Υπολογίζεται ο όγκος νερού που καταναλώνεται κάθε ώρα και ο αθροιστικός όγκος

κατανάλωσης.

3. Χαράσσεται το διάγραμμα αθροιστικός όγκος - χρόνος

4. Για σταθερή τιμή παροχής υδροληψίας για ολόκληρο το εικοσιτετράωρο, χαράσσεται διαγώνιος ευθεία από την αρχή μέχρι το τέλος του χρόνου. Ο απαιτούμενος εξισωτικός όγκος είναι το άθροισμα των μεγίστων κατακόρυφων αποστάσεων μεταξύ καμπύλης παροχής και κατανάλωσης. Η κλίση της ευθείας ισούται με τη σταθερή παροχή υδροληψίας ή άντλησης.

5. Για σταθερή τιμή παροχής υδροληψίας για 12 ώρες, χαράσσεται διαγώνιος ευθεία από την αρχή μέχρι το τέλος του χρόνου υδροληψίας ή άντλησης, π.χ. από 6 π.μ. μέχρι 6 μ.μ. . Ο απαιτούμενος εξισωτικός όγκος της δεξαμενής υπολογίζεται όπως στο (4).



Σχήμα 6.5- Υπολογισμός εξισωτικού όγκου.

- α) Σταθερή εισροή διάρκειας 24 ωρών
- β) Σταθερή εισροή διάρκειας 12 ωρών.

Η ικανοποίηση της μεταβαλλόμενης κατανάλωσης μέσω σταθερής παροχής υδροληψίας και άντλησης αποβαίνει οικονομικότερη δεδομένου ότι το σύστημα υδροληψίας και μεταφοράς δεν σχεδιάζεται με βάση τη μέγιστη τιμή κατανάλωσης, αλλά με βάση τη μέση παροχή, ενώ σταθερός ρυθμός άντλησης είναι πιο αποδοτικός. Σταθερή παροχή υδροληψίας και άντλησης μικρότερη των 24 ωρών χρησιμοποιείται εφόσον η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι χαμηλότερη για ορισμένες ώρες του εικοσιτετράωρου ή όταν οι εγκαταστάσεις καθαρισμού

του νερού δεν λειτουργούν όλο το εικοσιτετράωρο.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν δεδομένα για τον καθορισμό του χρονοδιαγράμματος της κατανάλωσης (βήμα 1) , ο εξισωτικός όγκος υπολογίζεται προσεγγιστικά ως εξής. Για σταθερή παροχή υδροληψίας ή άντλησης ίση με τη μέγιστη ημερήσια κατανάλωση απαιτείται εξισωτικός όγκος δεξαμενής ίσος με 15 - 20% του μέγιστου ημερήσιου όγκου κατανάλωσης. Εάν η υδροληψία ή η άντληση διαρκεί 12 ώρες, ο απαιτούμενος εξισωτικός όγκος είναι 30-50% του μέγιστου ημερήσιου όγκου κατανάλωσης.

6.6.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

Οι δεξαμενές αποθήκευσης γίνονται αρκετά μεγάλες ώστε να μπορούν να προμηθεύουν νερό για πυρκαγιά διάρκειας 10 ωρών σε κοινότητες με περισσότερους από 6000 κατοίκους, και αντίστοιχα 8, 6 και 4 ωρών σε περιοχές με 4000, 2000 και 1000 κατοίκους. Το απαιτούμενο απόθεμα για παροχές πυρόσβεσης μπορεί μερικές φορές να μην επιτυγχάνεται οικονομικά οπότε οι τιμές σχεδίασης προσαρμόζονται (προς τα κάτω) για να βρεθούν στα οικονομικά πλαίσια των κοινοτήτων. Πάντως πρέπει να γίνεται πρόβλεψη για πιθανές ανάγκες επεκτάσεων στο μέλλον.



6.6.3 ΑΠΟΘΕΜΑ ΑΝΑΓΚΗΣ

Το μέγεθος αυτού του τμήματος του απαιτούμενου συνολικού όγκου αποθήκευσης εξαρτάται

- (1) από τον κίνδυνο διακοπής της τροφοδοσίας από βλάβες στο δίκτυο μεταφοράς και
- (2) από το χρόνο που απαιτείται για επισκευές.

Εάν η διακοπή της τροφοδοσίας περιορίζεται χρονικά στον απαραίτητο χρόνο για συνήθεις επιθεωρήσεις κατά τις ώρες της ελάχιστης ζήτησης το απόθεμα ανάγκης δεν υπερβαίνει το 25% της συνολικής ποσότητας αποθήκευσης, δηλαδή η στάθμη του νερού στη δεξαμενή θεωρείται ότι κατέρχεται κατά ένα τέταρτο του μέσου βάθους της. Εάν οι σωληνώσεις ή ο εξοπλισμός αναμένεται να μη λειτουργούν για πιο εκτεταμένους χρόνους θα πρέπει να προβλεφθούν μεγαλύτερα αποθέματα, που μπορεί να φτάσουν μέχρι το πενταπλάσιο του μέγιστου όγκου αποθήκευσης.

6.6.4 ΟΛΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Ο συνολικός όγκος αποθήκευσης είναι το άθροισμα των επί μέρους απαιτήσεων. Κάθε φορά, η τελική απόφαση λαμβάνεται με οικονομικά κριτήρια. Όπου η τροφοδοσία γίνεται με αντλιοστάσια το κόστος για την αποθήκευση θα πρέπει να συγκρίνεται με το κόστος της άντλησης. Ιδιαίτερα θα πρέπει να αναλύονται τα οφέλη από την ομοιόμορφη χρονικά λειτουργία των αντλιών και τον περιορισμό της άντλησης σ' ένα μικρό τμήμα της ημέρας. Σ' όλες τις υδροδοτήσεις, το κόστος της αποθήκευσης θα πρέπει να συνεκτιμάται με το κόστος των σωληνώσεων, την αυξημένη πυροπροστασία και την περισσότερο ομοιόμορφη πίεση στο σύστημα διανομής.

6.6.5 ΕΚΛΟΓΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Όπως φαίνεται από τα προηγούμενα, η εκλογή της θέσης όπως και η χωρητικότητα της δεξαμενής εξυπηρέτησης είναι ένας σπουδαίος παράγοντας στον έλεγχο των συστημάτων διανομής. Για παράδειγμα ένα εκατομμύριο γαλόνια υπερυψωμένου αποθέματος πυρόσβεσης, κατάλληλα τοποθετημένου ως προς την περιοχή που προστατεύεται, ισοδυναμούν με ένα επιπρόσθετο κύριο αγωγό τροφοδοσίας διαμέτρου 12 in. Επιπλέον η αποθήκευση πρέπει να τοποθετείται κοντά στο δίκτυο κατανάλωσης δεδομένου ότι η υψηλή αντίσταση από τριβές ξεπερνά το 1% για τέτοιες χρήσεις.

6.6.6 ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Οι ταμειυτήρες και οι δεξαμενές αποθήκευσης λειτουργούν σαν μέρος ενός συστήματος αντλιών, σωληνώσεων και αλληλένδετων φορτίων. Κατά τη λειτουργία όλα τα επί μέρους στοιχεία ανταποκρίνονται στις μεταβολές πίεσης καθώς το σύστημα ακολουθεί την εποχιακή και ημερήσια μεταβολή στη ζήτηση. Στην ιδανική περίπτωση, θα πρέπει η δεξαμενή να μην είναι ούτε άδεια ούτε συνεχώς γεμάτη. Σε δίκτυα με ακατάλληλες αντλίες και σωληνώσεις ή με πολύ υψηλή στάθμη της δεξαμενής, η πιεζομετρική γραμμή μπορεί να πέσει, στη μέγιστη ζήτηση, κάτω από τον πυθμένα της δεξαμενής. Όταν συμβεί αυτό το συνολικό φορτίο μεταβιβάζεται στις αντλίες και οι πιέσεις του δικτύου πέφτουν απότομα.

6.6.7 ΤΥΠΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Όπου το επιτρέπουν η τοπογραφία και η γεωλογία οι δεξαμενές αποθήκευσης σχηματίζονται μέσα στο έδαφος με κατάλληλο συνδυασμό εκσκαφών και αναχωμάτων ή με λιθοκατασκευή. Για να προστατευθεί το νερό από μολύνσεις, οι δεξαμενές διανομής πρέπει να καλύπτονται. Οι οροφές δεν χρειάζεται να είναι υδατοστεγείς εάν υπάρχει περίφραξη. Οι ανοικτές δεξαμενές πρέπει πάντα να περιφράσσονται. Στην περίπτωση που η επιφανειακή απορροή θα μπορούσε να φθάσει στη δεξαμενή, θα πρέπει να γίνεται πρόβλεψη για ένα οριακό αγωγό σύλληψης της απορροής.

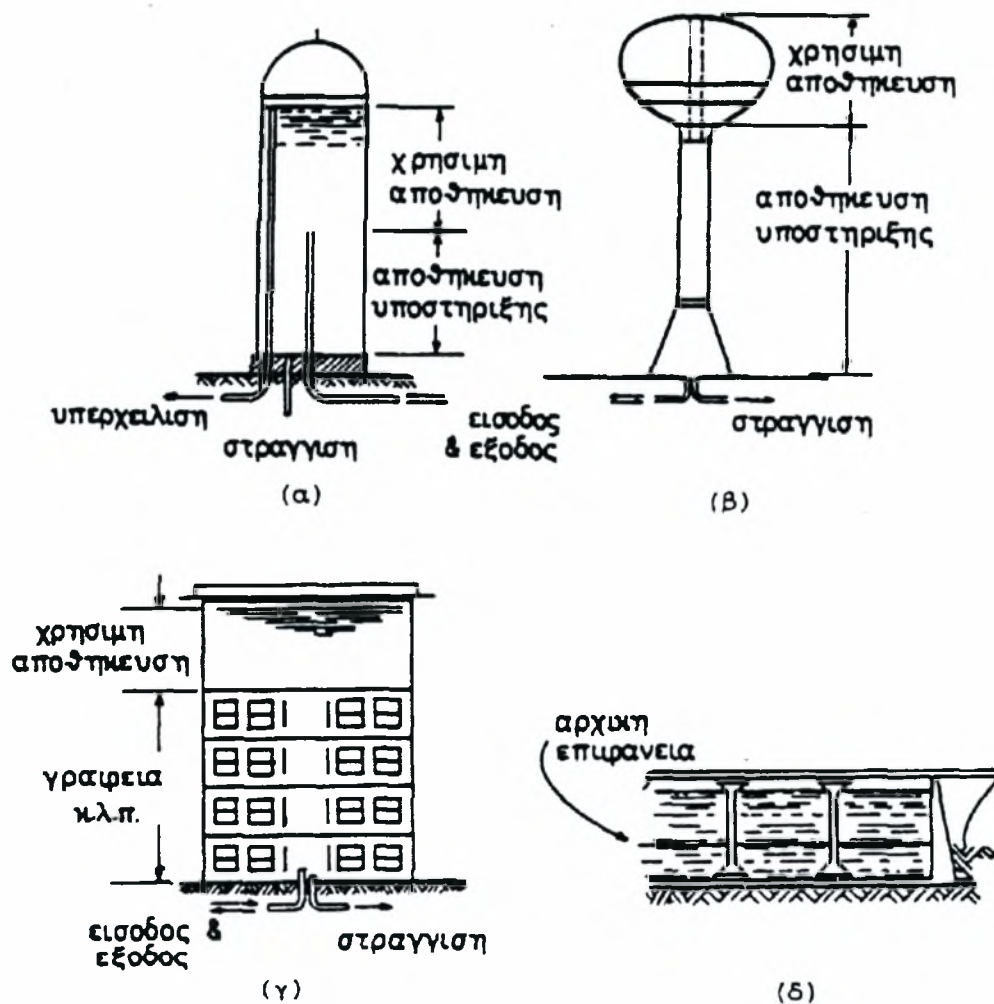
Οι χωμάτινες δεξαμενές, που ο πυθμένας τους είχε υδρομόνωση με στρώμα αργίλου ή λιθόστρωση και οι πλευρές τους με αδιαπέρατες ζώνες αργίλου, χρησιμοποιούνταν πολύ στο παρελθόν. Σήμερα είναι διαδεδομένη η επένδυση με πλάκες από σκυρόδεμα. Επίσης χρησιμοποιείται πολύ στην επένδυση τους ένα μίγμα άμμου - τσιμέντου - νερού, που εκτοξεύεται από ένα ακροφύσιο διαμέσου και πάνω σ' ένα πλέγμα χάλυβα οπλισμού. Τελευταία στην κατασκευή φθηνών αλλά υδατοστεγών δεξαμενών χρησιμοποιούνται πλαστικά φύλλα προστατευμένα με στρώματα εδάφους. Οι οροφές γίνονται από ξύλο ή σκυρόδεμα διαφόρων κατασκευαστικών μορφών. Όπου οι σκυρόδετες οροφές μπορούν να καλυφθούν με χώμα, και η οροφή και το νερό προστατεύονται από τις ακραίες θερμοκρασίες.

Τα στόμια εισόδου, εξόδου και οι υπερχειλίσεις τοποθετούνται γενικά σ' ένα ιδιαίτερο κτίσμα. Η κυκλοφορία που απαιτείται για τη συνεχή μετακίνηση του νερού και τις ανάγκες χλωρίωσης μπορεί να ελεγχθεί με ελάσματα ή χωρίσματα μεταξύ εισόδου - εξόδου. Η ικανότητα υπερχειλίσης θα πρέπει να ισούται με τη μέγιστη παροχή εισροής. Βαλβίδες ελέγχου στάθμης στις εισόδους των δεξαμενών σταματούν απότομα την εισροή όταν η στάθμη φθάσει σ' ένα μέγιστο. Αυτές περιλαμβάνουν διάταξη εκτροπής για παράκαμψη της κλειστής βαλβίδας από το νερό εκροής.

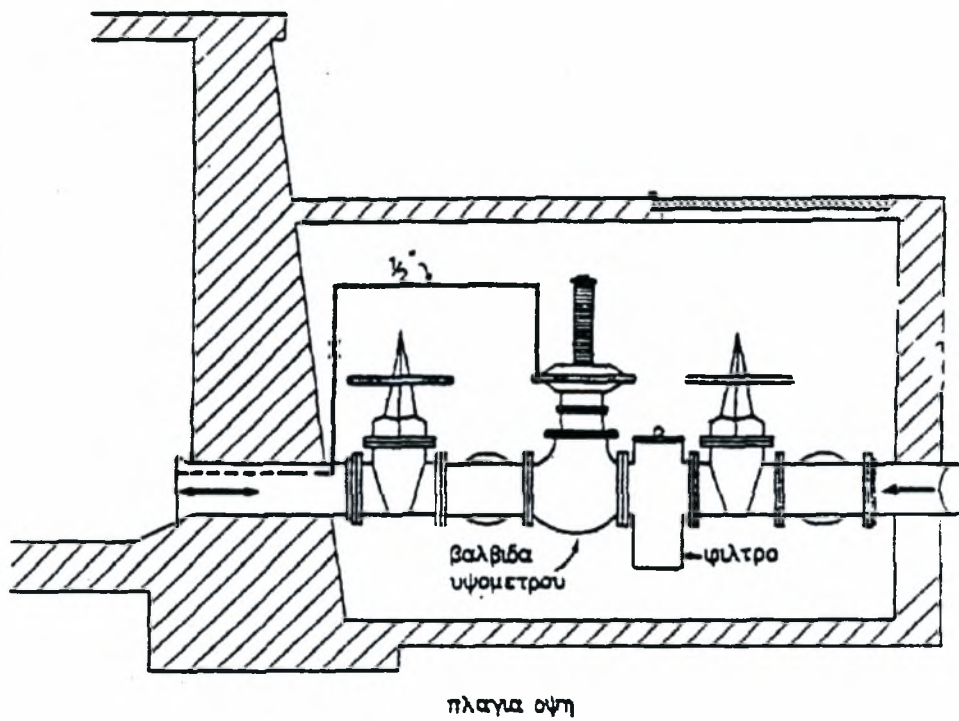
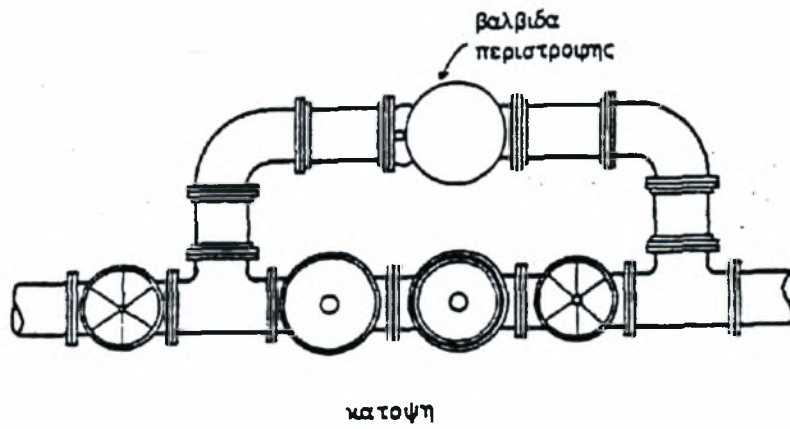
Όταν το φυσικό υψόμετρο δεν είναι αρκετό, τότε το νερό αποθηκεύεται σε σκυρόδετους ή χαλύβδινους υδατόπυργους ή κυλινδρικές δεξαμενές. Στα ψυχρά κλίματα, ο χάλυβας είναι πιο κατάλληλος. Εάν ο χάλυβας στις οπλισμένες δεξαμενές δεν είναι προεντεταμένος, τότε κατακόρυφες ρωγμές, διαρροές και παγοποίηση μπορεί να αχρηστέψουν ταχύτατα την κατασκευή. Η αποθήκευση στην επιφάνεια του εδάφους με σκυρόδετες ή χαλύβδινες δεξαμενές πριν από αυτόματα αντλιοστάσια είναι μια εναλλακτική λύση.

Η χρήσιμη χωρητικότητα των κυλινδρικών δεξαμενών και των υδατόπυργων περιορίζεται στον όγκο του νερού πάνω από τη στάθμη της επιθυμητής πίεσης διανομής. Στους υδατόπυργους,

αυτή η στάθμη συμπίπτει γενικά με τον πυθμένα της δεξαμενής. Στις κυλινδρικές δεξαμενές πρέπει να βρίσκεται ψηλότερα.



Σχήμα - 6.6 - Τύποι δεξαμενών αποθήκευσης,
 α) Κυλινδρική δεξαμενή
 β) και γ) Υδατόπυργοι
 δ) Επιφανειακή δεξαμενή



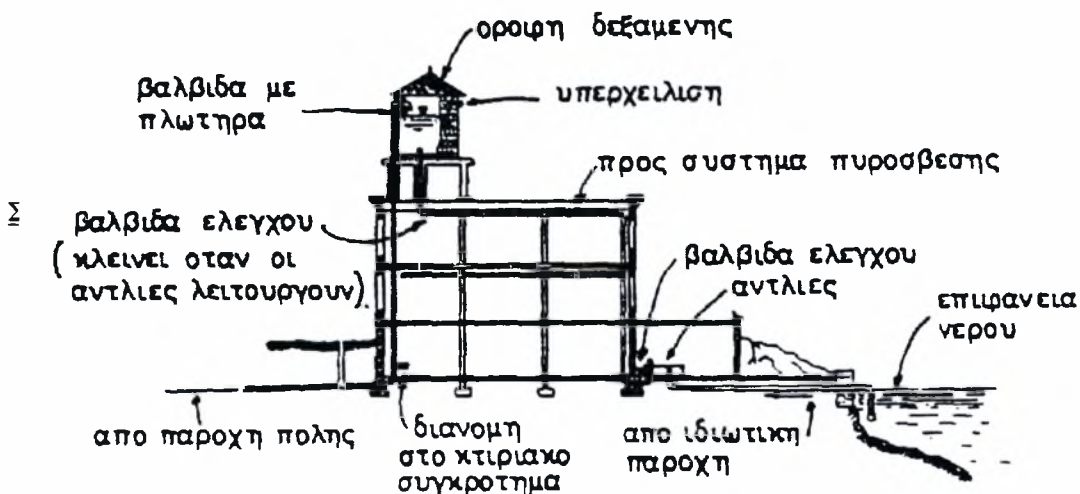
Σχήμα - 6.7 - Βαλβίδα ελέγχου στάθμης στην τροφοδοσία δεξαμενής.

6.7 ΔΙΚΤΥΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΎΔΡΕΥΣΗΣ

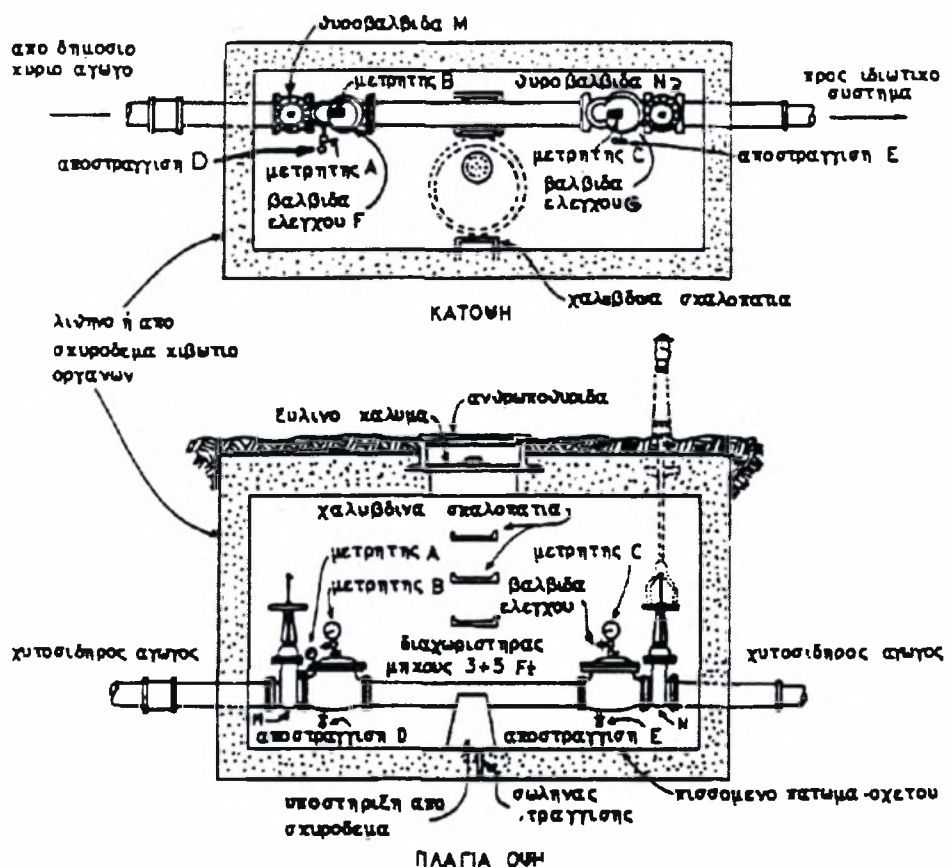
Στις μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις με μεγάλα επενδεδυμένα πάγια κεφάλαια σε εξοπλισμό, εγκαταστάσεις, πρώτες ύλες και επεξεργασμένα προϊόντα, συγκεντρωμένα σε μικρή περιοχή, υπάρχει γενικά ανεξάρτητο δίκτυο πυρόσβεσης και υδροδότησης.

Επειδή αυτές οι παροχές μπορεί να αντλούνται από πηγές αμφισβητήσιμης ποιότητας πολλοί κρατικοί οργανισμοί απαιτούν διαχωρισμό των δημόσιων δικτύων διανομής από τις ιδιωτικές παροχές για κατάσβεση πυρκαγιών. Αλλού επιτρέπεται η χρήση διασυνδέσεων αλλά απαιτείται αυστηρός έλεγχος για στεγανότητα και στερεότητα. Στο παρακάτω σχήμα - 6.8 - φαίνεται ο τρόπος διαχωρισμού των δύο τροφοδοσιών χωρίς να χάνεται το όφελος από την συνδυασμένη τροφοδοσία στη βιομηχανία. Η αποθήκευση στην επιφάνεια του εδάφους με αντλιοστάσιο είναι λιγότερο πλεονεκτική.

Στο Σχήμα - 6.7 - φαίνεται μια διάταξη γενικής αποδοχής με διπλές βαλβίδες ελέγχου, με προσιτότητα επιθεώρησης και ελέγχων, δια μέσου βαλβίδων, οργάνων και αποστραγγίσεων. Σε διασυνδέσεις τέτοιου τύπου που κατασκευάστηκαν σωστά, δεν έχει παρουσιαστεί ποτέ ξέσπασμα επιδημίας. Πρόσθετο μέτρο ασφάλειας παρέχει η εισαγωγή της αυτόματης χλωρίωσης.



Σχήμα - 6.8 - Χρήση βιομηχανικής τροφοδοσίας νερού χωρίς διασύνδεση.



Σχήμα - 6.7 - Διασύνδεση μεταξύ κοινοτικής υδροδότησης με ιδιωτική (βιομηχανική) τροφοδοσία προστατευμένη με διπλή Βαλβίδα ελέγχου.

Για να ελεγχθεί η εγκατάσταση : (1) κλείνουμε τις θυρίδες Μ και Ν, (2) ανοίγουμε την αποστράγγιση και παρατηρούμε τα όργανα Α και Β. (3) ανοίγουμε την αποστράγγιση Ε και παρατηρούμε το όργανο C.

Εάν οι βαλβίδες ελέγχου F και G είναι στεγανές το όργανο Α θα πέσει στο μηδέν, τα όργανα Β και C θα πέσουν ελάχιστα λόγω της συμπίεσης των ελαστικών παρεμβασμάτων στις βαλβίδες ελέγχου F και G .

6.8 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Για τη σωστή διαχείριση του αποθηκευμένου νερού, οι στάθμες των δεξαμενών θα πρέπει να είναι συνέχεια γνωστές. Όπου οι στάθμες δεν είναι ορατές άμεσα, χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά όργανα που καταγράφουν και μεταβιβάζουν την πληροφορία στο κέντρο λειτουργίας. Για το δίκτυο πρέπει να υπάρχουν ιστορικά στοιχεία και κατόψεις με λεπτομέρειες ώστε να μπορεί η λειτουργία του να γίνεται αποδοτικά. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στα τυφλά άκρα όπου η χρήση βαλβίδων ανακούφισης εξουδετερώνει τις επιδράσεις της έλλειψης κίνησης του νερού. Επίσης θα πρέπει να γίνεται απολύμανση των νεοτοποθετούμενων σωληνώσεων ή μετά από επισκευή.

Τη νύχτα είναι πολύ μικρή η παροχή στις σωληνώσεις και επομένως το χειμώνα υπάρχει το ενδεχόμενο παγοποίησης. Γι' αυτό οι κύριοι αγωγοί πρέπει να τοποθετούνται σ' αρκετό βάθος και να εξασφαλίζεται αρκετή παροχή σ' αυτούς. Όταν βρίσκονται κατά μήκος γεφυρών θα πρέπει να θερμομονώνονται. Όταν είναι έντονα εκτεθειμένοι στο κρύο πρέπει να θερμαίνονται και καμιά φορά να εγκιβωτίζονται σ' ένα κατάλληλα θερμαινόμενο αγωγό.

Η απώλεια του νερού διαρροών από τα δίκτυα διανομής και τις συνδέσεις κτιρίων θα πρέπει να ελέγχεται με τακτικές επιθεωρήσεις και ελέγχους διαρροών.

6.9 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Η ικανοποιητική λειτουργία ενός συστήματος διανομής εξαρτάται από την πίεση που έχει το νερό σε διάφορα σημεία του συστήματος, όταν λειτουργεί υπό συνθήκες παροχής σχεδίασης. Αφ' ενός η πίεση πρέπει να είναι αρκετή για την εξυπηρέτηση των καταναλωτών και των αναγκών πυρόσβεσης, αφετέρου, όμως, υπερβολικές πιέσεις είναι δαπανηρές και προξενούν ζημιές στο δίκτυο. Δεδομένου ότι περισσότερο από το 1/2 και συνήθως 2/3 με 3/4 του συνολικού κόστους ενός συστήματος ύδρευσης οφείλεται στο σύστημα διανομής, ο σχεδιασμός του θα πρέπει να γίνεται με τον πλέον οικονομικό τρόπο.

Στο σχεδιασμό ενός καινούργιου συστήματος διανομής λαμβάνονται καταρχήν τιμές για τις διαμέτρους των σωλήνων και υπολογίζονται οι πιέσεις που δημιουργούνται από διάφορες απαιτήσεις σε νερό, διατηρώντας την ταχύτητα μέσα στα επιθυμητά όρια των 0,6-1,5 m/s (2-5 ft/s). Σε συνέχεια, και εφ' όσον αποδεικνύεται απαραίτητο, αλλάζουμε τις διαμέτρους και αναλύουμε ξανά το σύστημα έως ότου καταλήξουμε σε ικανοποιητικές τιμές πιέσεων. Στα υπάρχοντα συστήματα, οι διάμετροι είναι γνωστές και κατά συνέπεια αρκεί μια σειρά

υπολογισμών της πίεσης για κάθε τιμή της παροχής.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απώλεια φορτίου ή πίεσης είναι αλληλοεξαρτώμενοι και περιλαμβάνουν τη διάμετρο, την παροχή και την τριβή. Συνήθως στους υπολογισμούς περιλαμβάνονται μόνο οι απώλειες φορτίου λόγω τριβών και όχι οι τοπικές απώλειες. Σε περίπτωση που είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν και οι τοπικές απώλειες αυτές λαμβάνονται υπόψη με τη μέθοδο του "ενεργού μήκους", όπου για κάθε τοπική απώλεια προστίθεται το αντίστοιχο μήκος σωλήνα που προξενεί, μέσω τριβής, την ίδια απώλεια φορτίου με την τοπική.

Ο σχεδιασμός συστήματος διανομής ακολουθεί συνήθως τα παρακάτω βήματα.

1. Σε χάρτη ή διάγραμμα του αστικού κέντρου χαράσσονται γραμμές κατά μήκος των οδών στις οποίες θα τοποθετηθούν αγωγοί ύδρευσης και, ταυτόχρονα, προσδιορίζεται η θέση των κεντρικών αγωγών τροφοδοσίας και των αγωγών σύνδεσης που σχηματίζουν το δίκτυο.
2. Υπολογίζεται η παροχή ικανοποίησης όλων των απαιτήσεων συμπεριλαμβανομένης και της πυρόσβεσης, για κάθε αγωγό και σημειώνονται οι τιμές κατά μήκος του αντίστοιχου αγωγού.
3. Υπολογίζεται η διάμετρος κάθε αγωγού από όπου η ταχύτητα ροής, V , πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,6 και 1,5 m/s (2-5 ft/s).

$$D = 2 (Q/V \pi)^{1/2}$$

4. Υπολογίζεται η πίεση σε διάφορα σημεία του συστήματος βάσει των μεθόδων που αναπτύσσονται παρακάτω.
5. Προσδιορίζεται η θέση βαλβίδων, κρουινών πυρόσβεσης, και αγωγών υδροδότησης καταναλωτών.

6.10 ΜΕΘΟΔΟΣ HARDY CROSS

Η αναλυτική επίλυση των εξισώσεων ροής σ' ένα δίκτυο ύδρευσης για τον απευθείας προσδιορισμό της κατανομής της παροχής και της πίεσης, δεν είναι δυνατή λόγω του

πολύπλοκου συνδυασμού των αγωγών που σχηματίζουν τα δίκτυα αυτά. Συνεπώς ο σχεδιασμός ή η ανάλυση δικτύων ύδρευσης επιτυγχάνεται με την επίλυση των εξισώσεων συνέχειας και ενέργειας με διάφορες μεθόδους δοκιμών. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι η μέθοδος του Hardy Cross στην οποία

(α) το δίκτυο θεωρείται αποτελούμενο από συνδυασμό βρόχων,

(β) λαμβάνεται μια αρχική κατανομή της παροχής για κάθε σωλήνα του δικτύου, και

(γ) υπολογίζονται διαδοχικές διορθώσεις των τιμών της παροχής έως ότου η τελική κατανομή της παροχής και της πίεσης ικανοποιήσουν τις εξισώσεις συνέχειας και ενέργειας.

Η μέθοδος Hardy Cross βασίζεται στις παρακάτω αρχές :

- ✦ Η εξίσωση συνέχειας πρέπει να ικανοποιείται σ' όλους τους κόμβους του δικτύου, δηλαδή το άθροισμα των παροχών που εισέρχονται και εξέρχονται απ' ένα κόμβο πρέπει να είναι μηδέν.
- ✦ Σε κάθε βρόχο το αλγεβρικό άθροισμα των απωλειών φορτίου όλων των αγωγών που αποτελούν το βρόχο πρέπει να είναι μηδέν. Οι απώλειες φορτίου υπολογίζονται συνήθως βάσει της εξίσωσης Hazen-Williams, μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και οι εξισώσεις Darcy - Weisbach ή Manning, οι δε τοπικές απώλειες και η μεταβολή φορτίου ταχύτητας συνήθως θεωρούνται αμελητέες.

6.11 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΟΜΒΩΝ

Η μέθοδος Hardy Cross δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τη μορφή που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, όταν το προς ανάλυση δίκτυο περιλαμβάνει αντλίες ή δεξαμενές που επηρεάζουν το πιεζομετρικό φορτίο. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται η μέθοδος των κόμβων η οποία έχει ευρύτερο πεδίο εφαρμογών αλλά απαιτεί περισσότερες δοκιμές έως ότου συγκλίνει στη σωστή λύση.

Στη μέθοδο αυτή λαμβάνονται κατ' αρχήν τιμές του πιεζομετρικού φορτίου h για κάθε κόμβο στο δίκτυο. Υπολογίζονται κατόπιν οι τιμές παροχής για κάθε αγωγό, βάσει της διαφοράς φορτίου στα άκρα του. Για κάθε κόμβο, εφαρμογή της εξίσωσης συνέχειας, με παροχή εισροής

θετική και εκροή αρνητική, δίνει διόρθωση του φορτίου . Κάθε κόμβος αναλύεται ξεχωριστά, εφαρμόζεται η διόρθωση φορτίου, και οι δοκιμές επαναλαμβάνονται έως ότου η εξίσωση συνέχειας ικανοποιηθεί σ' όλους τους κόμβους.



7. Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.

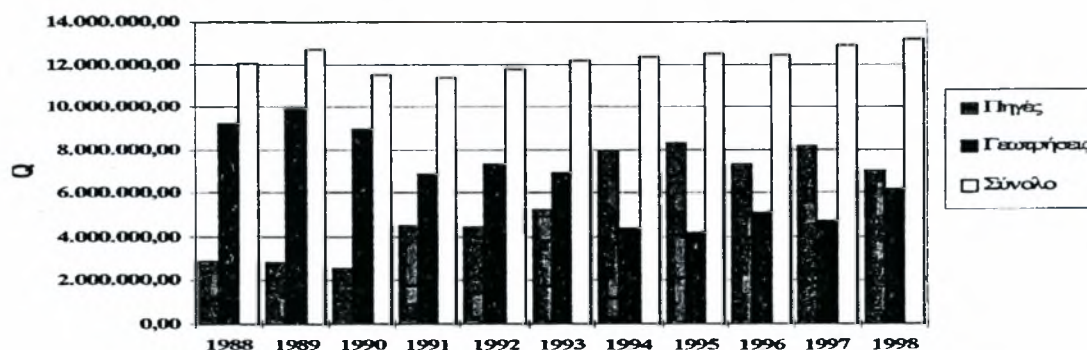
7.1 ΥΔΡΟΛΗΨΙΕΣ- ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

Το πολεοδομικό συγκρότημα του Βόλου (Δήμος Βόλου, Δήμος Ν.Ιωνίας και Δήμος Αισωνίας), με γενικό συνολικό εξυπηρετούμενο πληθυσμό 120.000 κατοίκους, και δύο Βιομηχανικές Περιοχές (Α και Β ΒΙ.ΠΕ.), υδροδοτείται σήμερα από 30 γεωτρήσεις εντός και εκτός του Πολεοδομικού Συγκροτήματος και από πηγαίο νερό του Πηλίου (5 πηγές).

Οι εκτός Πολεοδομικού Συγκροτήματος γεωτρήσεις (γεωτρήσεις κάμπου) προέρχονται από απόσταση 20 km δυτικά, δηλαδή από την περιοχή της Κάρλας, όπου το υδατικό ισοζύγιο, λόγω της επέκτασης των αρδευόμενων καλλιεργειών, θα ισορροπήσει μόνο με την άμεση κατασκευή του ταμιευτήρα της Κάρλας. Οι εντός Π.Σ. γεωτρήσεις (γεωτρήσεις πόλης) βρίσκονται εντός των Δήμων Βόλου και Ν. Ιωνίας. Στην προς βορρά ορεινή περιοχή βρίσκονται οι πηγές Καλιακούδας, Κουκουράβας, Ξηρακίων, Γερακιάς και Μάνας Πορταριάς από τις οποίες υδροδοτείται το Πολεοδομικό Συγκρότημα με πηγαίο νερό καλής ποιότητας.

Κατά τη θερινή περίοδο, το σύνολο των γεωτρήσεων παράγει τα 4/5 περίπου της συνολικής ποσότητας νερού, ενώ, κατά τη χειμερινή περίοδο, συμμετέχει με μεγαλύτερο ποσοστό το πηγαίο, το οποίο θα μπορούσε, για ορισμένους μήνες, να καλύπτει σχεδόν αποκλειστικά τις ανάγκες, αν λυθούν τα λογικά αιτήματα σύγκρισης του πηγαίου υδατικού δυναμικού του Πηλίου. Η εντατική εκμετάλλευση των γεωτρήσεων επέφερε, με την πάροδο του χρόνου, επιβάρυνση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού. Έτσι οι είκοσι (20) γεωτρήσεις της πόλης παρέχουν νερό βεβαρημένο με σκληρότητα (25-85 γαλλικούς βαθμούς) και χλωριόντα (140 -900 mg/l), ενώ οι δέκα (10) γεωτρήσεις του Κάμπου έχουν σκληρότητα (30-45 γαλλικούς βαθμούς).

Μία εικόνα της διαχρονικής κατανομής της ύδρευσης του πολεοδομικού συγκροτήματος, ανάλογα με την προέλευση των υδατικών πόρων, φαίνεται στο ιστόγραμμα που ακολουθεί.



7.2 Η ΔΕΥΑΜΒ ΣΗΜΕΡΑ

Η ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙ Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Μείζονος Περιοχής Βόλου, έχοντας ολοκληρώσει ήδη 20 χρόνια δημιουργίας έχει εισέλθει στο νέο αιώνα, διαχειριζόμενη το πιο πολύτιμο αγαθό, το νερό. Αγαθό που σχετίζεται όσο κανένα άλλο με το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής και που στο μέλλον θα παρουσιάσει έλλειψη στο πλανήτη μας και στη χώρα μας σύμφωνα με όλες τις προβλέψεις των επιστημόνων, αφού το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση θερμοκρασίας και την μετατόπιση του εύκρατου κλίματος.

Η διαχείριση της ύδρευσης, της αποχέτευσης ομβρίων και ακαθάρτων νερών και του περιβάλλοντος είναι οι τρεις μεγάλοι άξονες πάνω στους οποίους βαδίζει η ΔΕΥΑΜΒ προκειμένου ουσιαστικά να διαχειριστεί το νερό.

Η κατασκευή αγωγών και δικτύων, η συνεπεξεργασία αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων, ο έλεγχος της ποιότητας του πόσιμου νερού, των επιφανειακών νερών και των νερών της θάλασσας, του Παγασητικού Κόλπου, καθώς και ο έλεγχος της ποιότητας των αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων, είναι οι στόχοι για τους οποίους εξ αρχής κινήθηκε η ΔΕΥΑΜΒ και υποστηρίχθηκε για την επίτευξη τους από παλαιότερες χρηματοδοτήσεις από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα και από το Β' Ταμείο Συνοχής (9,4 δισ. δρχ. ή 3,203 δισ.ευρώ), τα έργα του οποίου ολοκληρώθηκαν τον Αύγουστο του 2000 απορροφώντας το 100% της χρηματοδότησης. Μικρότερες αλλά επίσης σημαντικές χρηματοδοτήσεις όπως αυτές του προγράμματος ΕΠΤΑ βοήθησαν να κατασκευασθούν οι εκβολές του δικτύου ομβρίων της Νεάπολης, περιοχής ιδιαίτερα προβληματικής στην παροχέτευση ομβρίων και αντικαταστάθηκε μεγάλο μέρος του δικτύου ύδρευσης της Ν. Ιωνίας που χρονολογείται από το 1950.

Κατασκευάστηκε επίσης το αποχετευτικό δίκτυο του Σέσκλου, περιοχή που μαζί με τις Γλαφυρές περιελήφθησαν στα διοικητικά όρια της ΔΕΥΑΜΒ τον προηγούμενο χρόνο. Εκτός των χρηματοδοτούμενων έργων η ΔΕΥΑΜΒ έχει να επιδείξει ένα πλούσιο έργο την τελευταία διετία, υποστηριζόμενο από ίδιους πόρους. Συγκεκριμένα:

- Αντικαταστάθηκαν 19.700 μέτρα διαβρωμένου δικτύου ύδρευσης και 3.350 προβληματικές παροχές, έγιναν 2.400 νέες συνδέσεις, καθαρίστηκαν δεξαμενές συλλογής νερού, επιλύθηκε το πρόβλημα υδροδότησης των Γλαφυρών.
- Ολοκληρώθηκε μια σειρά νέων γεωτρήσεων ώστε να απαλλαχθεί το δίκτυο από τις

- αρδεύσεις των χώρων πρασίνου.
- Άρχισε το μεγάλο έργο της αντικατάστασης του παλαιού δικτύου ύδρευσης στη Ν. Δημητριάδα, στη συνοικία Παλαιών και σε περιοχή της Ν. Ιωνίας.
- Ανακατασκευάστηκε μέρος του πεπαλαιωμένου και προβληματικού δικτύου ομβρίων της παραλιακής ζώνης.
- Ξεκίνησε το έργο αποχέτευσης του Δ/Δ Διμηνίου του Δήμου Αισωνίας. Στο Διμήνι δεν είχε πραγματοποιηθεί κανένα έργο αποχέτευσης μέχρι τώρα, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται ακόμη βόθροι.
- Συνδέεται η προβληματική -λόγω του υψηλού υδροφόρου ορίζοντα- περιοχή των Αλυκών με το αποχετευτικό δίκτυο.
- Πραγματοποιήθηκε η παραλαβή της λειτουργίας της βιολογικής βαθμίδας της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων από τη ΔΕΥΑΜΒ, όχι χωρίς προβλήματα, ενώ ετοιμάστηκε και η μελέτη για την επέκταση της εγκατάστασης ώστε να μπορεί να δεχτεί και τα λύματα όμορων Δήμων και για την απολύμανση των λυμάτων.

Όλες οι παραπάνω δραστηριότητες της Επιχείρησης αλλά και πολλές άλλες, υποστηρίζονται από την Οικονομική Υπηρεσία, που φροντίζει την οικονομική αυτόρκεια της ΔΕΥΑΜΒ ώστε να καλύπτει τις ανάγκες των απαιτούμενων έργων, καθώς και από το Διοικητικό Τμήμα και το Τμήμα της Μηχανοργάνωσης. Υποστηρίζονται από το ανθρώπινο δυναμικό της Επιχείρησης, το προσωπικό όλων των βαθμίδων, του οποίου η τεχνογνωσία, η εμπειρία και η εκπαίδευση διασφαλίζουν την παροχή υπηρεσιών.

Ωστόσο, το θέμα της επάρκειας πόσιμου νερού για το Πολεοδομικό Συγκρότημα καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου παραμένει το μεγάλο ζητούμενο. Η ανυπαρξία μελετών που να υποδεικνύουν λύσεις του προβλήματος, έφερε τη ΔΕΥΑΜΒ σε ιδιαίτερα δυσάρεστη θέση το καλοκαίρι του 2000, όταν εξαιτίας της ξηρασίας που σημειώθηκε καθ' όλη τη χρονιά, οι πηγές έφθασαν στο ελάχιστο της απόδοσης τους και ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας των γεωτρήσεων, υποχώρησε με αποτέλεσμα η ημερήσια κατανάλωση να καλύπτεται οριακά.

Στην ημερίδα που διοργάνωσε η Επιχείρηση με θέμα "εξεύρεση υδατικών πόρων για την ύδρευση του Πολεοδομικού Συγκροτήματος", τον Ιούνιο του 2000, δόθηκε έμφαση στην

ανάγκη έρευνας των νερών της λεκάνης Βόλου. Η επίλυση του υδροδοτικού προβλήματος έχει αναδειχθεί πλέον ως η πρώτη προτεραιότητα για τη ΔΕΥΑΜΒ. Εκτός από την έλλειψη νέων πηγών και η παλαιότητα του δικτύου μεγεθύνει το πρόβλημα της ποσότητας λόγω των διαρροών και της ποιότητας του πόσιμου νερού.

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί η προσπάθεια που έκανε η ΔΕΥΑΜΒ να φέρει σε συνεργασία τους όμορους με το Πολεοδομικό Συγκρότημα δήμους και κοινότητες, προκειμένου να αντιμετωπιστεί συνολικά το πρόβλημα της ύδρευσης, της αποχέτευσης και της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Δυστυχώς η προσπάθεια αυτή δεν βρήκε την αναμενόμενη ανταπόκριση και εμποδίστηκε για λόγους που είναι έξω από τη λογική της συνεργασίας και της κοινής προσπάθειας για την αντιμετώπιση κρίσιμων και σοβαρών θεμάτων.

Ωστόσο, οι αποφάσεις των Δημοτικών Συμβουλίων της Αγριάς και της Ιωλκού να ενταχθούν στη ΔΕΥΑΜΒ και η πρόταση της Κοινότητας Μακρινίτσας για συνεργασία στα θέματα διαχείρισης νερών και έργων ύδρευσης-αποχέτευσης, δείχνουν ότι προσπάθειες προς το καλύτερο, αν και ίσως σε περιορισμένο επίπεδο, πάντα θα ευδοκιμούν.

Το υψηλό επίπεδο που κατέχει η Επιχείρηση στο τομέα της διαχείρισης του νερού των υγρών αποβλήτων και του περιβάλλοντος γενικότερα, πρέπει να αξιοποιηθεί και να χρησιμοποιηθεί και εκτός των ορίων του Πολεοδομικού Συγκροτήματος. Η αποστολή της ΔΕΥΑΜΒ δεν θα πρέπει να τελειώσει στα όρια των Δήμων Βόλου, Ν. Ιωνίας και Αισωνίας που βρίσκονται στην ευθύνη της Επιχείρησης.

Οι αυξανόμενες απαιτήσεις της κοινωνίας, όχι μόνο των αστικών περιοχών αλλά και των εκτός αυτών για βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της εξασφάλισης υγιεινού και άρτιου αισθητικά περιβάλλοντος, δίνουν δυναμική στην επιχείρηση που προσπαθεί συνεχώς να θεμελιώσει τις δομές εκείνες που προασπίζουν την υγεία των πολιτών, το περιβάλλον και τελικά την ανάπτυξη της περιοχής του Βόλου.

7.3 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΙ Η ΠΟΡΕΙΑ ΧΑΡΑΞΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ

Η εμπειρία της παραγωγής νερού τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο οδυνηρή. Οι ξηρές χρονιές που έχουν προηγηθεί έχουν δημιουργήσει πέρα από κάθε πρόβλεψη δεδομένα τόσο

στις πηγές, όσο και στον υπόγειο υδροφόρα, εκμηδενίζοντας από πολύ νωρίς τις όποιες εφεδρείες στην παραγωγή, επιδρώντας αρνητικά στην ποιότητα και ανεβάζοντας κατακόρυφα το κόστος.

Παρατηρήθηκαν φαινόμενα όπως το ότι το 2000 οι πηγές έφθασαν στο κατώτερο σημείο παραγωγής από τα τέλη Μαΐου, αντί του Ιουλίου που ήταν η συνήθης περίοδος ελαχιστοποίησης της παραγωγής και μάλιστα σταθεροποιήθηκαν σε κατώτερο σημείο παραγωγής από προηγούμενες χρονιές. Ο υπόγειος υδροφόρας, ιδιαίτερα στην περιοχή του κάμπου, καταβυθίστηκε κατά 40 περίπου μέτρα, με αποτέλεσμα το 60% των γεωτρήσεων μας σ' εκείνη την περιοχή να χάσουν σημαντικό μέρος της παραγωγής τους, και παράλληλα να αυξηθεί το κόστος άντλησης κατά 20%.

Τα παραπάνω, οδήγησαν σ' ένα οριακό σημείο τη δυνατότητα παραγωγής νερού και υδροδότησης του Πολεοδομικού Συγκροτήματος και των Βιομηχανικών Περιοχών. Για μια μεγάλη χρονικά περίοδο τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, η συνολική εφεδρεία στην παραγωγή ήταν μόλις 1000 κυβικά μέτρα νερού την ημέρα, πράγμα που σημαίνει ότι το σύστημα δεν είχε αντοχή έστω μιας βλάβης. Αν κάποιος σταθεί στα ποσοστά δεδομένα της παραγωγής, χωρίς να προσμετρήσει σ' αυτά την ποιότητα και το οριακό της κατάσταση, μπορεί πράγματι να εφησυχάσει. Στην πραγματικότητα όμως, τα παραπάνω γεγονότα αντικατοπτρίζουν τόσο την επιβεβαίωση της μόνιμης επιλογής για πολλαπλασιασμό και συνολικότερη διαχείριση των πηγών υδροδότησης, όσο και το σήμα για επιτάχυνση των έργων αυτοματοποίησης και πιο αξιόπιστης διαχείρισης του δικτύου και περιορισμού των διαρροών.

Απ' τους καταναλωτές, πρέπει να κατανοηθεί θετικά, με την ενεργή συμμετοχή τους στη διάρκεια του νερού, μέσω της λογικής κατ' οικονομία κατανάλωσης. Κρίνοντας κι απ' τις γενικότερες επιστημονικές ανακοινώσεις για το περιβάλλον, το νερό και τις κλιματικές αλλαγές στον πλανήτη μπορούμε να πούμε, ότι οι προηγούμενες χρονιές για το νερό δεν ήταν μια σειρά από κακές χρονιές που πάνε και πέρασαν, αλλά η εισαγωγή στη μάχη εξασφάλισης αποθεμάτων πόσιμου νερού.

Ζούμε σε μια περιοχή όπου τα φαινόμενα υφαλμύρωσης του υπόγειου υδροφόρα είναι γνωστά και ταλανίζουν τις προσπάθειες εύρεσης νερού εδώ και χρόνια. Γνωρίζουμε επίσης καλά τι σημαίνει μόλυνση του υπογείου νερού απ' την αλόγιστη λίπανση των γεωργικών καλλιεργειών. Αισθανόμαστε καθημερινά τις συνέπειες της έλλειψης ενός συνολικού σε επίπεδο νομού σχεδιασμού για το νερό. Υπάρχουν πολλά να κάνουμε για την διαφύλαξη και διάρκεια του αγαθού αυτού, το οποίο δεν πρέπει να κατανοείται σαν ιδιοκτησία κάποιων αλλά

σαν πηγή ζωής και ανάπτυξης της κοινωνίας συνολικά.

Το έργο λοιπόν της αυτοματοποίησης της διαχείρισης της παραγωγής νερού και του δικτύου προϋπολογισμού 800 εκ. δρχ. (272.600 εκ. ευρώ) , που εντάσσεται στα σχεδιαζόμενα έργα της επόμενης δεκαετίας, έχει στόχο την πρόληψη βλαβών και αστοχιών του συστήματος, την έγκαιρη αντίδραση στα προβλήματα διαχείρισης, τη βελτίωση της ποιότητας του μίγματος νερού, την οικονομία στην παραγωγή και παρακολούθηση και τέλος μια μόνιμα αξιόπιστη προσέγγιση των προβλημάτων του δικτύου.

Το έργο αυτό θα μας φέρει σε θέση να γνωρίζουμε κάθε στιγμή από ένα κέντρο ελέγχου τι ακριβώς συμβαίνει, ακόμα και στο πιο απομακρυσμένο σημείο παραγωγής. Ταυτόχρονα θα μας γνωρίζει κάθε στιγμή την κατάσταση στους κρίσιμους κόμβους του εσωτερικού δικτύου. Με τη λειτουργία του έργου, η επέμβαση μας για άρση προβλημάτων τόσο στην παραγωγή όσο και στην κατανάλωση γίνεται άμεση και αποτελεσματική.

Παράλληλα εξελίσσονται σήμερα μια σειρά μικρών έργων για την απαλλαγή του δικτύου πόσιμου νερού από το βάρος των αρδεύσεων των χώρων πρασίνου, των γηπέδων, των κοινοχρήστων χώρων γενικά. Έτσι θα γλιτώσουμε σημαντικές ποσότητες πόσιμου νερού που σήμερα, με μια έννοια, χάνονται.

Οι δυσκολίες των προηγούμενων χρόνων και η επιτυχής από μια άποψη αντιμετώπιση τους «υποχρέωσαν» τη ΔΕΥΑΜΒ να γίνει και η ίδια καλύτερη. Ανέβηκε το επίπεδο παρακολούθησης της παραγωγής, αξιοποιήθηκαν καλύτερα τα διαθέσιμα στοιχεία, οργανώθηκαν οι εφεδρείες του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, το προσωπικό έγινε πιο ευαίσθητο στα μηνύματα και τις ανάγκες της εργασίας.

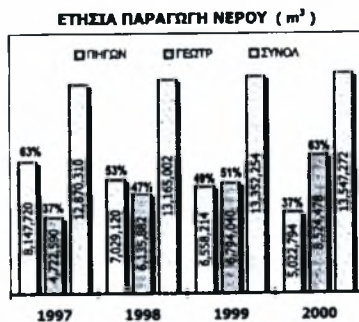
Σε αυτό το δρόμο, τόσο η ίδια η εταιρεία όσο και όλοι οι καταναλωτές είμαστε όλοι υποχρεωμένοι να συνεχίσουμε. Της ποιοτικά καλύτερης δουλειάς, της ποσοτικά περισσότερης. Με στόχο την καλύτερη και πιο ασφαλή παροχή υπηρεσιών στην πόλη. Όλα τα παραπάνω όμως, ακόμα κι αν συμβούν στον υπερθετικό βαθμό, δεν επαρκούν για τη διασφάλιση του νερού. Προσομοιάζουν σε μια άριστη διαχείριση της φτώχειας στη θέση της διαχείρισης του φυσικού πλούτου.

Είναι ανάγκη σήμερα ευρύτερα να κατανοηθεί και να προχωρήσει η πρόταση της ΔΕΥΑΜΒ προς τους όμορους του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Δήμους, για μια συνολική διαχείριση στο νερό. Χωρίς αυτό, οι όποιες προσπάθειες της κινούμενες στο σωστό δρόμο, δεν θα ολοκληρώνουν τη διαδρομή, αλλά θα οδηγούν στη μονιμοποίηση προσωρινών λύσεων.

7.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ

Η περιοχή ευθύνης της ΔΕΥΑΜΒ (Δήμοι Βόλου, Ν. Ιωνίας, Αισωνίας), υδροδοτείται σήμερα από 5 πηγές του Πηλίου και 30 γεωτρήσεις της πεδινής περιοχής (9 κάμπου, 11 Βόλου και 10 Ν. Ιωνίας).

Η ετήσια συνολική παραγωγή νερού αυξάνεται από έτος σε έτος, για να καλύψει τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες κατανάλωσης (αύξηση αριθμού καταναλωτών κλπ). Η απόδοση των πηγών, που εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες (βροχή, χιόνι κ.ά.), κατά την τελευταία τριετία μειώθηκε σημαντικά, οπότε αναγκαστικά αυξήθηκαν αντίστοιχα οι αντλούμενες από τις γεωτρήσεις ποσότητες νερού, για την κάλυψη των αναγκών της κατανάλωσης.



Ευνόητο είναι ότι η μείωση του ποσοστού του νερού των πηγών σημαίνει και την υποβάθμιση της ποιότητας του μίγματος νερού (πηγών-γεωτρήσεων) που διατίθεται στην κατανάλωση. Εάν δούμε το θέμα στην διάρκεια ενός έτους, το πρόβλημα είναι οξύτερο κατά τους μήνες αυξημένης κατανάλωσης (από Μάιο έως Σεπτέμβριο ή και Οκτώβριο) και ιδιαίτερα κατά το Γ τρίμηνο κάθε έτους.



Την περίοδο αυτή έχουμε την μέγιστη κατανάλωση (άρα και τη μέγιστη παραγωγή νερού) με τις πηγές στο ελάχιστο της απόδοσης τους και τις γεωτρήσεις στη μέγιστη άντληση.



7.5 ΕΡΓΑ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΙΕΡΑΡΧΩΝΤΑΣ ΤΙΣ ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Ο διαρκής και επίπονος αγώνας για την εξεύρεση νέων πηγών, που θα συμβάλουν στην υδροδότηση του πολεοδομικού συγκροτήματος με περισσότερο και καλύτερης ποιότητας νερό, ασφαλώς θα υπονομευόταν και εν πολλοίς θα ακυρωνόταν, αν ταυτόχρονα δεν καταβάλλονταν άμεσες και συντονισμένες ενέργειες για την συντήρηση και την ανανέωση του υπάρχοντος δικτύου και μέσω αυτών για τον περιορισμό των διαρροών. Έτσι, η ΔΕΥΑΜΒ συνέχισε να λειτουργεί, να συντηρεί, να επεκτείνει και να ανανεώνει το δίκτυο ύδρευσης, με στόχο την καλύτερη εξυπηρέτηση των καταναλωτών και τη μείωση των διαρροών του δικτύου.

- Συγκεκριμένα, αντικαταστάθηκαν 19.700 μέτρα αγωγών διαβρωμένου δικτύου από σιδηροσωλήνα με σωλήνα από πολυαιθυλένιο και 3.350 προβληματικές παροχές (ιδιωτικές συνδέσεις).
- Επίσης, έγινε επέκταση του δικτύου ύδρευσης κατά 2.700 μέτρα και έγιναν 2.400 νέες συνδέσεις.

Στο παραπάνω χρονικό διάστημα, η ΔΕΥΑΜΒ

α) Συμμετείχε στην ολοκλήρωση των εργασιών υδροδότησης του Οικισμού των Γλαφυρών του Δήμου Ν. Ιωνίας από γεώτρηση της περιοχής της Κάρλας

β) Προχώρησε σε καθαρισμούς των δεξαμενών και σε πολλές απ' αυτές έγιναν εργασίες

βελτίωσης της λειτουργίας τους, ώστε να ενταχθούν μελλοντικά σ' ένα σύστημα τηλεέγχου και τηλεχειρισμού τους.

γ) Ξεκίνησε τις εργασίες σύνδεσης του νέου βασικού δικτύου ύδρευσης, που κατασκευάστηκε με χρηματοδότηση από το 2ο ΚΠΣ με το υφιστάμενο, ενώ λειτούργησαν οι δύο νέες δεξαμενές στο Σαρακινό (6.000 m³) και στη Ν. Ιωνία (3.000 m³). Έτσι, βελτιώθηκε η λειτουργία του δικτύου, ενώ παράλληλα λύθηκαν αρκετά προβλήματα, που υπήρχαν σε πολλά σημεία του, λόγω μειωμένης πίεσης.

δ) Προχώρησε στην αγορά κινητής μονάδας εντοπισμού διαρροών, που θα συμβάλλει αποτελεσματικά στον περιορισμό των διαρροών του δικτύου, στην εξοικονόμηση νερού και στη βελτίωση της ποιότητας του στο Π.Σ. Βόλου.

7.6 ΕΡΓΑ ΠΟΥ ΘΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΙΕΡΑΡΧΩΝΤΑΣ ΤΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Ο συνολικός σχεδιασμός αντιμετωπίζει τα προβλήματα ύδρευσης-αποχέτευσης της Μείζονος Περιοχής Βόλου και βάζει τα θεμέλια για τη συνδιαχείριση των νερών (καθαρών και ακαθάρτων με τους όμορους δήμους). Τα έργα, τα οποία προγραμματίζονται με ορίζοντα δεκαετίας, δεν εξυπηρετούν μόνο τις άμεσες ανάγκες στους τομείς ύδρευσης και αποχέτευσης και στην προστασία του περιβάλλοντος. Οι παρεμβάσεις, τμήμα των οποίων διεκδικεί χρηματοδότηση από το Ταμείο Συνοχής, σχεδιάστηκαν με προοπτική. Ο μακρόπνοος σχεδιασμός θέτει προτεραιότητες και ιεραρχεί δράσεις ώστε να ενισχυθεί η συνδιαχείριση με όμορους ΟΤΑ σε θέματα ύδρευσης και αποχέτευσης προς όφελος του περιβάλλοντος και των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής.

Στον Τομέα της Ύδρευσης, προγραμματίζονται έργα προϋπολογισμού 11 εκατομμύρια ευρώ με σκοπό την εξασφάλιση ικανοποιητικής υδροδότησης του Πολεοδομικού Συγκροτήματος με επαρκή ποσότητα άριστης ποιότητας νερού, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Αναλυτικά:

α) Αντικατάσταση τροφοδοτικών αγωγών και αγωγών διανομής εσωτερικού υδραγωγείου που θα συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση των διαρροών που με το υπάρχον δίκτυο βρίσκονται σε υψηλό ποσοστό (40%) με αποτέλεσμα τη σημαντική απώλεια υδατικών αποθεμάτων.

Συγχρόνως τα νέα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα εξασφαλίσουν την ασφαλή μεταφορά του πόσιμου νερού προς τους καταναλωτές (οδηγία 98/83/Ε.Κ.)

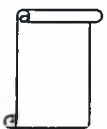
7.900.000 ευρώ

β) Αυτοματοποίηση εξωτερικού και εσωτερικού υδραγωγείου με σκοπό την ορθολογική και οικονομική διαχείριση της παραγωγής του νερού

2.500.000 ευρώ

γ) Κατασκευή συμπληρωματικής δεξαμενής στο Σαρακηνό 3000 m³ για βελτιστοποίηση της λειτουργίας του δικτύου αλλά και της ποιότητας του νερού, όπως περιγράφεται στη μελέτη Λαζαρίδη-Μαχαίρα.

600.000 ευρώ



8. ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ WATERCAD

8.1 ΕΠΙΤΟΜΗ

Το watercad αποτελεί ένα από τα πιο σύγχρονα και αναβαθμισμένα λογισμικά για χρήση στην προσομοίωση (modeling) και την ανάλυση συστημάτων διανομής νερού. Παρόλα αυτά, η μεθοδολογία είναι εφαρμόσιμη σε κάθε σύστημα ρευστών, με τ' ακόλουθα χαρακτηριστικά

- ↓ Σταθερή ή σταδιακά – μεταβαλλόμενη τυρβώδης ροή
- ↓ Ασυμπίεστα, νευτώνεια, μονοφασικά ρευστά
- ↓ Ολόκληρα, κλειστά δίκτυα (υπό πίεση)

Παραδείγματα συστημάτων με τέτοια χαρακτηριστικά, αποτελούν τα συστήματα ύδρευσης, υδραυλικά συστήματα πυρασφάλειας, αντλίες πηγών, αντλιοστάσια ανεπεξέργαστου νερού.

Οι αλγόριθμοι του watercad, είναι σχεδιασμένοι με την προοπτική να εξελίσσονται και να εκσυγχρονίζονται, ώστε να ανταποκρίνονται στην εικόνα της πράξης, όσον αφορά τη διανομή του νερού και τη προσομοίωση της ποιότητας. Επειδή οι αριθμητικές μέθοδοι και οι λύσεις που προτείνουν, συνεχώς επεκτείνονται, θα αναφερθούμε βασικά με τις θεμελιώδεις αρχές που υπόκεινται των αλγορίθμων, και θα επικεντρωθούμε λιγότερο στην εφαρμογή των αλγορίθμων.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΙΤΛΩΝ

Το watercad σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και προγραμματίστηκε από τις Haestad Methods, μια εταιρεία που αποτελείται από πολιτικούς μηχανικούς και μηχανικούς ανάπτυξης λογισμικού. Το πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί με στόχο να παρουσιάσει την τελευταία τεχνολογία σε παραθυρικό περιβάλλον (windows based) όσον αφορά τα συστήματα που λύνει.

Οι αριθμητικοί υπολογισμοί του watercad, βασίζονται σε έρευνα που διενεργήθηκε από την U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Drinking Water Research Division, Risk Reduction Engineering Laboratory, τους υπαλλήλους και τους συμβούλους τους. Ως αποτέλεσμα, το watercad θα εξάγει αποτελέσματα συμβατά με το υπολογιστικό πρόγραμμα της EPA, το EPANET 1.

8.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

8.2.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

Στην πράξη , τα δίκτυα σωλήνων δεν αποτελούνται μονάχα από αυτούς , αλλά και από διάφορα ακόμα εξαρτήματα, υπηρεσίες, δεξαμενές αποθήκευσης και reservoirs, μετρητές , αντλίες , βαλβίδες ρύθμισης, και ηλεκτρονικούς και μηχανικούς ελέγχους. Για λόγους προσομοίωσης , τα εν λόγω εξαρτήματα του δικτύου , έχουν οργανωθεί στις παρακάτω κατηγορίες.

- ↓ **σωλήνες** – μεταφέρουν νερό από μια τοποθεσία (ή κόμβο) σε άλλη
- ↓ **κόμβοι** – συγκεκριμένα σημεία , ή κόμβοι , στο σύστημα όπου διαδραματίζεται το γεγονός που μας ενδιαφέρει. Αυτό περιλαμβάνει σημεία όπου σωλήνες ενώνονται, όπου υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις στο σύστημα , όπως μια μεγάλη βιομηχανία, μια γειτονιά σπιτιών , ένα υδροστόμιο πυρόσβεσης ή κρίσιμα σημεία στο σύστημα , όπου οι πιέσεις είναι σημαντικές για σκοπούς ανάλυσης.
- ↓ **reservoirs και δεξαμενές** – οριακοί κόμβοι , με γνωστή υδραυλική κλίση (βαθμίδα) , η οποία καθορίζει τις αρχικές υδραυλικές βαθμίδες για οποιοδήποτε υπολογιστικό κύκλο. Σχηματίζουν τα βασικά υδραυλικά όρια , που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την κατάσταση όλων των άλλων κόμβων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του δικτύου. Οριακοί κόμβοι είναι στοιχεία όπως δεξαμενές, reservoirs , και πηγές πίεσης.
- ↓ **αντλίες** – αντιπροσωπεύονται ως κόμβοι. Ο σκοπός τους είναι να παρέχουν ενέργεια στο σύστημα και να ανεβάσουν την πίεση του νερού.
- ↓ **βαλβίδες(δικλείδες)** – μηχανικές συσκευές , χρησιμοποιούμενες για να σταματήσουν ή να ελέγξουν τη ροή μέσω ενός σωλήνα , ή για να ελέγξουν την πίεση στο σωλήνα ανάντη ή κατόντη της βαλβίδας. Το αποτέλεσμα της λειτουργίας τους είναι απώλεια ενέργειας στο σύστημα.

Ένα γεγονός ή μια συνθήκη σε ένα σημείο του συστήματος μπορεί να επηρεάσει όλα τα άλλα μέρη του. Κι ενώ το γεγονός αυτό δυσκολεύει την ευθύνη του μηχανικού να βρει μια λύση , υπάρχουν κάποιες θεμελιώδεις αρχές που κατευθύνουν τη συμπεριφορά του δικτύου , συμπεριλαμβανομένης και της αρχής διατήρησης της ενέργειας και της αρχής διατήρησης μάζας.

8.2.2 ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο 1^{ος} νόμος θερμοδυναμικής πρεσβεύει ότι για ένα δεδομένο σύστημα , η μεταβολή στην ενέργεια είναι ισοδύναμη με τη μεταβολή της θερμότητας που μεταφέρεται στο σύστημα και του έργου που δαπανήθηκε από το σύστημα προς το περιβάλλον , δεδομένης μιας χρονικής περιόδου.

Η ενέργεια που αναφέρεται σε αυτήν την αρχή , αντιπροσωπεύει τη συνολική ενέργεια του συστήματος πλην το σύνολο της δυναμικής , της κινητικής , και εσωτερικής (μοριακής) μορφής ενέργειας, όπως η ηλεκτρική και η χημική ενέργεια. Οι αλλαγές της εσωτερικής ενέργειας , συχνά θεωρούνται αμελητέες στην ανάλυση διανομής νερού , εξαιτίας της μικρής τους επιρροής.

Σε υδραυλικές εφαρμογές , η ενέργεια εκφράζεται συχνά ως ενέργεια ανά μονάδα βάρους , καταλήγοντας σε μονάδες μήκους. Χρησιμοποιώντας αυτά τα ισοδύναμα μήκους , οι μηχανικοί έχουν μια καλύτερη αίσθηση για την τελική συμπεριφορά του συστήματος. Όταν χρησιμοποιούμε αυτά τα ισοδύναμα μήκους , η κατάσταση του συστήματος εκφράζεται σε όρους υδραυλικού φορτίου. Η ενέργεια (ανά μονάδα βάρους ρέοντος ρευστού ή εκφρασμένη ως ύψος ενέργειας) σε οποιοδήποτε σημείο , σε ένα υδραυλικό σύστημα , εκφράζεται σε τρία μέρη

- βαθμίδα πίεσης p/γ
- υψόμετρο z
- κινητικό φορτίο $V^2/2g$

όπου p = πίεση (N/m^2)

γ = ειδικό βάρος (N/m^3)

z = υψόμετρο (m)

V = ταχύτητα (m/s)

g = επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s^2)

Οι παραπάνω ποσότητες , μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκφράσουν την αύξηση ή την μείωση , ανάμεσα σε δυο τοποθεσίες.

8.2.3 Η ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πέρα από τα παραπάνω μεγέθη, μπορεί επιπροσθέτως στο σύστημα να εισαχθεί ύψος, από μια αντλία στιγμιαία, και απώλειες από το σύστημα λόγω τριβής. Εξισορροπώντας την ενέργεια ανάμεσα σε δυο σημεία στο σύστημα, λαμβάνουμε την εξίσωση ενέργειας

$$\rho_1/\gamma + z_1 + V_1^2/2g + h_p = \rho_2/\gamma + z_2 + V_2^2/2g + h_L$$

όπου

h_L = συνδυασμένες απώλειες (m)

h_p = ύψος φορτίου της αντλίας (m)

ρ = πίεση (N/m^2)

γ = ειδικό βάρος (N/m^3)

z = υψόμετρο (m)

V = ταχύτητα (m/s)

g = επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s^2)

Τα συστατικά στοιχεία της εξίσωσης της ενέργειας μπορούν να συνδυαστούν ώστε να εκφράσουν δυο πολύ χρήσιμες ποσότητες, την υδραυλική και την ενεργειακή βαθμίδα.

8.2.4 ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

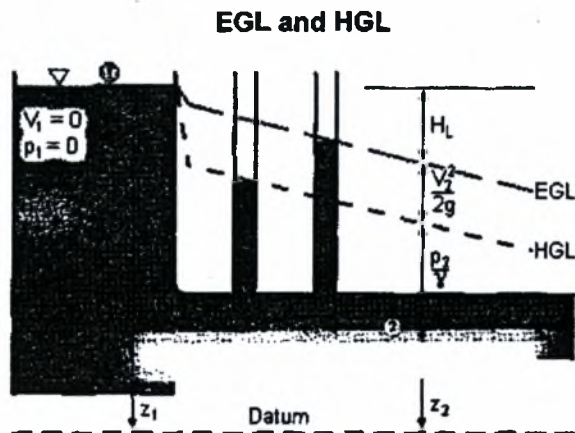
Πιεζομετρική γραμμή

Η πιεζομετρική γραμμή είναι το άθροισμα της βαθμίδας της πίεσης (ρ/γ) και του υψομέτρου (z). Αντιπροσωπεύει το ύψος στο οποίο μια στήλη νερού θα ανέβαινε σε ένα πιεζόμετρο. Το διάγραμμα της πιεζομετρικής γραμμής, σε κάτοψη, αναφέρεται συχνά ως η γραμμή της υδραυλικής πίεσης – HGL (hydraulic grade line).

Γραμμή ενέργειας

Η γραμμή ενέργειας είναι το άθροισμα της πιεζομετρικής γραμμής και της κινητικής ενέργειας ($V^2/2g$). Αντιπροσωπεύει το ύψος στο οποίο μια στήλη νερού θα ανέβαινε σε ένα σωλήνα pitot. Το διάγραμμα της γραμμής ενέργειας, σε κάτοψη, αναφέρεται συχνά ως η

γραμμή της ενεργειακής βαθμίδας – EGL (energy grade line). Σε μια λίμνη ή reservoir , όπου η ταχύτητα είναι πρακτικά μηδέν , το EGL και το HGL είναι ίσα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



8.2.5 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΜΑΖΑΣ ΚΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διατήρηση μάζας

Σε κάθε κόμβο σε ένα σύστημα που περιέχει ασυμπύεστα ρευστά , η συνολική ροή προς κι από τον κόμβο , όσον αφορά τον όγκο και τη μάζα , θα πρέπει να είναι ισοδύναμη , εκτός από τις αλλαγές στον αποθηκευτικό όγκο . Διαχωρίζοντας , τα παραπάνω σε ροές από διασταυρούμενους αγωγούς , παροχές ζήτησης (demands) , και αποθηκευτικός όγκος , έχουμε

$$\Sigma Q_{in} \Delta t = \Sigma Q_{out} \Delta t + \Delta V_s$$

όπου

Q_{in} = συνολική παροχή που εισέρχεται στον κόμβο (m^3/s)

Q_{out} = συνολική κατανάλωση στον κόμβο (m^3/s)

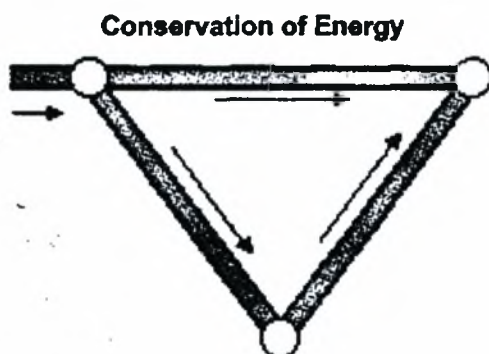
ΔV_s = μεταβολή στον όγκο αποθήκευσης (m^3)

Δt = χρονικό διάστημα (sec)

Διατήρηση ενέργειας

Η αρχή διατήρησης της ενέργειας, προσαρμόζεται ότι οι απώλειες σε ένα σύστημα, θα πρέπει να εξισορροπούνται σε κάθε σημείο. Για δίκτυα πίεσης, αυτό σημαίνει ότι οι συνολικές απώλειες ανάμεσα σε δυο σημεία, θα πρέπει να είναι ίσες, ανεξάρτητα από τη διαδρομή που ακολουθείται ανάμεσα στα δυο αυτά σημεία. Οι απώλειες θα πρέπει να είναι συμβατές ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολουθείται από τη ροή του ρευστού (δηλ. ύπαρξη απωλειών με φορά από ανάντη προς τα κατόντη)

Η ίδια βασική αρχή μπορεί να εφαρμοστεί, σε οποιαδήποτε διαδρομή ανάμεσα σε δυο σημεία. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, οι συνολικές απώλειες, κατά την μια ή την άλλη φορά, σε ένα βρόγχο, θα πρέπει να ισούνται με το μηδέν, έτσι ούτως ώστε να πετύχει την ίδια πιεζομετρική γραμμή όπως στην αρχή.



8.2.6 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ

Ο αλγόριθμος της βαθμίδας για την λύση δικτύων υπό πίεση διαμορφώνεται πάνω σε ολόκληρη την ομάδα των εξισώσεων που μοντελοποιούν και τα φορτία και τις ροές. Από τη στιγμή που και η ενέργεια και η έννοια της συνέχειας εξισορροπούνται κι επιλύονται σε κάθε διαδρομή, η μέθοδος θεωρητικά αναμένεται να προσδώσει το ίδιο επίπεδο ακρίβειας που παρατηρείται και προσδοκάται και σε άλλους γνωστούς αλγόριθμους, όπως στη 'Σύγχρονη Μέθοδο Προσαρμογής Δρόμου' (Simultaneous Path Adjustment Method) του Fowler και τη 'Μέθοδο γραμμικής Θεώρησης' (Linear Theory Method) του Wood.

Επιπρόσθετα , υπάρχει ένα πλήθος πλεονεκτημάτων που η συγκεκριμένη μέθοδο διαθέτει έναντι άλλων αλγορίθμων, για την επίλυση δικτύων υπό πίεση

- Η μέθοδος μπορεί άμεσα να επιλύσει βρογχωτά ή εν μέρη βρογχωτά δίκτυα. Το γεγονός αυτό της δίνει ένα πλεονέκτημα όσον αφορά αλγορίθμους που βασίζονται σε loops , όπως το Simultaneous Path , το οποίο απαιτεί την επαναδιαμόρφωση του δικτύου σε ισοδύναμα υπό-δίκτυα (looped networks) ή εικονικά loops(pseudo-loops).
- Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αποφεύγουμε το ,προ του υπολογισμού, βήμα του καθορισμού του loop και της διαδρομής, η οποία συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της υπολογιστικής απαίτησης ισχύος.
- Η μέθοδος δεν είναι αριθμητικά ασταθής όταν το δίκτυο καθίσταται αποκομμένο από τις βαλβίδες (βάνες) ελέγχου, τους ρυθμιστές πίεσης, ή από λάθη του χρήστη μηχανικού. Οι μέθοδοι που βασίζονται σε loops και διαδρομές, αδυνατούν σε αυτό το σημείο
- Η δομή των εξισώσεων του υπάρχοντος συστήματος , επιτρέπει την χρήση πολύ γρήγορων και αξιόπιστων επιλυτών μητρώων

8.2.7 ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ

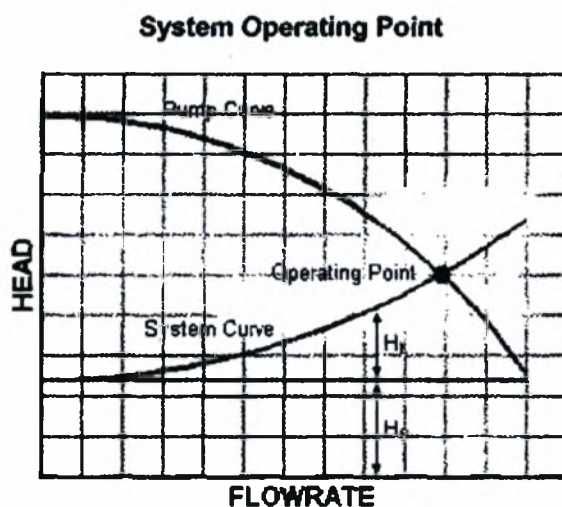
Οι αντλίες είναι ένα αναπόσπαστο στοιχείο πολλών δικτύων υπό πίεση. Οι αντλίες προσθέτουν ενέργεια ή αύξηση φορτίου , στην ροή ώστε να αντισταθμίσουν τις απώλειες φορτίου καθώς και τις διαφορές πιεζομετρικής γραμμής στο σύστημα.

Μια αντλία προσδιορίζεται από τη χαρακτηριστική της καμπύλη , η οποία σχετίζει το φορτίο της αντλίας , ή το φορτίο που προστίθεται στο σύστημα με το ρυθμό της ροής. Η συγκεκριμένη καμπύλη, είναι ενδεικτική της ικανότητας της αντλίας να προσθέτει φορτίο σε διαφορετικούς ρυθμούς ροής.

Για να μοντελοποιηθεί η συμπεριφορά του συστήματος της αντλίας, είναι απαραίτητες επιπρόσθετες πληροφορίες ώστε να προσδιοριστεί το σημείο στο οποίο η αντλία θα λειτουργήσει.

Το σημείο λειτουργίας, βασίζεται στο σημείο στο οποίο η καμπύλη της αντλίας διασταυρώνεται με την καμπύλη του συστήματος, αντιπροσωπεύοντας το στατικό ύψος (γεωδαιτικό ύψος άντλησης) και τις απώλειες φορτίου (γραμμικές απώλειες ενέργειας) που οφείλονται στην τριβή και τις τοπικές απώλειες.

Όταν αυτές οι καμπύλες επικαλύπτονται, το σημείο λειτουργίας είναι πιο εύκολο να βρεθεί, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Καθώς η στάθμη του νερού στην επιφάνεια αλλάζει, σε ολόκληρο το σύστημα, το γεωδαιτικό ύψος άντλησης και οι γραμμικές απώλειες ενέργειας διαφέρουν. Το γεγονός αυτό μεταβάλλει την θέση της καμπύλης του συστήματος (του εκάστοτε αγωγού), ενώ τα χαρακτηριστικά της καμπύλης της αντλίας παραμένουν σταθερά. Οι συγκεκριμένες αλλαγές στην καμπύλη του συστήματος, έχουν ως αποτέλεσμα ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο σημείο λειτουργίας στην πάροδο του χρόνου.

Φυγόκεντρες αντλίες (Variable speed pumps)

Η χαρακτηριστική καμπύλη μιας αντλίας είναι μοναδική δεδομένης της μηχανικής ισχύς και της διαμέτρου της πτερωτής (περιστρεφόμενο σύνολο πτερυγίων εντός αντλίας κ.λ.π., προοριζόμενο όπως θέτει σε περιστροφή μάζα υγρού, το επιτευχθέν ύψος ανύψωσης και η

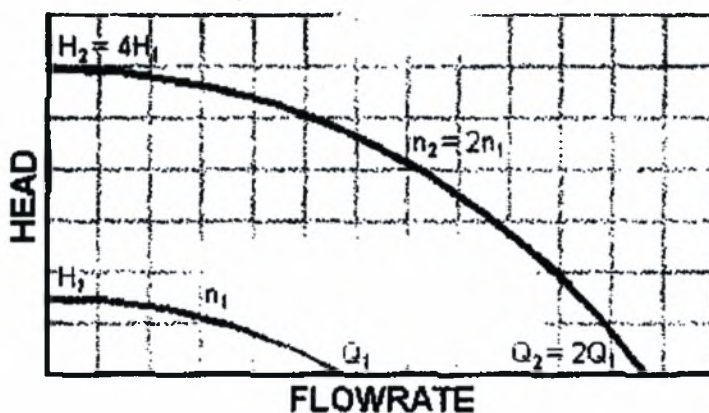
πίεση λειτουργίας μιας αντλίας εξαρτώνται από την περιφερειακή ταχύτητα των άκρων των πτερυγίων), μπορεί όμως να προσδιοριστεί για οποιαδήποτε ταχύτητα και οποιαδήποτε διάμετρο, εφαρμόζοντας αναλογικές εξισώσεις. Γι αντλίες μεταβλητής ταχύτητας, οι συγκεκριμένες εξισώσεις εκφράζονται ως εξής

$$Q_1 / Q_2 = n_1 / n_2 \quad \text{και} \quad h_1 / h_2 = (n_1 / n_2)^2$$

όπου Q = η παροχή της αντλίας (m^3/s)
 h = το μανομετρικό ύψος της αντλίας (m)
 n = η ταχύτητα της αντλίας (rpm-στροφές ανά λεπτό)

όπου Q_1 = η παροχή της αντλίας σε στροφές n_1 (m^3/s)

Effect of Relative Speed on Pump Curve



Αντλίες συνεχούς ισχύος

Κατά την προκαταρκτική μελέτη, τα ακριβή χαρακτηριστικά της συνεχής ιπποδύναμης μιας αντλίας, μπορεί να μην είναι γνωστά. Σε αυτήν την περίπτωση, γίνεται συχνά η υπόθεση ότι η αντλία προσθέτει ενέργεια στο νερό σε μια σταθερή βάση. Στηριζόμενοι σε σχέσεις που αφορούν τη ροή στην κεφαλή της αντλίας, το σημείο λειτουργίας της αντλίας, μπορεί τότε να προσδιοριστεί. Παρότι η παραπάνω υπόθεση είναι χρήσιμη για μερικές εφαρμογές, μια αντλία

συνεχούς ισχύς θα πρέπει να χρησιμοποιείται μονάχα για προκαταρκτικές μελέτες.

8.2.8 ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Το λογισμικό του watercad διαθέτει έξι διαφορετικούς τύπους αντλιών

- **design point, ενός σημείου (σημείο σχεδιασμού)** , η αντλία μπορεί να καθοριστεί από ένα σημείο. Από αυτό το σημείο , η διασταύρωση της καμπύλης με τους άξονες υπολογίζεται ως $H_0 = 1.33 H_d$ και $Q_0 = 2 Q_d$. Ο συγκεκριμένος τύπος αντλίας είναι επίσης χρήσιμος για προκαταρκτικές μελέτες αλλά δε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην τελική.
- **standard (τριών σημείων)**, η καμπύλη αυτής της αντλίας καθορίζεται από τρία σημεία το φορτίο της αντλίας όπου έχουμε μηδενική κατανάλωση , το σημείο σχεδιασμού (όπως στην αντλία ενός σημείου), και το σημείο maximum λειτουργίας (με τη μέγιστη κατανάλωση , στο οποίο η αντλία λειτουργεί προβλέψιμα)
- **standard extended** , το ίδιο όπως στην standard τριών σημείων ,αλλά με ένα σημείο επέκτασης όταν το φορτίο της αντλίας είναι μηδενικό.
- **custom extended** , παρόμοια με την προηγούμενη αντλία , αλλά επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει την κατανάλωση στο σημείο που το φορτίο της αντλίας γίνεται μηδέν.
- **multiple point** , η συγκεκριμένη επιλογή επιτρέπει στο χρηστή να δώσει τιμές στην καμπύλη της αντλίας. Η καμπύλη της αντλίας λοιπόν, διαμορφώνεται εισάγοντας σημεία για τιμές κατανάλωσης για διάφορα φορτία. Από τη στιγμή που η γενική εξίσωση για τις αντλίες όπως περιγράφεται παρακάτω , χρησιμοποιείται για να προσομοιώσει την αντλία κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του δικτύου , τα σημεία της καμπύλης της αντλίας που εισάγονται από το χρηστή , χρησιμοποιούνται για να λυθούν οι συντελεστές στην γενική παρακάτω εξίσωση

$$Y = A - (B \times Q^C)$$

όπου Y = φορτίο (m)

$Q =$ παροχή (m^3/s)

A,B,C = συντελεστές της καμπύλης της αντλίας

Η μέθοδος Levenberg-Marquardt , χρησιμοποιείται για τη λύση των συντελεστών A,B,C , βασισμένη στην καμπύλη της αντλίας που διακρίνεται από τις τιμές πολλών σημείων

8.2.9 ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ (ΒΑΛΒΙΔΩΝ)

Υπάρχουν πολλά είδη δικλείδων που μπορεί να παρουσιαστούν σε ένα σύστημα υπό πίεση. Αυτές οι δικλείδες έχουν διαφορετικές συμπεριφορές και διαφορετικά καθήκοντα , ωστόσο όλες οι βαλβίδες χρησιμοποιούνται ώστε να ελέγχουν αυτόματα μέρη του δικτύου. μπορούν να παραμένουν ανοιχτές ,κλειστές ή στραγγαλισμένες , ώστε να πετύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Check Valves (Δικλείδες Έλεγχου)

Χρησιμοποιούνται για να διατηρήσουν τη ροή κατά μια κατεύθυνση , κλείνοντας όταν μια ροή αρχίζει να αντιστρέφεται. Όταν η ροή είναι στην προκαθορισμένη διεύθυνση της δικλείδας, τότε θεωρείται ότι είναι ολάνοιχτη. Οι Check Valves (δικλείδες έλεγχου) προστίθενται στο δίκτυο πάνω σε έναν αγωγό.

Flow control Valves (Δικλείδες έλεγχου της ροής)

Χρησιμοποιούνται για να περιορίσουν τη μέγιστη ροή μέσω μιας δικλείδας από τα κατάντη προς τα ανάντη. Οι Flow control Valves δεν περιορίζουν την ελάχιστη ροή παροχής ή την αρνητική ροή παροχής. Οι συγκεκριμένες δικλείδες συναντούνται συχνά σε περιοχές όπου κάποιο όριο ιδιοκτησίας υδάτων έρχεται σε αντίθεση (π.χ. υπερκαλύπτεται) από κάποιο άλλο όριο , ή από τα εδαφικά σύνορα κάποιου ιδιώτη , έτσι ούτως ώστε να περιορίσει τη μέγιστη κατανάλωση σε μια τιμή που δε θα επηρεάζει δυσμενώς το σύστημα του δικτύου αυτού που παρέχει το νερό.

Pressure reducing Valves (Δικλείδες μείωσης της πίεσης)

Οι δικλείδες μείωσης της πίεσης χρησιμοποιούνται συχνά σε δίκτυα που απαντώνται διαφορετικές ζώνες πίεσης – όπως στο δίκτυο της ΔΕΥΑΜΒ. Οι συγκεκριμένες δικλείδες προφυλάσσουν την πίεση στα ανάντη από το να ξεπεράσει ένα όριο , έτσι ούτως ώστε να αποφευχθούν πιέσεις που μπορεί να έχουν καταστροφικές συνέπειες για το σύστημα.

Pressure sustaining Valves (Δικλείδες διατήρησης της πίεσης)

Οι δικλείδες διατήρησης της πίεσης συντηρούν μια συγκεκριμένη πίεση στα κατόντη της δικλείδας. Όμοια με τις υπόλοιπες δικλείδες ασφάλειας , χρησιμοποιούνται για να καταστήσουν εφικτό ότι οι πιέσεις (αυτή τη φορά στα ανάντη) δε θα υπερβούν μη αποδεκτές τιμές.

Pressure Breaker Valves (Δικλείδες αλλαγής της πίεσης)

Οι δικλείδες αλλαγής της πίεσης, δημιουργούν μια συγκεκριμένη απώλεια φορτίου , κατά μήκος της ροής της δικλείδας , και χρησιμοποιούνται συχνά για να προσομοιάσουν στοιχεία που δεν μπορούν εύκολα να μοντελοποιηθούν χρησιμοποιώντας στοιχεία (αντικείμενα) τοπικών απωλειών.

Throttle control Valves (Δικλείδες ρυθμίσεως)

Οι δικλείδες ρυθμίσεως προσομοιάζουν στοιχεία τοπικών απωλειών των οποίων οι απώλειες αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου.

8.2.10 ΤΡΙΒΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Η μέθοδος των απωλειών επιτρέπει στο χρηστή να επιλέξει την μεθοδολογία για να καθορίσει την αντίσταση ροής και τις απώλειες κατά την διάρκεια των υπολογισμών.

Οι διαθέσιμες μεθοδολογίες είναι

- Darcy – Weisbach
- ο τύπος του Hazen – Williams
- ο τύπος του Manning

Ο τύπος του Hazen – Williams

Ο τύπος του Hazen – Williams, χρησιμοποιείται συχνά στην ανάλυση δικτύων υπό πίεση – όπως δίκτυα διανομής νερού και κάποιοι σωλήνες αποχέτευσης. Ο τύπος είναι όπως ακολούθως:

$$Q = k C A R^{0.63} S^{0.54}$$

- όπου
- Q = παροχή στη διατομή (m³/s)
 - C = συντελεστής τριβής του τύπου του Hazen – Williams
 - A = διατομή ρευστού (m²)
 - R = υδραυλική ακτίνα (m)
 - S = κλίση (m/m)
 - k = σταθερή (0.85 για το SI , 1.32 για το U.S.)

Ο τύπος του Darcy – Weisbach

Λόγω μη εμπειρικής προελεύσεως , η εξίσωση του Darcy – Weisbach , θεωρείται από πολλούς μηχανικούς ως η πιο ακριβής μέθοδος για την προσομοίωση των απωλειών τριβής. Συνήθως απαντάται στην παρακάτω μορφή

$$h_f = f L V^2 / 2 g D$$

- όπου h_f = γραμμικές απώλειες ενέργειας (m)
 f = συντελεστής τριβής του τύπου του Hazen – Williams
 D = διάμετρος διατομής (m)
 L = μήκος αγωγού (m/m)
 V = ταχύτητα ρευστού (m/s)
 g = επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)

για διατομές που η γεωμετρία τους δεν είναι κυκλική , η παρακάτω εξίσωση προσαρμόζεται σχετίζοντας μιας κυκλικής διατομής γεμάτης, την υδραυλική ακτίνα με τη διάμετρο της.

$$D = 4 R$$

- όπου D = διάμετρος διατομής (m)
 R = υδραυλική ακτίνα (m)

το οποίο μπορεί να πάρει και τη μορφή

$$Q = A (8 g R S / f)^{1/2}$$

- όπου A = διατομή ρευστού (m²)
 f = συντελεστής τριβής του τύπου του Hazen – Williams
 S = κλίση γραμμικών απωλειών ενέργειας (m/ m)
 L = μήκος αγωγού (m)
 g = επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)
 Q = παροχή στη διατομή (m³/s)

$R =$ υδραυλική ακτίνα (m)

Ο τύπος του Manning

Η εξίσωση του Manning είναι μια από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους, σήμερα για τον υπολογισμό ρευστών με ελεύθερη επιφάνεια (και όπως η εξίσωση του Kutter, είναι βασισμένη στην εξίσωση του Chezy). Για την εξίσωση του Manning, ο συντελεστής τριβής στην εξίσωση του Chezy, υπολογίζεται ως

$$C = k R^{1/6} / n$$

όπου $R =$ υδραυλική ακτίνα (m)
 $C =$ συντελεστής τριβής του Chezy ($m^{1/2}/s$)
 $n =$ τριβή του Manning
 $k =$ σταθερή ($1 m^{1/3}/s$)

Αντικαθιστώντας τη συγκεκριμένη τριβή στην εξίσωση του Chezy, έχουμε τη γνωστή εξίσωση του Manning.

$$Q = k A R^{2/3} S^{1/2} / n$$

όπου $R =$ υδραυλική ακτίνα (m)
 $Q =$ παροχή στη διατομή (m^3/s)
 $n =$ τριβή του Manning
 $k =$ σταθερή ($1 m^{1/3}/s$)
 $A =$ διατομή ρευστού (m^2)
 $S =$ κλίση γραμμικών απωλειών ενέργειας (m/ m)

Η εξίσωση Colebrook - White

Η εξίσωση του Colebrook – White, χρησιμοποιείται για να υπολογίσει , με επαναληπτική διαδικασία το συντελεστή τριβής

- ελεύθερη επιφάνεια

$$1 / f^{1/2} = - 2 \log (k / 14.8 R + 2.51 / Re f^{1/2})$$

- υπό πίεση (κλειστό δίκτυο)

$$1 / f^{1/2} = - 2 \log (k / 12.0 R + 2.51 / Re f^{1/2})$$

όπου R = υδραυλική ακτίνα (m)

k = σταθερή (1 m^{1/3}/s)

Re = ο αριθμός Reynolds

f = συντελεστής τριβής του τύπου του Hazen – Williams

Η εξίσωση του Chezy

Η εξίσωση του Chezy σπάνια χρησιμοποιείται άμεσα , αποτελεί ωστόσο τη βάση για πολλές άλλες μεθόδους , συμπεριλαμβανομένων και της εξίσωσης του Manning και του Kutter. Η εξίσωση του Chezy είναι

$$Q = C A R^{1/3} S^{1/2}$$

- όπου R = υδραυλική ακτίνα (m/m)
 A = διατομή ρευστού (m²)
 S = κλίση γραμμικών απωλειών ενέργειας (m/m)
 Q = παροχή στη διατομή (m³/s)
 C = συντελεστής τριβής του Chezy (m^{1/2}/s)

Τοπικές απώλειες

Οι τοπικές απώλειες σε αγωγούς υπό πίεση δημιουργούνται σε τοπικές περιοχές υψηλής τύρβης, η οποία δημιουργεί μια απότομη μείωση στην ενέργεια και τις υδραυλικές πιέσεις, σε αυτό το σημείο στο σύστημα. Το μέγεθος αυτών των απωλειών εξαρτάται αρχικά από το σχήμα της περιοχής ή του εξαρτήματος που εφαρμόζεται στην περιοχή, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει άμεσα και τις γραμμές ροής στο σωλήνα.

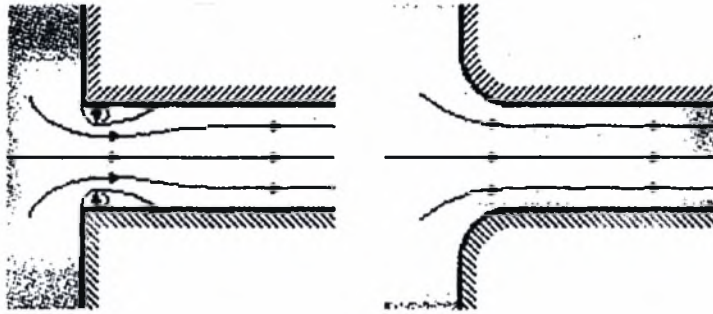
Η εξίσωση που χρησιμοποιείται πιο συχνά για τον προσδιορισμό της απώλειας σε ένα σύνδεσμο, δικλείδα, μετρητή ή άλλο τοπικό εξάρτημα είναι

$$h_m = K V^2 / (2g)$$

- όπου h_m = απώλειες σχήματος λόγω στένωσης, διεύρυνσης, μεταβολής κατεύθυνσης (m)
 K = συντελεστής απωλειών, είναι συνάρτηση της γεωμετρίας και του αριθμού Reynolds
 g = επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)
 V = ταχύτητα ρευστού (m/s)

Γενικά, πιο σταδιακές μεταβάσεις του ρευστού από διατομή σε διατομή, δημιουργούν πιο ομαλές γραμμές ροής και μικρότερες απώλειες φορτίου. Για παράδειγμα το σχήμα παρακάτω μας παρουσιάζει την επιρροή της ακτίνας σε μια τυπική είσοδο αγωγού, όσον αφορά τις γραμμές ροής.

Flow Lines at Entrance

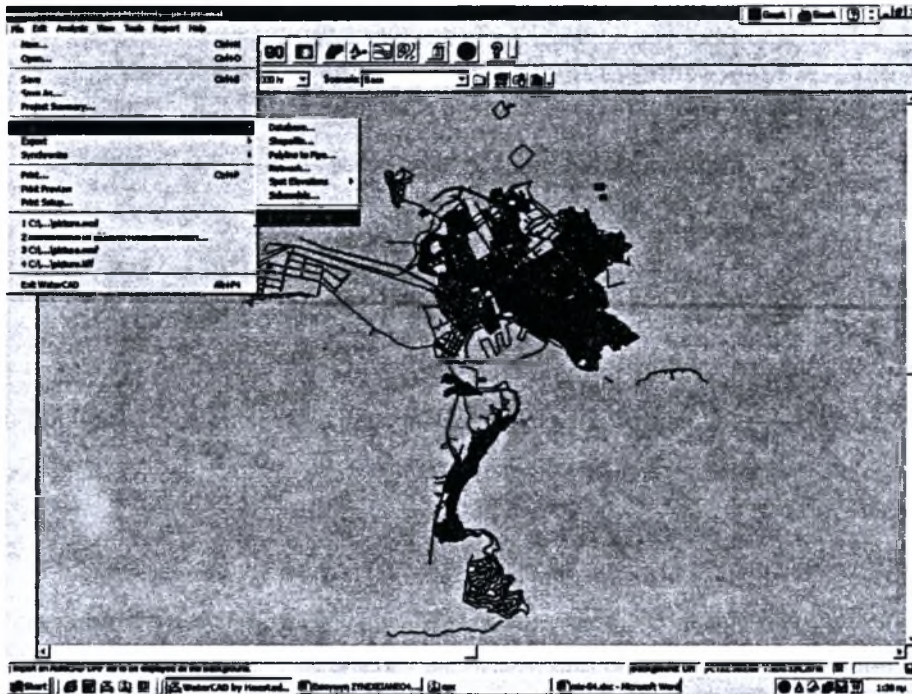




9. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΤΟ WATERCAD

9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ BACKGROUND ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

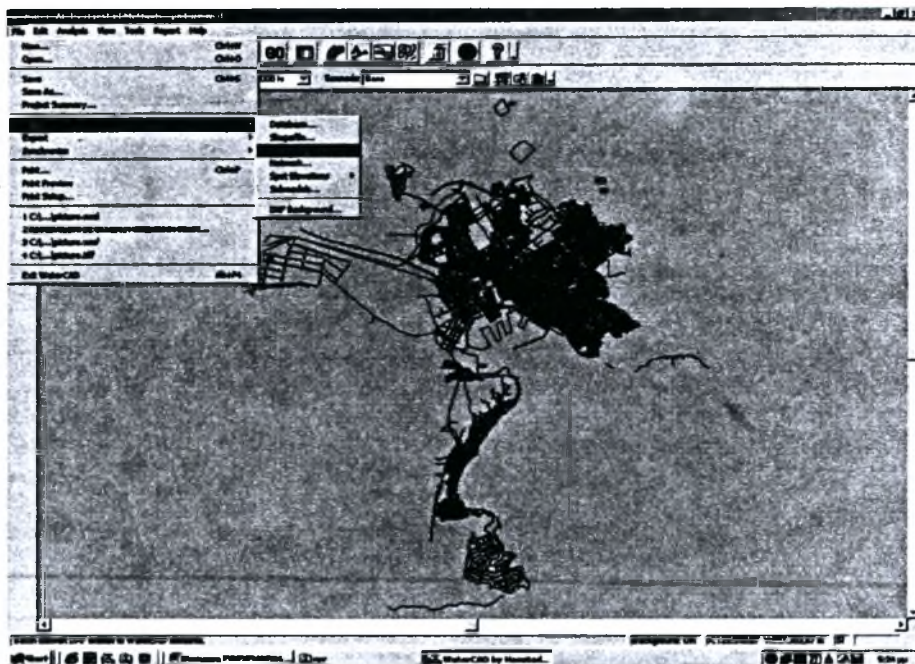
Το πρώτο βήμα σε μια τέτοια διαδικασία επίλυσης δικτύου αγωγών είναι η εισαγωγή του ψηφιακού υποβάθρου της περιοχής του δικτύου. Με την εντολή file – import – DXF background έγινε εισαγωγή του σχεδίου των οικοδομικών τετραγώνων της περιοχής μελέτης.



Σχήμα 9-1 : Εισαγωγή στοιχείων από το Autocad στο Watercad

Εν συνεχεία η πλήρης συμβατότητα του προγράμματος με το σχεδιαστικό πακέτο Autocad δίνει την δυνατότητα της γρήγορης κατασκευής του δικτύου βασισμένο στο αντίστοιχο σχέδιο Autocad. Παρ' όλο που αυτή η διαδικασία καλείται 'polylines to pipes' , lines και blocks μπορούν να εισαχθούν ομοίως.

Με αυτόν τον τρόπο 'polylines' και 'lines' μπορούν να μετατραπούν σε αγωγούς, και τα blocks σε οποιοδήποτε διαθέσιμο τύπο στοιχείου δικτύου (δεξαμενή, αντλία, κόμβο κ.α). Έπειτα από αυτή την διαδικασία δημιουργείται η βάση του υδραυλικού μοντέλου σε περιβάλλον watercad. **Είναι αναγκαίο να τονιστεί ότι σε αυτή τη φάση εισάγονται μόνο τοπογραφικά δεδομένα και όχι παράμετροι του μοντέλου.** Επίσης καθίσταται απαραίτητη η λεπτομερής διερεύνηση από το χρήστη όσον αφορά την ακρίβεια του μοντέλου.



Σχήμα 9-2 : Τροποποίηση στοιχείων από το Autocad στο Watercad , μετατροπή των polylines σε pipes

9.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΛΟΙΠΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Μια από τις πιο δυναμικές παραμέτρους του συγκεκριμένου λογισμικού , είναι η δυνατότητα που παρέχεται στο χρήστη να δημιουργήσει , να μετακινήσει , να επεξεργαστεί και να διαγράψει στοιχεία του δικτύου σε γραφικό περιβάλλον.

Ανοίγοντας ο χρήστης το παραθυρικό περιβάλλον του watercad , εμφανίζεται αριστερά και προς το πάνω μέρος της οθόνης ίσως η πιο βασική εργαλειοθήκη.

Η συγκεκριμένη εργαλειοθήκη επιτρέπει την εισαγωγή elements, δηλαδή σχεδιαστικών στοιχείων που θ' αποτελέσουν υδραυλικές παραμέτρους για την εκτίμηση του σχεδίου ως υδραυλικού δικτύου και την επίλυση του.

Πιο συγκεκριμένα , κατά σειρά προτεραιότητας απαντώνται τα εικονίδια των

pipe layout tool εισάγει αγωγό , από κόμβο σε κόμβο , είτε σε υπάρχοντες κόμβους , είτε σε κόμβους που αυτόματα τοποθετεί η ίδια η εντολή με τη βοήθεια του κέρσορα

pressure junction tool εισάγει κόμβο εισόδου ή εξόδου νερού στο δίκτυο καθ' υπόδειξιν του κέρσορα

tank tool εισάγει δεξαμενή

reservoir tool εισάγει ταμιευτήρα

pump tool εισάγει αντλία , σε οποιοδήποτε σημείο ενός υπάρχοντος αγωγού, χωρίζοντας στα δύο, καθώς το σημείο αυτό λειτουργεί σχεδόν ως κόμβος

valve tool εισάγει δικλείδα , σε οποιοδήποτε σημείο ενός υπάρχοντος αγωγού

spot elevation tool προσθέτει σημεία με δεδομένο υψόμετρο , για τη διευκόλυνση εισαγωγής δεδομένων από χάρτες κ.τ.λ.

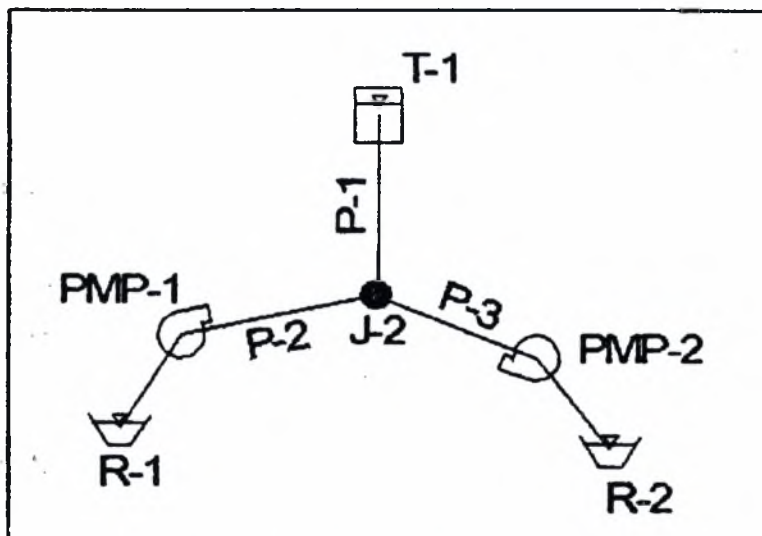
graphic annotation tool προσθέτει γραμμές, περιγράμματα καθώς και γράμματα

legend tool προσθέτει το υπόμνημα , είτε για τους κόμβους , είτε για τους αγωγούς , με βάση την εικόνα την δεδομένη χρονική στιγμή – δηλαδή για παράδειγμα με βάση το χρωματισμό τους από το color coding, για τις ομάδες ταχυτήτων και τα χρώματα που έχουν οριστεί για αυτές και αντιστοιχούν στους κόμβους, και για τη δεδομένη χρονική στιγμή της επίλυσης



Σχήμα 9-3 : Εργαλειοθήκες κατά το άνοιγμα του γραφικού περιβάλλοντος του watercad

Ακολουθεί ένα απλό παράδειγμα δικτύου όπου εμφανίζονται όλα τα παραπάνω στοιχεία. Το πρόγραμμα αυτόματα συμβολίζει με J (Junctions) τους κόμβους, με T (Tanks) τις δεξαμενές, με P (Pipes) τους αγωγούς, με PMP (Pumps) τις αντλίες και με R. (Reservoirs) τους ταμιευτήρες.



Σχήμα 9-4 : Συμβολισμοί στοιχείων του δικτύου

9.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

9.3.1 ΚΟΜΒΟΙ

Εν συνεχεία εισάγονται για κάθε στοιχείο οι συγκεκριμένες ιδιότητες σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για το εξωτερικό υδραγωγείο της περιοχής ευθύνης της Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.

Αναλυτικότερα, για τους κόμβους του δικτύου στον γενικό πίνακα εισαγωγής παραμέτρων παρέχεται η δυνατότητα εισαγωγής γενικών πληροφοριών για κάθε κόμβο όπως:

στην καρτέλα γενικά (general) :

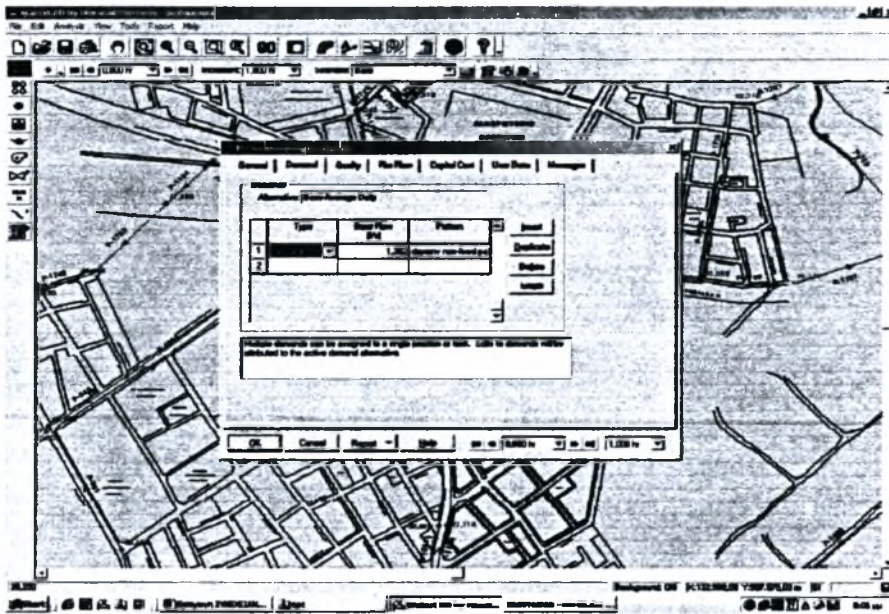
- ονομασία, μοναδική για κάθε κόμβο και με την οποία γίνεται αναφορά για αυτόν στους αντίστοιχους πίνακες, στη συγκεκριμένη εργασία για προφανείς λόγους ευχρηστίας και εποπτείας, σαν ονομασία του κάθε κόμβου δόθηκε το υψόμετρο στο οποίο ανήκει , το οποίο θα δοθεί και ως ξεχωριστή πληροφορία πιο κάτω
- Χ,Υ, συντεταγμένες οι οποίες προσδιορίζουν την θέση του κάθε κόμβου, οι οποίες αναγράφονται αυτόματα από το πρόγραμμα , αλλά υπάρχει δυνατότητα να εισαχθούν ή να τροποποιηθούν κατά την επιθυμία του χειρίστη (σε μέτρα)
- υψόμετρο κάθε κόμβου, το οποίο εξάγεται από τους αντίστοιχους πίνακες της ΔΕΥΑΜΒ (σε μέτρα)
- συντελεστής εκπομπής (σε λιτ/ δευτ./ μέτρα νερού)
- η ζώνη στην οποία ανήκει , ο κάθε κόμβος ανάλογα με τη δεξαμενή από την οποία τροφοδοτείται, και το ύψος στο οποίο αυτή και ο κόμβος βρίσκονται, έτσι μπορεί να ανήκει : στην υψηλή , στη μεσαία ή στη χαμηλή ζώνη

τα λοιπά στοιχεία που περιέχονται στην καρτέλα , στην δεξιά πλευρά της καρτέλας και είναι μη τροποποιήσιμα , είναι τα υπολογίσιμα μεγέθη μετά την επίλυση του προγράμματος, και εφόσον υπάρχουν τα κατάλληλα δεδομένα για τον υπολογισμό τους (πίεση, υπολογισμένη κατανάλωση , ...υπολογισμένη συγκέντρωση)

Στο κάτω δεξιά μέρος του παραθύρου που περιλαμβάνει όλες τις καρτέλες, υπάρχει η επιλογή μιας χρονικής στιγμής (σε ώρες, για τη συγκεκριμένη εργασία) , από τη συνολική διάρκεια της

στην καρτέλα κατανάλωση (demand) :

- η κατανάλωση η οποία αντιστοιχεί στον συγκεκριμένο κόμβο .

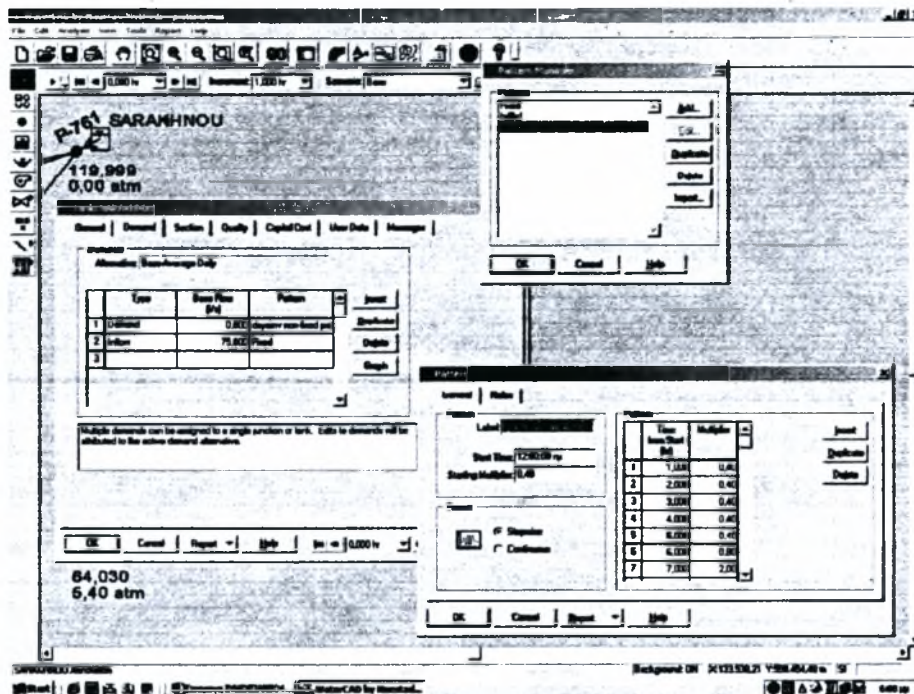


Σχήμα 9-6 : Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα κατανάλωση που αντιστοιχεί στην εντολή edit(όνομα κόμβου)

Υπολογίστηκε για τη συγκεκριμένη εργασία, λόγω ελλείψεως άλλων στοιχείων για τις υπόλοιπες μεθόδους – συντελεστής δόμησης , πολύγωνα Thiessen , μήκος αγωγού από δεξαμενή σε δεξαμενή, και ανάλογα με την υποζώνη – με βάση το μήκος των αγωγών , παρότι ο υπολογισμός της με το συντελεστή δόμησης όπως έγινε άλλωστε και στην μελέτη που πραγματοποιήθηκε από το γραφείο Μαχαίρα , θα ήταν πιο ακριβής. Η κατανάλωση μετριέται σε λιτ/δευτερ. , αλλά υπάρχει η δυνατότητα να μετρηθεί και σε πολλές άλλες χρησιμοποιούμενες μονάδες.

- επίσης υπάρχει δυνατότητα να προστεθεί και δεύτερη κατανάλωση ή και εισροή νερού
- το σχήμα της ωριαίας μεταβολής της κατανάλωσης καθόλο το 24-ωρο , το οποίο χρησιμοποιήθηκε από το τεύχος μελέτης του Μαχαίρα, της οποίας υπάρχει δυνατότητα άμεσης γραφικής απεικόνισης στην ίδια την καρτέλα.

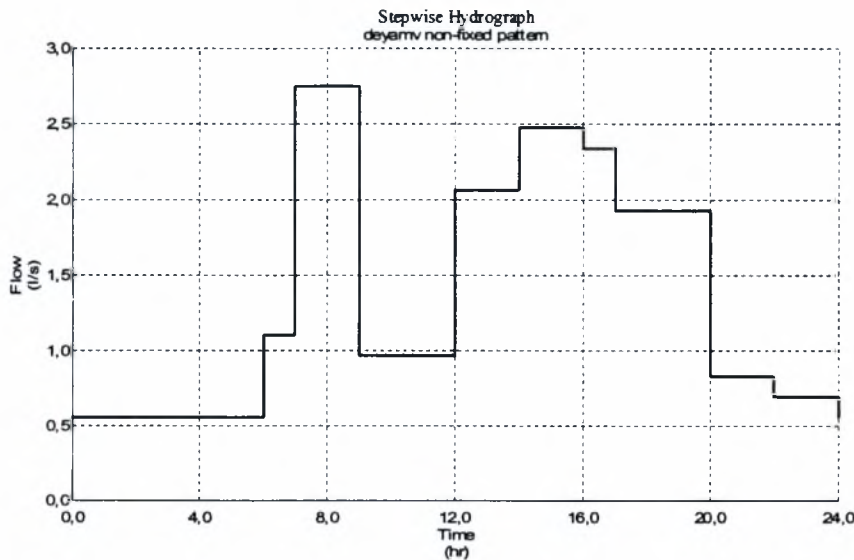
Οι διάφορες καταναλώσεις ή παροχές που εισάγονται μπορούν να ακολουθούν διαφορετικά μοτίβα χρονικής διακύμανσης, ή να είναι σταθερές με την πάροδο του χρόνου



Σχήμα 9-7.1 : Εισαγωγή προτύπου ωριαίας διακύμανσης για την κατανάλωση στους κόμβους

ώρες	λόγος ωριαίας κατανάλωσης προς μέση ημερήσια
0-1 π.μ.	0,4
1-2 π.μ.	0,4
2-3 π.μ.	0,4
3-4 π.μ.	0,4
4-5 π.μ.	0,4
5-6 π.μ.	0,4
6-7 π.μ.	0,8
7-8 π.μ.	2,0
8-9 π.μ.	2,0
9-10 π.μ.	0,7
10-11 π.μ.	0,7
11-12 π.μ.	0,7
12-1 π.μ.	1,5
1-2 μ.μ.	1,5
2-3 μ.μ.	1,8
3-4 μ.μ.	1,8
4-5 μ.μ.	1,7
5-6 μ.μ.	1,4
6-7 μ.μ.	1,4
7-8 μ.μ.	1,4
8-9 μ.μ.	0,6
9-10 μ.μ.	0,6
10-11 μ.μ.	0,5
11-12 μ.μ.	0,5

Σχήμα - 9.7.2 - Διακύμανση ημερήσιας κατανάλωσης



Σχήμα - 9.7.3 - Γραφική απεικόνιση της ωριαίας διακύμανσης

9.3.2 ΑΓΩΓΟΙ

Στους κόμβους στην αντίστοιχη εντολή edit....(όνομα αγωγού) , εμφανίζεται πάλι το παράθυρο που αντιστοιχεί στα στοιχεία του αγωγού, ταξινομημένα με τέτοιο τρόπο ώστε

στην καρτέλα γενικά (general) συναντάμε, και μπορούμε να εισάγουμε :

- την ονομασία του αγωγού , το watercad ακολουθεί αύξουσα αλφαριθμητική πορεία, ονομάζοντας κάθε κόμβο με το γράμμα P και έναν αριθμό , γεγονός που βοηθάει το χρήστη να γνωρίζει ποιον αγωγό εισήγαγε τελευταία ή ποιους έσβησε , καθώς ακόμα και να δημιουργήσει πιο εύκολα selection-sets , δηλαδή ομάδες που αποτελούνται από σύνολο αγωγών ή κόμβων ή και τα δυο μαζί , που μπορούν να τροποποιηθούν ταυτόχρονα
- το υλικό του αγωγού , το watercad διαθέτει στη μνήμη του ένα μεγάλο πλήθος υλικών και υποκατηγοριών τους , ώστε να διευκολύνει το χρήστη στην εύρεση του συντελεστή Hazen Williams C
- τη διάμετρο του αγωγού (σε χιλιοστά)

Εφικτό είναι επίσης να οριστεί η φορά ροής του νερού από κόμβο σε κόμβο.

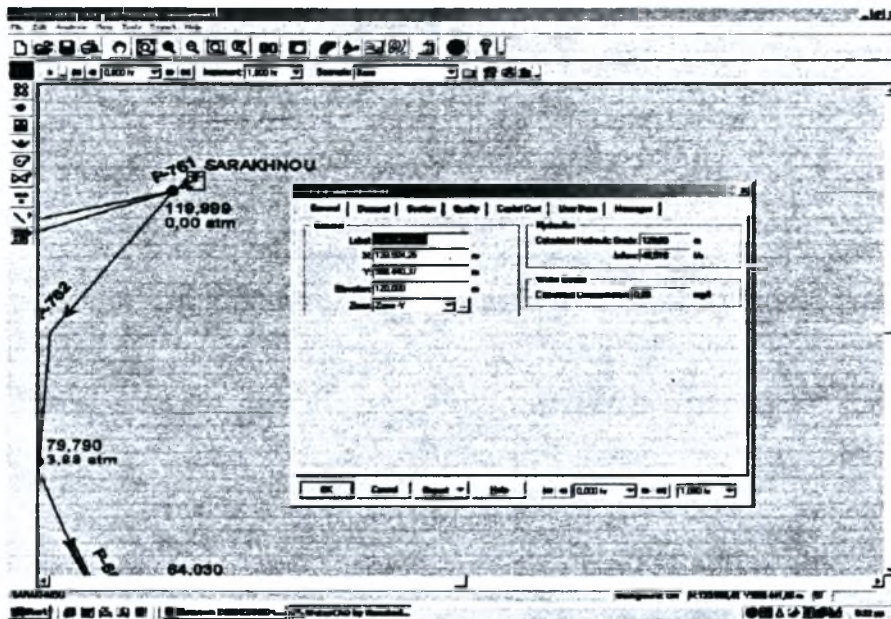
Οι υπόλοιπες καρτέλες που αφορούν π.χ. την ποιότητα του νερού , δεν χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη διπλωματική.

Η δυνατότητα επιλογής χρονικής στιγμής της επίλυσης , για τα υδραυλικά μεγέθη ισχύει.

9.3.3 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Η πρώτη καρτέλα – η καρτέλα γενικά – που αφορά τις δεξαμενές , περιλαμβάνει σχεδόν τα ίδια στοιχεία με τ' αντίστοιχα των κόμβων , δηλαδή

- Χ,Υ, συντεταγμένες οι οποίες προσδιορίζουν την θέση της κάθε δεξαμενής, οι οποίες αναγράφονται αυτόματα από το πρόγραμμα , αλλά υπάρχει δυνατότητα να εισαχθούν ή να τροποποιηθούν κατά την επιθυμία του χειριστή (σε μέτρα)
- υψόμετρο κάθε δεξαμενής, το οποίο εξάγεται από τους αντίστοιχους πίνακες της ΔΕΥΑΜΒ (σε μέτρα)
- η ζώνη στην οποία ανήκει , η κάθε δεξαμενή ανάλογα με το υψόμετρο της
- τα λοιπά στοιχεία που περιέχονται στην καρτέλα , στην δεξιά πλευρά της καρτέλας και είναι μη τροποποιήσιμα , είναι τα υπολογίσιμα μεγέθη μετά την επίλυση του προγράμματος, και εφόσον υπάρχουν τα κατάλληλα δεδομένα για τον υπολογισμό τους (πίεση, υπολογισμένη κατανάλωση , ...υπολογισμένη συγκέντρωση)



Σχήμα 9-9 : Εισαγωγή δεδομένων στην καρτέλα γενικά που αντιστοιχεί στην εντολή edit(όνομα δεξαμενής)

Τα υπολογίσιμα υδραυλικά στοιχεία στο δεξι μέρος, περιορίζονται στην υπολογισμένη εισροή του νερού (λιτ./δευτερόλ.), την υπολογισμένη υδραυλική βαθμίδα (μέτρα) και την υπολογισμένη συγκέντρωση (μιλιγραμμαρία/λιτ.)

Οι αναγραφόμενες μονάδες ισχύουν για τη συγκεκριμένη περίπτωση και είναι τροποποιήσιμες.

Η δυνατότητα επιλογής χρονικής στιγμής και χρονικού βήματος της επίλυσης , ισχύει.

στην καρτέλα κατανάλωση (demand) :

- η κατανάλωση η οποία αντιστοιχεί στον συγκεκριμένο κόμβο, που για τις δεξαμενές είναι μηδέν
- η εισροή η οποία αντιστοιχεί στην παροχή που δέχεται η δεξαμενή από το εξωτερικό υδραγωγείο (λιτ/δευτερ.)

Η εισροή που εισάγει ο χρήστης, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως μπορεί ν' ακολουθεί διαφορετική ωριαία διακύμανση – που στη συγκεκριμένη περίπτωση των δεξαμενών είναι

απαραίτητη , καθώς η παροχή που διοχετεύεται το ρευστό από τις γεωτρήσεις και τις λοιπές πηγές δεν σχετίζεται με το πρότυπο ωριαίας διακύμανσης, που ορίζεται από τις καταναλωτικές συνήθειες του πληθυσμού.

στην καρτέλα τομή-διατομή (section) :

α. στην υπο-καρτέλα τομή-διατομή (section) :

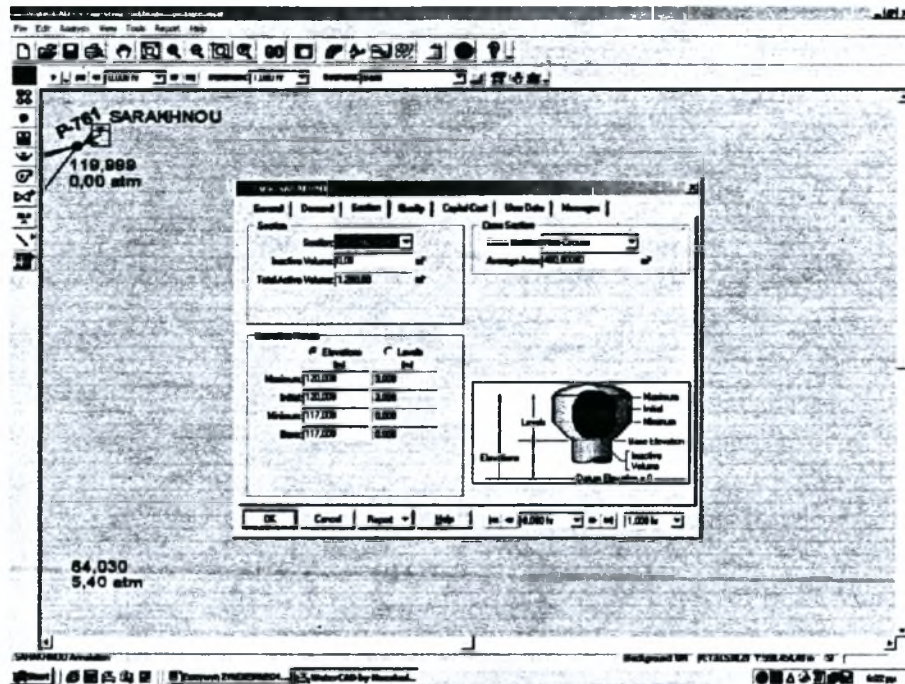
- τη μορφή της διατομής, του προφίλ – αν δηλαδή είναι σταθερή, ή μεταβλητού σχήματος
- το μη ενεργό όγκο (τετρ. μέτρα)
- το συνολικό ενεργό όγκο (τετρ. μέτρα)

β. στην υπο-καρτέλα εγκάρσια διατομή (cross-section) :

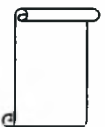
- τη μορφή της εγκάρσιας διατομής – αν δηλαδή είναι κυκλικής διατομής ή όχι
- το μέσο εμβαδόν της διατομής (τετρ.μέτρα)

γ. στην υπο-καρτέλα σειρά λειτουργίας (operating range) :

- το μέγιστο
- το αρχικό
- το ελάχιστο
- και το βασικό υψόμετρο ή επίπεδο (σε μέτρα) , όπως αυτά ορίζονται σε εικόνα που παρατίθεται στην ίδια καρτέλα



Σχήμα 9-10 : Εισαγωγή δεδομένων στην διατομή που αντιστοιχεί στην εντολή edit(όνομα δεξαμενής)



10. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

10.1.1 ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΚΟΜΒΟΙ¹

Το δίκτυο της ΔΕΥΑΜΒ χωρίζεται σε τρεις ζώνες , λόγω των μεγάλων υψομετρικών διαφορών και της γεωγραφίας που παρουσιάζει. Ο διαχωρισμός των ζωνών φαίνεται στην παρακάτω εικόνα όπως παραδόθηκε από το αρχείο της ΔΕΥΑΜΒ.

Με πορτοκαλί χρώμα διακρίνουμε την υψηλή ζώνη , με πράσινο την μέση και με κίτρινο τη χαμηλή.

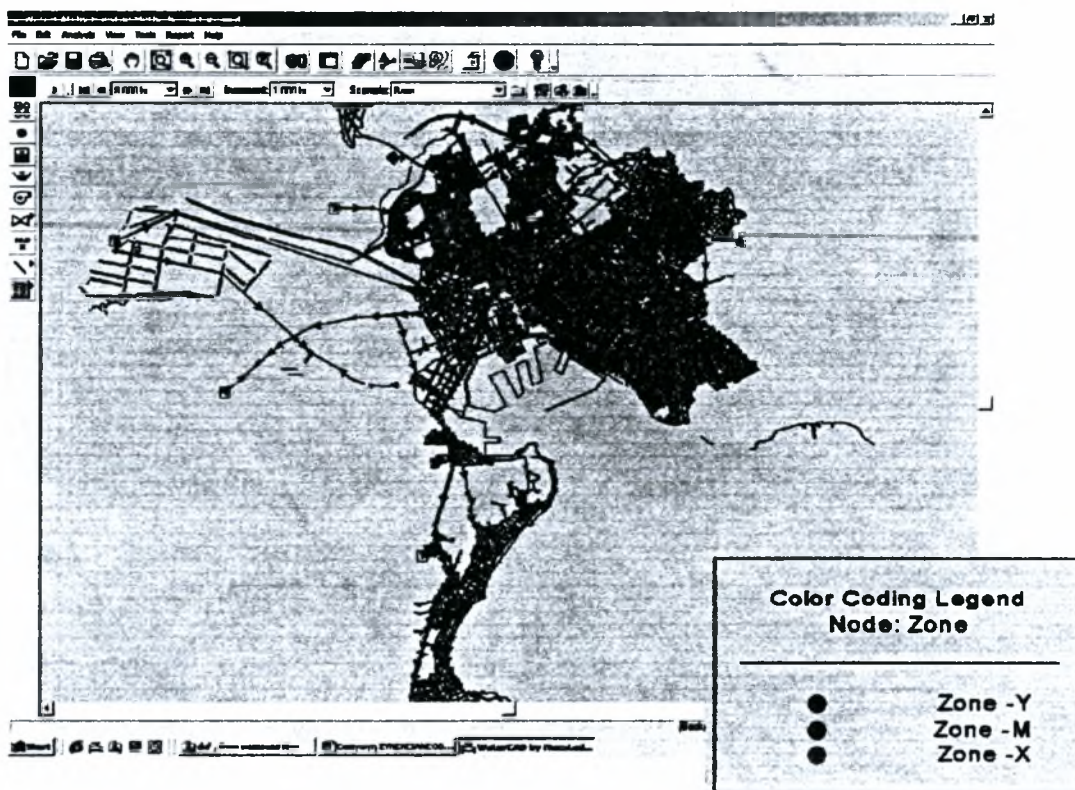


Σχήμα -10.1- Οι ζώνες όπως περιγράφονται από αρχείο της ΔΕΥΑΜΒ

Ωστόσο ο παραπάνω διαχωρισμός σε ζώνες , είναι σχηματικός , καθώς στην πραγματικότητα οι ζώνες θα πρέπει να είναι σαφώς διαχωρισμένες η μια από την άλλη , και να επικοινωνούν με μειωτές πίεσης (ώστε να υπάρχει ισορροπία πίεσης στο δίκτυο) και δικλείδες ασφάλειας , ώστε να είναι αυτόνομη η μια από την άλλη. Στην ουσία οι ζώνες , αποτελούν τρία ξεχωριστά υποδίκτυα , τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν ξεχωριστά.

¹ βλ. ψηφιακά αρχεία σε μορφή dxf

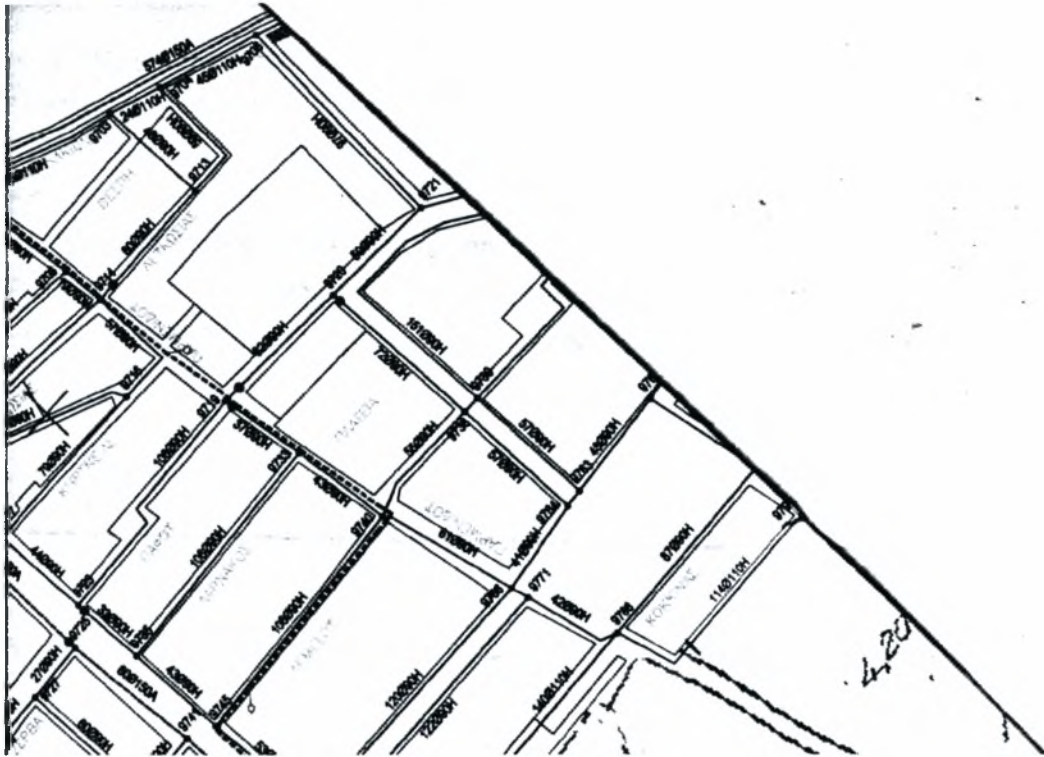
Έτσι λοιπόν στην πράξη συναντάμε τμήματα αγωγών ή και ολόκληρους αγωγούς που ανήκουν σε μια ζώνη , και όχι περιοχές . Η καταγραφή των ζωνών γίνεται επομένως κόμβο προς κόμβο ξεκινώντας από δεξαμενή , μειωτή η κλειστό αγωγό και καταλήγοντας ομοίως σ' ένα από τα τρία. Για χάριν της προσομοίωσης και για το σαφή διαχωρισμό των ζωνών θεωρήθηκαν πολλοί αγωγοί κλειστοί στα όρια των ζωνών. Έτσι προέκυψε το παρακάτω σχήμα , το οποίο μας υποδεικνύει τη σαφή οριοθέτηση των ζωνών.



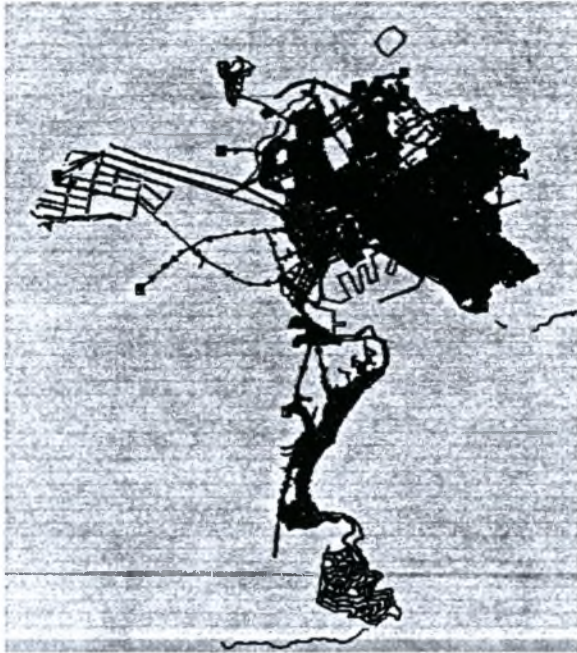
Σχέδιο -10.2- Οι ζώνες , όπως περιγράφονται από τους κόμβους

Όπως προαναφέρθηκε η κατάτμηση των ζωνών έγινε με βάση τα υψόμετρα . Μια εικόνα του ανάγλυφου του δικτύου , με βάση τα υψόμετρα δίνεται παρακάτω. Τα δεδομένα των υψομέτρων δόθηκαν από την υπηρεσία της ΔΕΥΑΜΒ , με βάση τα σχέδια ' Οριζοντιογραφία δικτύων διανομής – Κατασκευαστικά Στοιχεία ' , από την μελέτη που διεξήχθησε από τους Λ.Σ. Λαζαρίδη και Γ.Α.Μαχαίρα .

Τα στοιχεία αυτά κάλυψαν την μεγαλύτερη περιοχή του δικτύου , εκτός από τη Βιομηχανική



Σχήμα -10.4- Μέρος σχεδίου ' Οριζοντιογραφία δικτύων διανομής – Κατασκευαστικά Στοιχεία ', από την μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Λ.Σ. Λαζαριδη και Γ.Α.Μαχαίρα .



Σχήμα - 10.5.2 – Υψηλή ζώνη

Τα όρια της εκτείνονται από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας στο Φυτόκο και τις Εργατικές Κατοικίες στα ανατολικά μέχρι τον χώρο των Αθλητικών και του 2^{ου} Γυμνασίου προς τα δυτικά.

Ουσιαστικά το δίκτυο της υψηλής ζώνης μοιάζει με ένα μικρό ακτινωτό δίκτυο, που δημιουργήθηκε για καλύψει τις ανάγκες των ελαχίστων περιοχών με μεγάλο υψόμετρο.

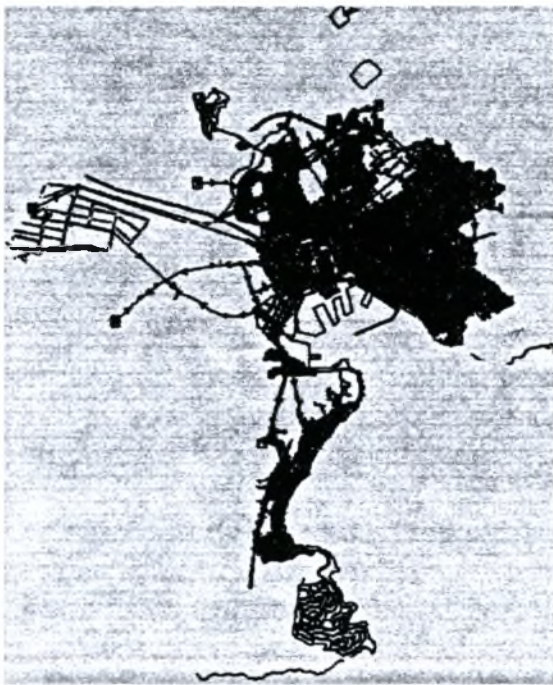
ΖΩΝΗ ΜΕΣΗ'

Η μέση ζώνη καταλαμβάνει την αμέσως επόμενη θέση, όσον αφορά το ποσοστό σε κόμβους που περιλαμβάνει – 263 τον αριθμό, άρα και της αντίστοιχης έκτασης που καλύπτει.

Τροφοδοτείται από τη δεξαμενή του Γηροκομείου που βρίσκεται σε υψόμετρο στα 90 μέτρα, από τη δεξαμενή της Βιομηχανικής Ζώνης καθώς και τη δεξαμενή του Διμηνίου, οι οποίες προφανώς είναι τοποθετημένες στο ίδιο υψόμετρο. Επίσης τροφοδοτείται και από τη δεξαμενή Σαρακηνού, με κατάλληλη διάταξη πιεζόθραυσης.

Τα όρια της με την υψηλή ζώνη είναι στον περιφερειακό δρόμο του Βόλου στα δυτικά, στην οδό Νάξου στην Αγία Παρασκευή και στις οδούς Ιατρίδη, Αλμπανέζου και Αποστόλου στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου.

Οι κόμβοι που καλύπτει , τα υψόμετρα τους κυμαίνονται από 1,420 μέτρα μέχρι και 89,500 μέτρα , με μέσο υψόμετρο τα 42,59 μέτρα.



Σχήμα - 10.5.3 –Μέση ζώνη

ΖΩΝΗ ΧΑΜΗΛΗ¹

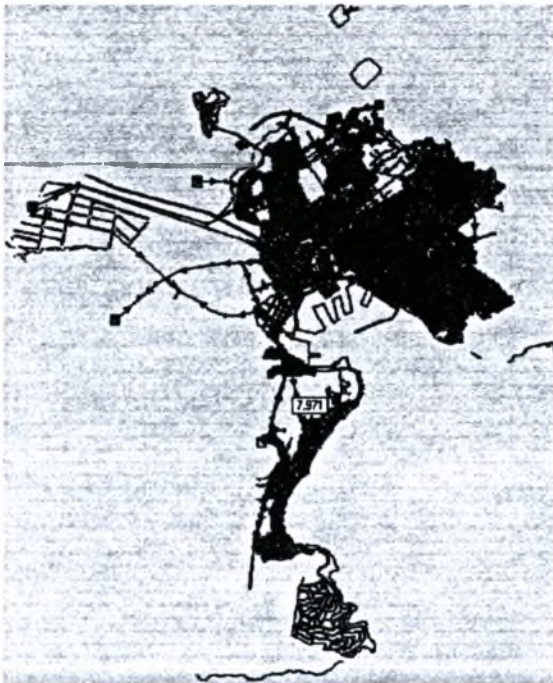
Η χαμηλή ζώνη καταλαμβάνει την μεγαλύτερη έκταση , περιλαμβάνοντας 593 κόμβους. Η έκταση που καλύπτει είναι μεγαλύτερη από ότι και των δυο προηγούμενων ζωνών μαζί

Τροφοδοτείται από τις δεξαμενές της Λατομείου , της Ν.Ιωνίας καθώς και των Αλυκών. Η τελευταία βρίσκεται στο υψόμετρο των 62 μέτρων , ενώ οι υπόλοιπες είναι τοποθετημένες στα 65 μέτρα.

¹ βλ. ψηφιακά αρχεία σε μορφή dxf

Τα όρια της είναι η οδός Μαβίλη και Ζωοδόχου Πηγής στα ανατολικά , η περιοχή Διμηνίου και η Βιομηχανική Ζώνη στα δυτικά , τα όρια της Υψηλής Ζώνης προς το βορρά , ενώ συνεχίζει και καλύπτει και το νοτιότερο τμήμα της περιοχής των Αλικών προς την κάτω πλευρά του χάρτη.

Τα υψόμετρα των κόμβων που περιλαμβάνει ξεκινάνε από 0,250 μέτρα και φτάνουν τα 64,008 μέτρα με μέσο υψόμετρο κόμβων τα 15,920 μέτρα

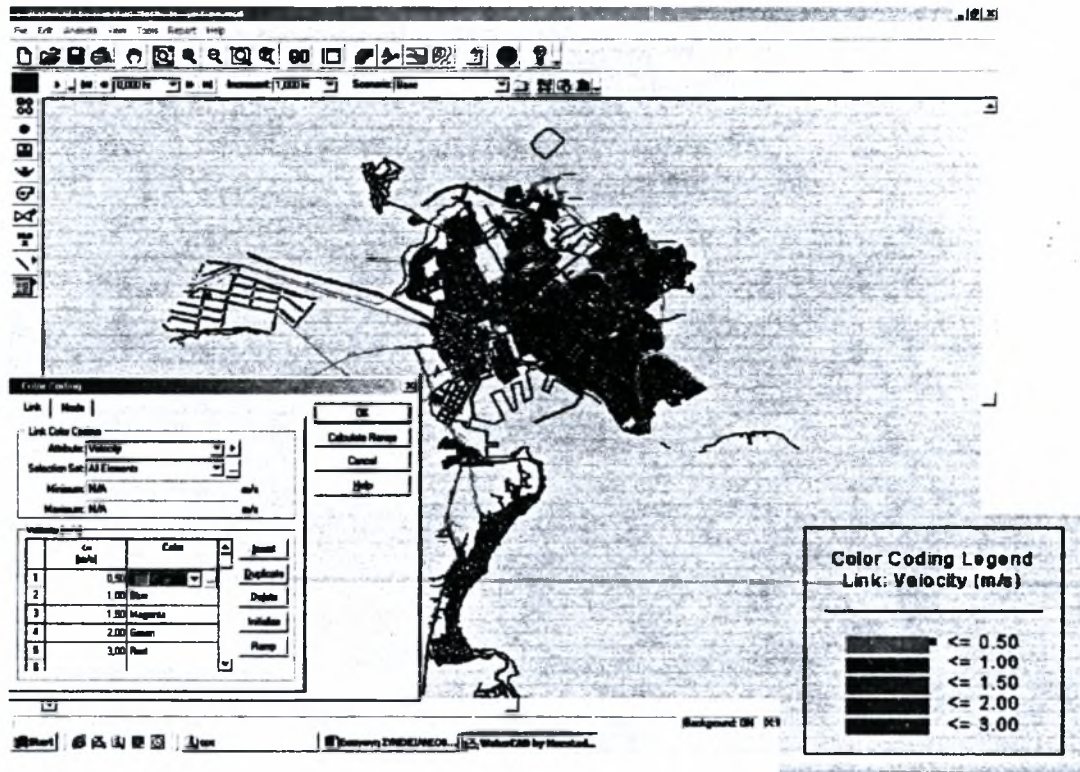


Σχήμα - 10.5.4 - Χαμηλή ζώνη

10.2 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ¹

Οι ταχύτητες γενικά προκύπτουν χαμηλές στην μεγαλύτερη έκταση του δικτύου , γεγονός που αν το εξέταζε κανείς μονομερώς , θα μπορούσε λανθασμένα να συμπεράνει ότι το δίκτυο είναι υπερδιαστασιοποιημένο , κάτι το οποίο δεν ισχύει αν ληφθούν υπ' όψιν και οι πιέσεις των κόμβων τις ώρες αιχμής και μη αιχμής.

Στις ώρες μη αιχμής (ώρα 0) έχουμε αρκετά χαμηλές ταχύτητες σε όλο σχεδόν το δίκτυο.



Σχήμα -10.6- Ταχύτητες σε ώρα μη αιχμής.

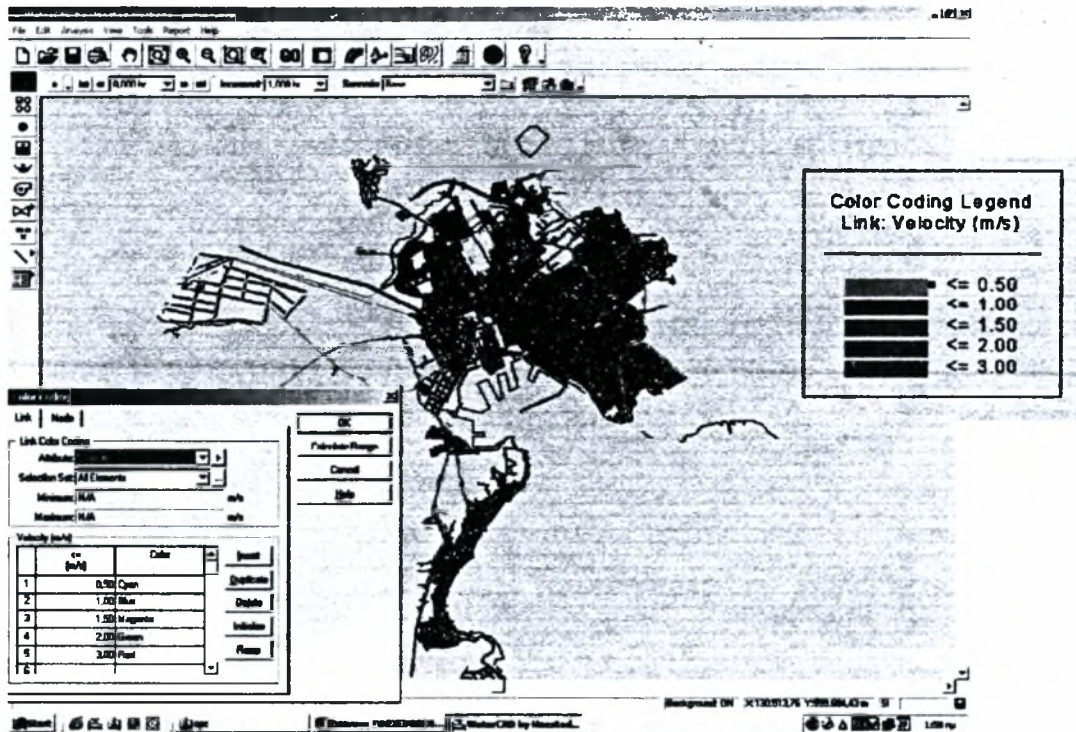
Σταδιακά οι ταχύτητες αυξάνονται σύμφωνα με το πρότυπο της ωριαίας διακύμανσης.

Αντίθετα ,τις ώρες μη αιχμής (ώρα 8) λοιπόν , οι ταχύτητες εξισορροπούνται σχεδόν ανάμεσα στα όρια, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των ταχυτήτων βρίσκεται εντός των ορίων , ενώ το ποσοστό των αγωγών που έχει χαμηλότερη από τα θετημένα αποδεκτά όρια – δηλαδή ανήκει στο πρώτο range , με το κυανό χρώμα - είναι λίγο μεγαλύτερο από το ποσοστό που έχει μεγαλύτερη από τα θετημένα αποδεκτά όρια ταχύτητα – δηλαδή οι αγωγοί που ανήκουν στα δυο τελευταία ranges.

Παρατηρούμε ότι χαμηλές ταχύτητες , συναντάμε σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο , που

ανήκουν λοιπόν και στη χαμηλότερη ζώνη και συγκεκριμένα , στην Ν.Ιωνία , κοντά στην παράλια του Βόλου καθώς και στο χαμηλότερο μέρος των Αλυκών κοντά στην περιοχή του Σωρού.

Επίσης οι ελάχιστοι από τους αγωγούς που παρουσιάζουν ταχύτητα μέχρι 3 m/sec , είναι κυρίως οι αγωγοί που ξεκινάνε από τις δεξαμενές , πρόκειται λοιπόν για εσωτερικό πρόβλημα προσομοίωσης και δεν ανταποκρίνεται αξιόπιστα στην πραγματικότητα.



Σχήμα -10.6- Ταχύτητες σε ώρα αιχμής.

10.3 ΠΙΕΣΕΙΣ¹

Οι πιέσεις εξετάζονται κατά ζώνες , στην ώρα μη αιχμής και στην ώρα αιχμής. Κατά την ώρα μη αιχμής εξετάζονται τα όρια των υψηλών πιέσεων , που επιθυμητό είναι να μην παρατηρούνται πιέσεις πάνω από 6 ατμόσφαιρες, ενώ κατά την ώρα αιχμής εξετάζουμε τα όρια των χαμηλών πιέσεων που καλό είναι να μην έχουμε πιέσεις κάτω από 2 ατμόσφαιρες.

Το παραπάνω σκεπτικό ακολουθείται καθώς κατά την ώρα αιχμής λόγω της αυξημένης ζήτησης , οι ταχύτητες που αναπτύσσονται είναι σχετικά μεγαλύτερες με τις υπόλοιπες ώρες του 24ωρου , επομένως και οι απώλειες θα είναι μεγαλύτερες , το φορτίο μικρότερο , άρα και οι πιέσεις μικρότερες.

Για τους συγκεκριμένους κόμβους , αλλά και για όλους τους κόμβους που βρίσκονται πολύ κοντά στις δεξαμενές και η υψομετρική διάφορα δεν είναι μεγάλη , προβλήματα χαμηλής πίεσης που είναι πιθανό να εμφανίζονται , είναι αναπόφευκτα.

Όσον αφορά τις υψηλές πιέσεις , αν και θα τις εξετάσουμε κατά την ώρα μη αιχμής , ήδη και σε αυτή τη χρονική στιγμή , έχουμε τιμές που ξεπερνούν το όριο των 6 ατμοσφαιρών , και κυρίως σε περιοχές με χαμηλότερο υψόμετρο.

Η παραπάνω εικόνα είναι λογική , καθότι το δίκτυο διαθέτει σημεία με αρκετά μεγάλο υψόμετρο , με αποτέλεσμα η υψηλότερη δεξαμενή να τοποθετείται στα 120 μέτρα. Ωστόσο , για λόγους οικονομίας και σχεδιασμού του δικτύου , από την ίδια δεξαμενή εξυπηρετούνται κόμβοι και αρκετά χαμηλότερου υψόμετρου , οι οποίοι στην ιδανικότερη περίπτωση θα τροφοδοτούνταν από δεξαμενή διαφορετικής ζώνης.

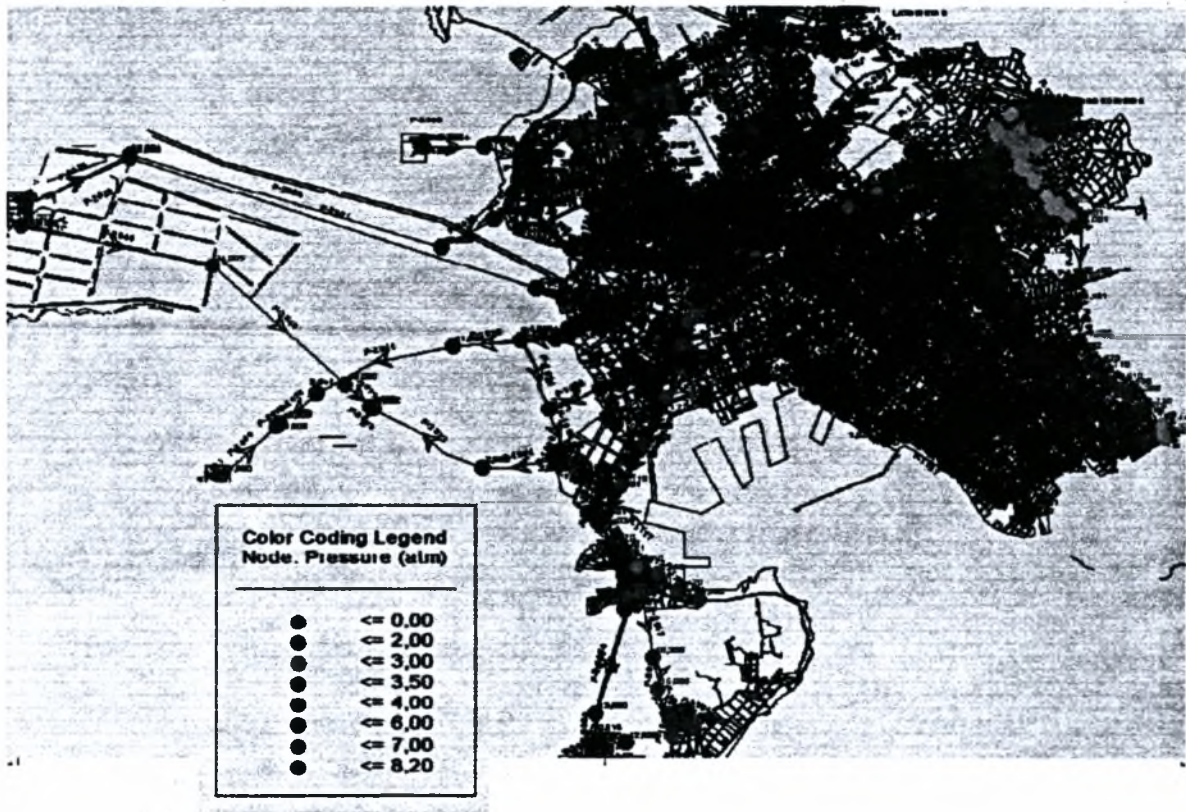
Στην συγκεκριμένη περίπτωση , οι κόμβοι υψηλής πίεσης , λόγω του ανάγλυφου – βρίσκονται σε αρκετά υψηλότερο υψόμετρο από τους γειτονικούς κόμβους άλλης ζώνης – και λόγω οικονομίας – η τοποθέτηση νέας γραμμής από γειτονική δεξαμενή , και συγκεκριμένα της Ν.Ιωνίας θα επιβάρυνε αρκετά τον προϋπολογισμό του δικτύου – καταλήγουν να αποτελούν συνέχεια της γραμμής που τροφοδοτείται από τη δεξαμενή του Σαρακηνού. Εξάλλου η ζώνη η υψηλή ενέχει ήδη αρκετά περιορισμένο αριθμό κόμβων.

Μέση Ζώνη

Για την ώρα αιχμής στην μέση ζώνη , 51 κόμβοι από τους 263 παρουσιάζουν πίεση μικρότερη από 2 ατμόσφαιρες , δηλαδή ένα ποσοστό της τάξης του 19%. Η μέση πίεση κυμαίνεται στις 3,88 ατμόσφαιρες.

Πέρα από τους κόμβους που βρίσκονται κοντά στις δεξαμενές και παρουσιάζουν χαμηλές πιέσεις , και τέτοιοι είναι στις δεξαμενές της Βιομηχανικής Περιοχής , του Διμηνίου αλλά και του Γηροκομείου , οι υπόλοιποι κόμβοι συγκεντρώνονται γύρω από την περιοχή της τελευταίας δεξαμενής κατά μήκος των οδών Σαρακηνού , Ιωλκού και Φειδία Πολυκτήτου, πιο νότια του χάρτη , κατά μήκος της οδού Παναγούλη , και τέλος στο νοτιοδυτικότερο τμήμα του χάρτη κατά μήκος των οδών Αλκίπης , Απόλλωνος και Ροστώβ που συνεχίζει κατά παρέκκλιση από τον κόμβο 47,002 και κάτω.

Οι παραπάνω κόμβοι , εξαιρούμενων εκείνων των οποίων βρίσκονται γύρω από τη δεξαμενή του Γηροκομείου , δεν είναι πολλοί σε πλήθος , καθώς κάθε περιοχή παρουσιάζει γύρω στους 4 με 5 κόμβους.



Σχήμα - 10.7.2 - Εικόνα των πιέσεων στην μέση ζώνη κατά την ώρα αιχμής.

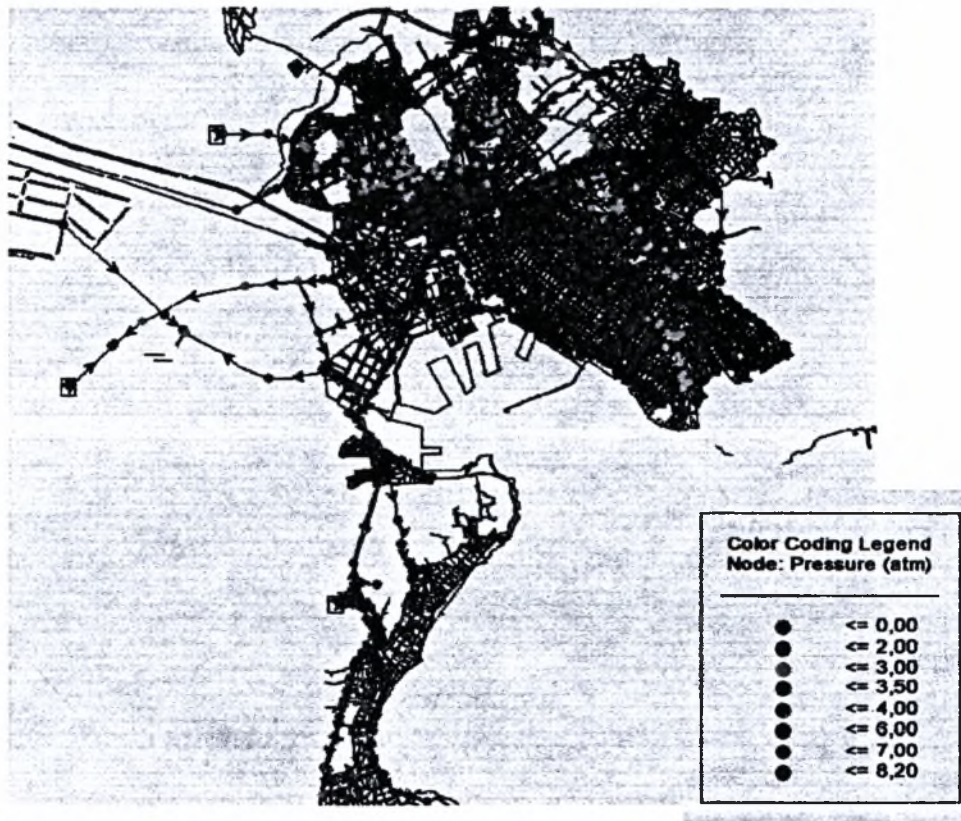
Χαμηλή Ζώνη

Για την ώρα αιχμής στη χαμηλή ζώνη , 54 από τους 593 κόμβους παρουσιάζουν χαμηλή πίεση , κάτω από 2 ατμόσφαιρες , δηλαδή ένα ποσοστό της τάξης του 9%.

Όσον αφορά τους κόμβους που εμφανίζουν χαμηλές πιέσεις , θα χρειαστεί να εξαιρέσουμε για άλλη μια φορά , τις περιοχές πολύ κοντά στις δεξαμενές. Τέτοιες περιοχές επικεντρώνονται στη δεξαμενή της Ν.Ιωνίας με δυο κόμβους , στην Αλυκών με έναν κόμβο και τέλος στη Λατομείου.

Από τη Λατομείου διακλαδίζονται δυο ξεχωριστοί αγωγοί , ο ένας ακολουθώντας την οδό Ρήγα Φεραίου και ο δεύτερος ακολουθεί τη Δωδεκανήσου και κατόπιν τη Μαβίλη . Και στις δυο διακλαδώσεις συναντάμε αγωγούς με χαμηλές πιέσεις – κάτω των 2 ατμοσφαιρών – και κυρίως κατά μήκος της οδού Αγίου Διονυσίου , από τη διασταύρωση με τη Φυτόκου μέχρι τη διασταύρωση με την Αργυροκάστρου (9 κόμβοι) , κατά μήκος της οδού Μαβίλη από τη διασταύρωση με την Μητροπολίτου Ιωακείμ , μέχρι την Κ.Καρτάλη (9 κόμβοι) , και κατά μήκος της οδού Γ.Δήμου που συνεχίζει στη Ζωοδόχου Πηγής από τη διασταύρωση με την Περραιβού , μέχρι την Απόλλωνος.

Για την τελευταία περιοχή – Γ.Δημου και Ζωοδόχου Πηγής στην περιοχή της Νέας Δημητριάδας , οι χαμηλές πιέσεις οφείλονται στα σχετικά υψηλά υψόμετρα της περιοχής και τις μικρές διαμέτρους των αγωγών. Αντίθετα , στην γειτονική περιοχή στα δυτικά του χειμάρρου Κραυσίδωνα οι διάμετροι είναι μεγαλύτερες και τα υψόμετρα χαμηλότερα , οι πιέσεις εμφανίζουν πιο λειτουργικές τιμές. Όσον αφορά τις υπόλοιπες περιοχές του δικτύου , είναι φανερό , ότι ο σχεδιασμός γίνεται με βάση την οικονομική λύση για το μεγαλύτερο μέρος του αγωγών και των κόμβων .



Σχήμα – 10.7.4– Εικόνα των πιέσεων στη χαμηλή ζώνη κατά την ώρα αιχμής.

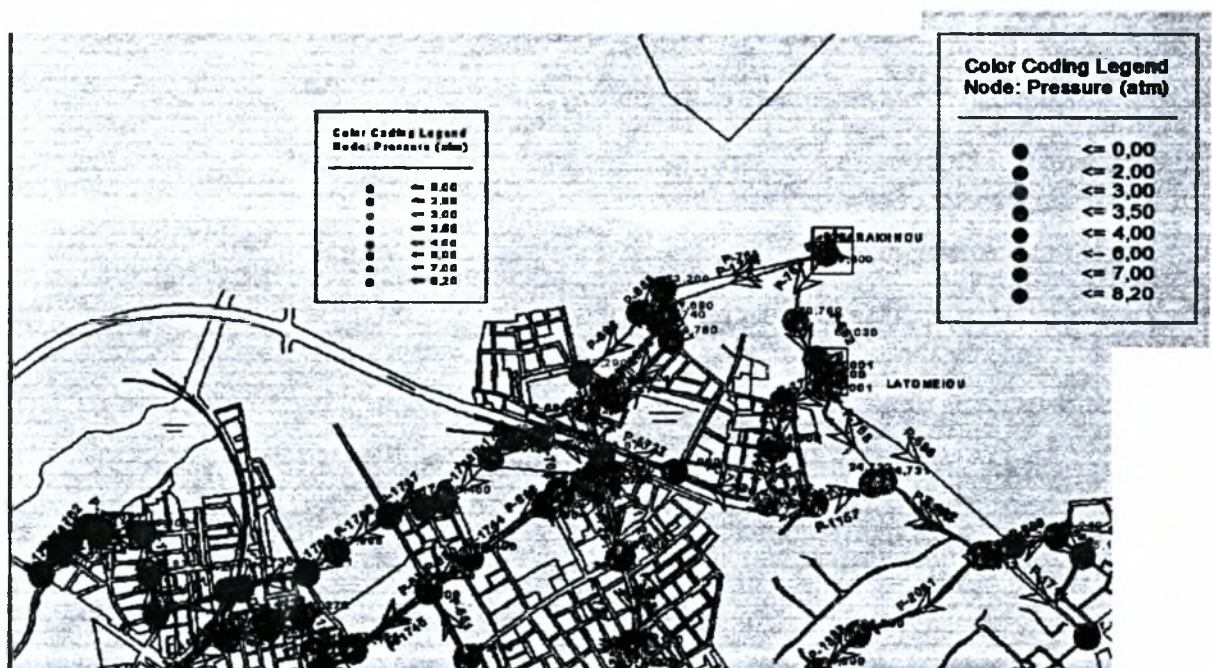
Οι περιοχές που περιγράφηκαν με χαμηλές πιέσεις, είναι εύκολο να παρατηρήσει κανείς ότι σε σχέση με γειτονικές τις περισσότερες φορές το υψόμετρο είναι που πιστοποιεί τη διαφορά των υδραυλικών χαρακτηριστικών, καθώς τα υπόλοιπα μεγέθη – υδραυλικά και κατασκευαστικά – παραμένουν ίδια. Σπανίως έχουμε σημαντικές διαφορές διαμέτρων.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης, ότι στους χαλύβδινους αγωγούς, λόγω του μικρού συντελεστή C, οι απώλειες είναι μικρότερες, επομένως και η πίεση μεγαλύτερη. Γενικά το υλικό των αγωγών δεν αναφέρθηκε ως παράγοντας στα υδραυλικά μεγέθη, καθώς εκτός από το χάλυβα που ο συντελεστής C του Hazen-Williams είναι ίσος με 100, για τους αγωγούς από πολυαιθυλένιο, και PVC είναι 150, ενώ από αμιαντοσιμέντο ίσος με 140, οι διαφορές επομένως είναι αμελητέες.

ΩΡΑ ΜΗ ΑΙΧΜΗΣ

Υψηλή Ζώνη

Για την ώρα μη αιχμής, όπως γίνεται φανερό ήδη και από την ώρα αιχμής, οι πιέσεις είναι αρκετά υψηλές. Οι κόμβοι που ξεπερνούν την τιμή των 6 ατμοσφαιρών είναι οι 22 στους 31, δηλαδή ένα ποσοστό της τάξης του 71%.



Σχήμα - 10.8.1 - Εικόνα των πιέσεων στην υψηλή ζώνη κατά την ώρα μη αιχμής.

Η χαμηλότερη πίεση εμφανίζεται στις 0,06 ατμόσφαιρες και η μέγιστη στις 8,14 ατμόσφαιρες , με μέσο τις 6,46 ατμόσφαιρες.

Όπως προαναφέρθηκε , η εικόνα που παρουσιάζει η υψηλή ζώνη είναι λογική , αν λάβει κανείς υπ' όψιν του όλους τους παράγοντες σχεδιασμού ενός υδραυλικού δικτύου.

Για παράδειγμα , ο κόμβος 35,630 που βρίσκεται στο χώρο του Βιοτεχνικού Τετραγώνου , αποτελεί τον κόμβο με το μικρότερο υψόμετρο , κι επομένως με τη μεγαλύτερη πίεση – η πίεση του μάλιστα για ελάχιστα ξεπερνάει τις 8 ατμόσφαιρες και αποτελεί και τη μεγαλύτερη πίεση που συναντάμε σε ολόκληρο το δίκτυο.

Η πίεση , θα προκύψει ως εξής : Η δεξαμενή βρίσκεται στα 120 μέτρα , και το υψόμετρο του κόμβου είναι 35,630 μέτρα . Επομένως $12 - 3,563$ ατμόσφαιρες = 8,437 ατμόσφαιρες θα είναι η στατική πίεση , αφαιρώντας τις απώλειες φτάνουμε στις 8,140 ατμόσφαιρες που είναι και η πίεση του κόμβου.

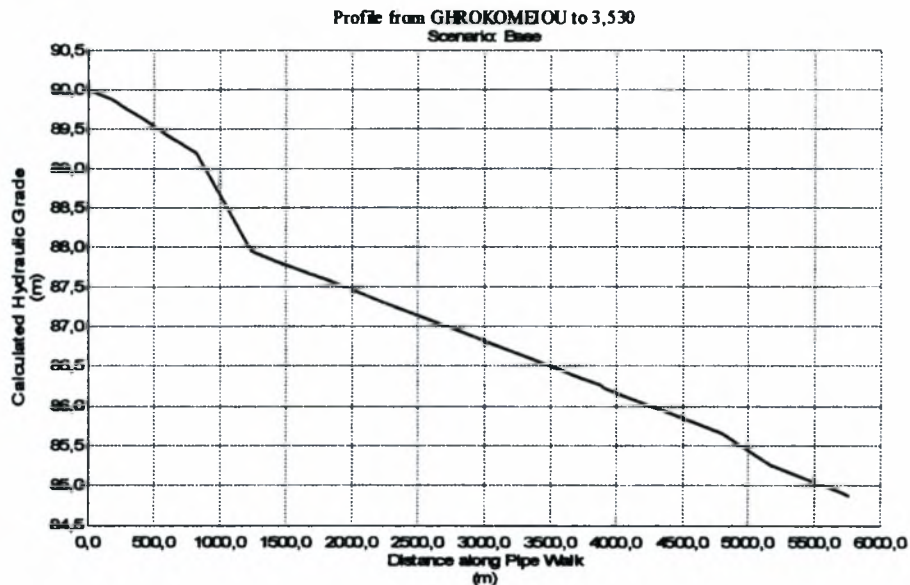
Μέση Ζώνη

Για την ώρα μη αιχμής στη μέση ζώνη 78 από τους 263 κόμβους εμφανίζουν πίεση μεγαλύτερη από 6 ατμόσφαιρες , δηλαδή ένα ποσοστό της τάξης του 30% . Η μικρότερη πίεση είναι 0,05 ατμόσφαιρες στον κόμβο 89,500 – κόμβος δεξαμενής – ενώ η μεγαλύτερη 8,12 ατμόσφαιρες στον κόμβο 1,770. Η μέση πίεση κυμαίνεται στις 4,72 ατμόσφαιρες.

Οι προβληματικές περιοχές εστιάζονται σε δυο κυρίως καθώς άλλοι δυο κόμβοι υψηλής πίεσης που συναντάμε στον αγωγό που συνδέει τη Βιομηχανική με το πολεοδομικό συγκρότημα του Βόλου , στην περιοχή της κοινότητας του Διμηνίου , είναι αμελητέα ποσότητα.

Η πρώτη περιοχή εστιάζεται κατά μήκος της οδού Ζάχου (ο αγωγός που μεταφέρει νερό από τη δεξαμενή του Γηροκομείου στις Αλυκές) , από τον κόμβο 23,230 και μετά , δηλαδή στη διασταύρωση Ζάχου και Τριανταφυλλίδη . Προφανώς η στένωση που δημιουργείται από τον κόμβο 31,750 και μετά , καθώς έχουμε μετάβαση της διατομής στον κόμβο 34,270 από 213 χιλ PVC σε 290 χιλ PE και αμέσως μετά σε 300 χιλ . AC στον αμέσως επόμενο κόμβο 31,750. Ουσιαστικά δηλαδή , έχουμε μετάβαση διατομής κατά 90 χιλ μέσα σε πολύ μικρό μήκος αγωγού , γεγονός που επηρεάζει αρκετά και τις ταχύτητες των αγωγών καθώς στον αγωγό P-1179 με διατομή 213 χιλ PVC έχουμε ταχύτητα 0,87 m/sec , ενώ σε 187,5 μέτρα απόσταση ,

αντίθετα με τη διεύρυνση προκαλεί αύξηση της ταχύτητας και μείωση του πιεζομετρικού φορτίου, με αποτέλεσμα η υδραυλική βαθμίδα να παρουσιάζει έντονη κλίση προς τα κάτω. Στην εικόνα της έντονης πτώσης της υδραυλικής βαθμίδας συμβάλλει επίσης και η απότομη εδαφική κλίση, καθότι η υδραυλική βαθμίδα ορίζεται ως το άθροισμα $p / \gamma + z$



Σχήμα – 10.8.3. – Υδραυλική βαθμίδα του αγωγού της οδού Ζάχου μέχρι τον κόμβο 3,530 κατά την ώρα μη αιχμής.

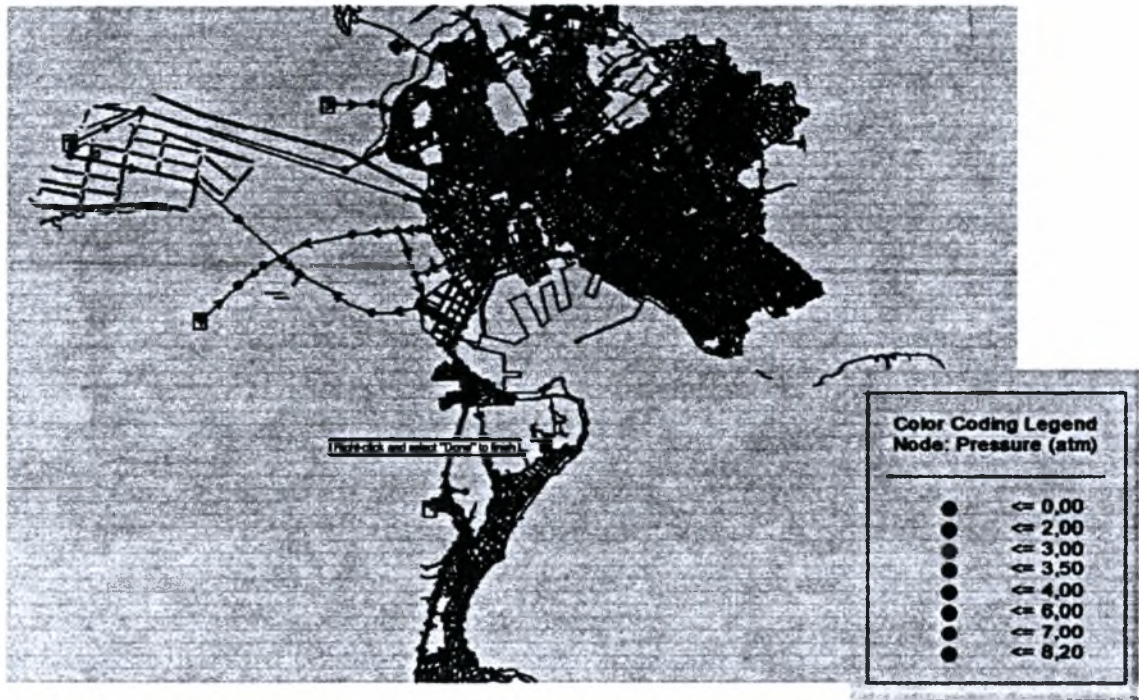
Χαμηλή Ζώνη

Στη χαμηλή ζώνη κατά την ώρα μη αιχμής, υψηλή πίεση εμφανίζουν 77 από τους 593 κόμβους, δηλαδή ένα ποσοστό της τάξης του 13%. Η μικρότερη πίεση είναι 0,10 ατμόσφαιρες και η μεγαλύτερη 7,99 ατμόσφαιρες, ενώ η μέση πίεση κυμαίνεται στις 4,85 ατμόσφαιρες.

Οι περιοχές που εμφανίζουν υψηλές πιέσεις χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, στην παραλιακή περιοχή του Βόλου και στις Αλυκές.

Η πρώτη περιοχή που εκτείνεται από τους κάθετους δρόμους της Βλαχάβα έως τη Λάζου, αν

κι εκτείνεται σε μεγάλο εύρος προς τα ανατολικά και τα δυτικά , ουσιαστικά δεν περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό κόμβων καθώς περιορίζεται σχεδόν οριακά παραλιακά. Προφανώς το χαμηλό υψόμετρο που χαρακτηρίζει όλους αυτούς τους κόμβους , συμβάλλει καθοριστικά στην ανάπτυξη υψηλής πίεσης. Παρόμοια προβλήματα , είναι φυσιολογικό να αντιμετωπίζουν σχεδόν όλες οι παραθαλάσσιες περιοχές .



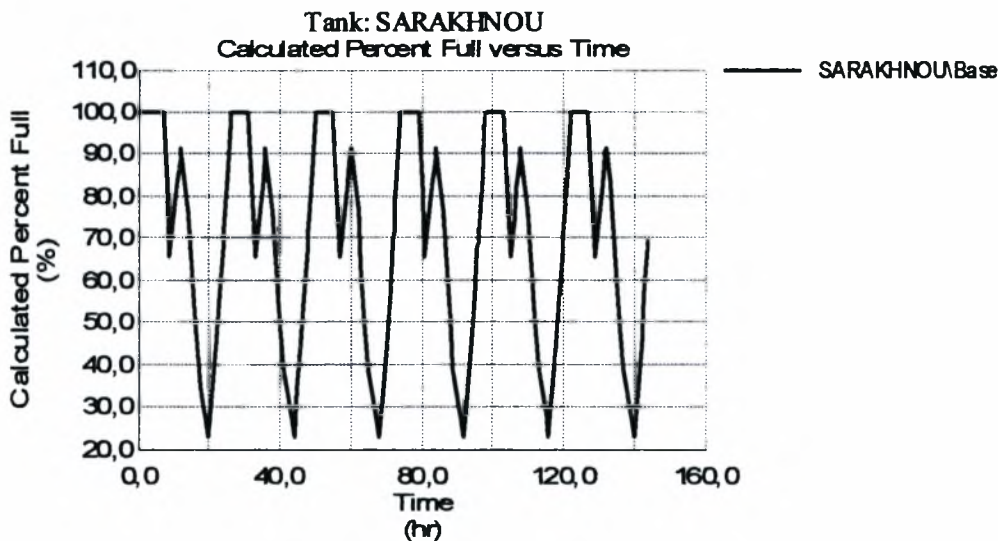
Σχήμα - 10.8.3 – Εικόνα των πιέσεων στη χαμηλή ζώνη κατά την ώρα μη αιχμής.

Η δεύτερη περιοχή εστιάζεται σχεδόν σε ολόκληρη την περιοχή των Αλυκών , από την οδό Παλατιού , μέχρι το Πολιτιστικό Πάρκο. Ο λόγος που έχουμε υπερπτήσεις , σχεδόν σε ολόκληρη την έκταση του οικισμού , είναι τα χαμηλά υψόμετρα γι άλλη μια φορά , τα οποία σε σχέση με το υψόμετρο της δεξαμενής που τροφοδοτεί την περιοχή συντελούν στη δημιουργία ακόμα μεγαλύτερων πιέσεων. Το υψόμετρο της δεξαμενής είναι τοποθετημένο στα 62 μέτρα , έτσι ώστε να συμμετέχει στη χαμηλή ζώνη , μαζί με τις άλλες δεξαμενές που την τροφοδοτούν.

10.4 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ²

Για τις δεξαμενές υπάρχουν πολλά γραφήματα που μπορούν να εξετασθούν , ώστε να υπάρξει μια επαρκής εικόνα της λειτουργίας τους. Ωστόσο το ποσοστό επί τοις εκατό , κατά τη διάρκεια του χρόνου που η δεξαμενή είναι γεμάτη , είναι ενδεικτικότερο της διαστασιολόγησης της , και μας δίνει ταυτόχρονα τη δυνατότητα να συγκρίνουμε το γράφημα μιας δεξαμενής με το αντίστοιχο μιας άλλης.

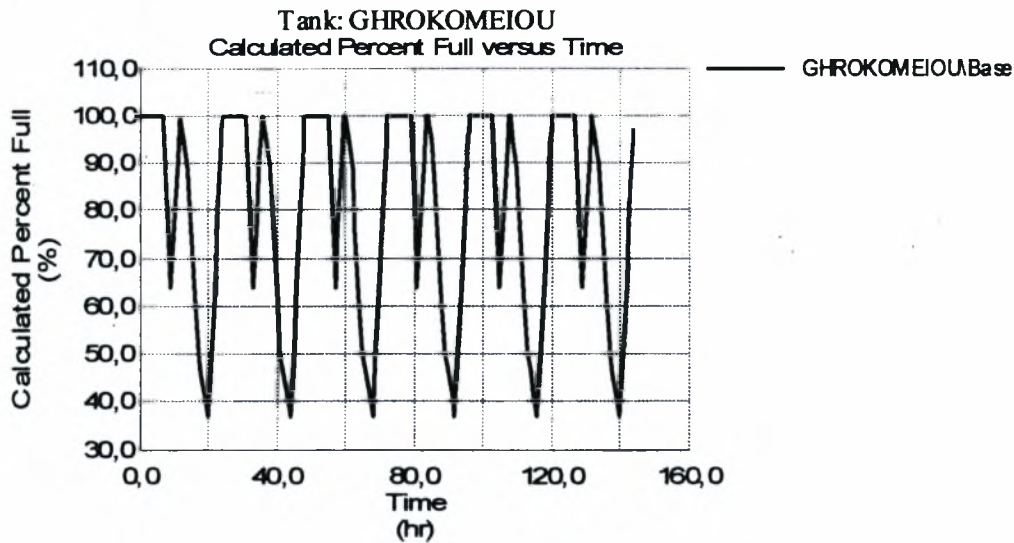
Για τη δεξαμενή του Σαρακηνού παρατηρούμε ότι λειτουργεί πολύ καλά , αγγίζοντας τα άνω και κάτω όρια του 100 και 23 τοις εκατό αντίστοιχα. Η χρονική διάρκεια που διατηρείται γεμάτη είναι μικρή , ενώ η απόδοση της διατηρείται σταθερή κι επαναλαμβάνεται επί 24ωρη βάση.



Σχήμα -10.8α- Γράφημα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει, με την πάροδο του χρόνου (διάρκεια επίλυσης).

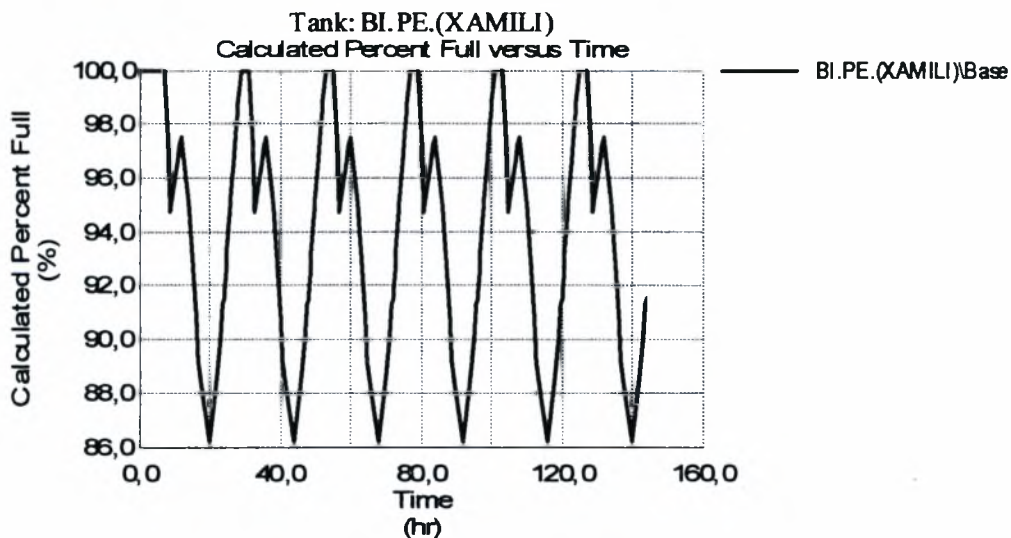
Για τη δεξαμενή του Γηροκομείου , τα άνω και κάτω όρια είναι λίγο μεγαλύτερα , με το γράφημα να κυμαίνεται από το 38 μέχρι το 100 τοις εκατό , ενώ η χρονική διάρκεια κατά την οποία η δεξαμενή είναι γεμάτη είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με τη Δεξαμενή του Σαρακηνού .

² βλ. ψηφιακά αρχεία σε περιβάλλον excel



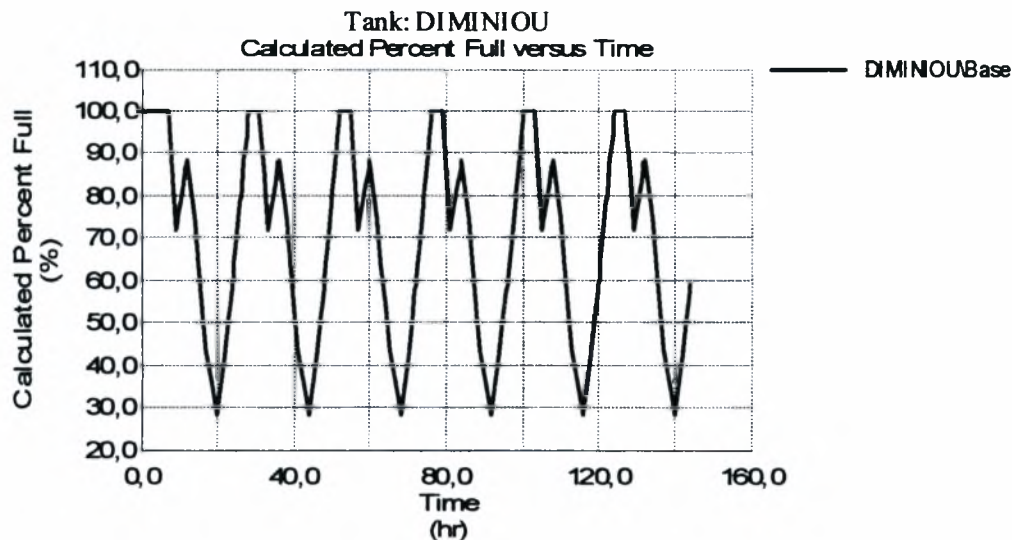
Σχήμα -10.8β- Γράφημα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει, με την πάροδο του χρόνου (διάρκεια επίλυσης).

Η μοναδική από τις δεξαμενές της βιομηχανικής ζώνης που είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο της ΔΕΥΑΜΒ, παρατηρούμε ότι παρουσιάζει πολύ διαφορετική εικόνα σε σχέση με τις υπόλοιπες, καθώς τα άνω και κάτω όρια κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές του 85 και 100 τοις εκατό.



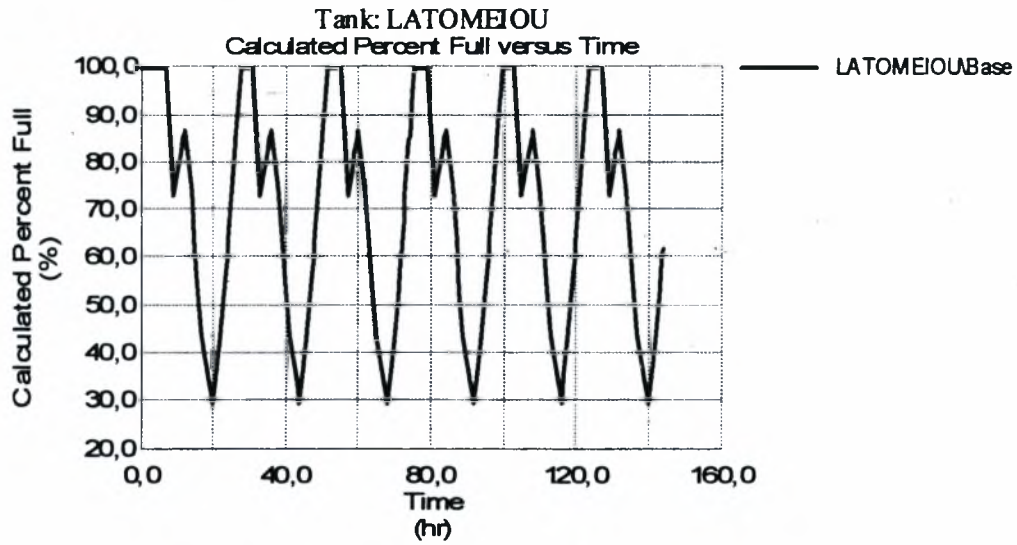
Σχήμα -10.8γ- Γράφημα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει, με την πάροδο του χρόνου (διάρκεια επίλυσης).

Το γεγονός αυτό είναι φυσιολογικό , αν ληφθεί υπ' όψιν ότι οι συγκεκριμένες δεξαμενές δεν κατασκευάστηκαν από τη ΔΕΥΑΜΒ μαζί με το υπόλοιπο δίκτυο αλλά από την ΕΤΒΑ .Η οποία ανέλαβε την μελέτη και την κατασκευή του έργου , ολοκλήρωσε το έργο με την προοπτική της ανάπτυξης της Βιομηχανικής Ζώνης σε μεγάλο βαθμό και τη συμμετοχή πλήθους βιομηχανικών μονάδων στο σύστημα ύδρευσης.



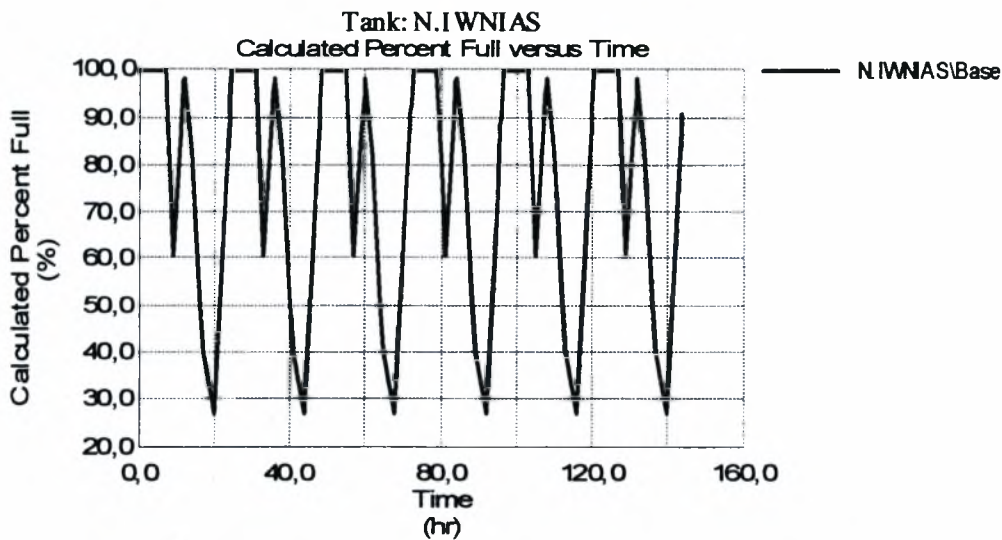
Σχήμα -10.8δ- Γράφημα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει, με την πάροδο του χρόνου (διάρκεια επίλυσης).

Η δεξαμενή του Διμηνίου είναι αρκετά μικρή καθώς τροφοδοτεί κι από ένα πολύ μικρό κομμάτι του δικτύου. Η λειτουργία της κρίνεται ικανοποιητική καθώς τα άνω και κάτω όρια κυμαίνονται ανάμεσα τις τιμές 29 και 30 τοις εκατό. Εξαιτίας ακριβώς της μικρής έκτασης σε υδρευτικές ανάγκες που έχει να καλύψει η δεξαμενή , η εισαγωγή της εισροής (inflow) στα δεδομένα της δεξαμενής έγινε με ακρίβεια δεκάτου, σε σχέση με τις υπόλοιπες δεξαμενές που είχαμε ακρίβεια μονάδας ή και δεκάδας , διαφορετικά παρουσιάζονταν προβλήματα ως προς τη λειτουργία της.



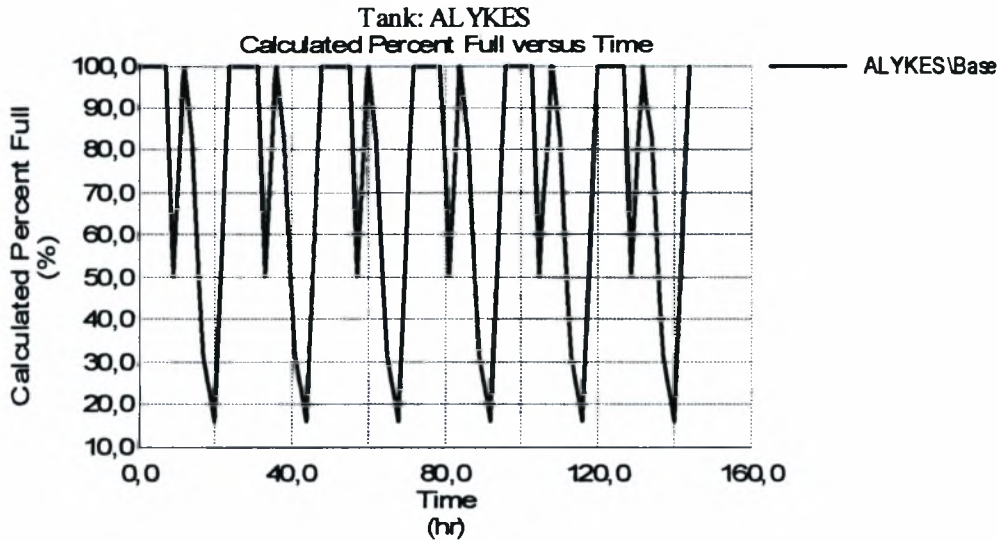
Σχήμα -10.8ε- Γράφημα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει, με την πάροδο του χρόνου (διάρκεια επίλυσης).

Η δεξαμενή του Λατομείου, παρουσιάζει επίσης πολύ καλή συμπεριφορά, με τα άνω και κάτω όρια του γραφήματος να κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές του 30 και 100 τοις εκατό και τη χρονική διάρκεια που παραμένει γεμάτη να είναι σχεδόν μηδενική.



Σχήμα -10.8ζ- Γράφημα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει, με την πάροδο του χρόνου (διάρκεια επίλυσης).

Η δεξαμενή της Ν.Ιωνίας καθώς και η δεξαμενή των Αλυκών έχουν πανομοιότυπο διάγραμμα , με τη δεύτερη να εμφανίζει λίγο χαμηλότερο το κάτω όριο καθώς και λίγο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κατά το οποίο παραμένει γεμάτη. Η λειτουργία τους κρίνεται χωρίς κανένα πρόβλημα και η διαστασιολόγηση τους οικονομική.

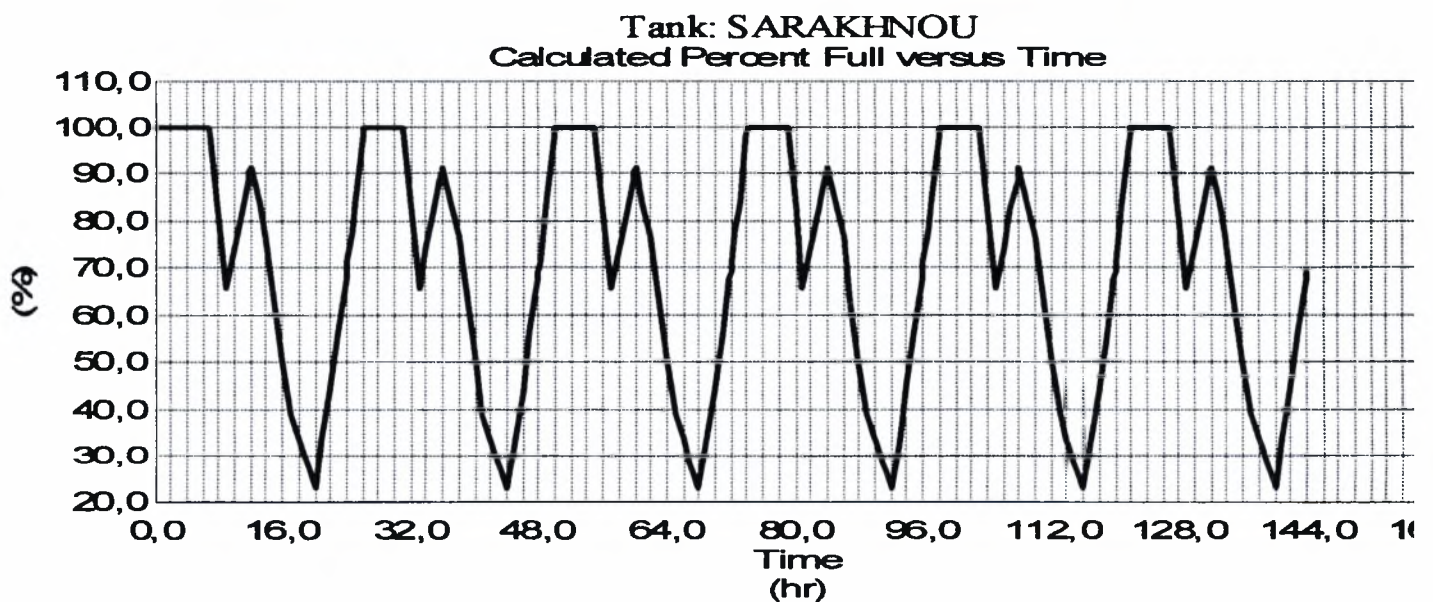
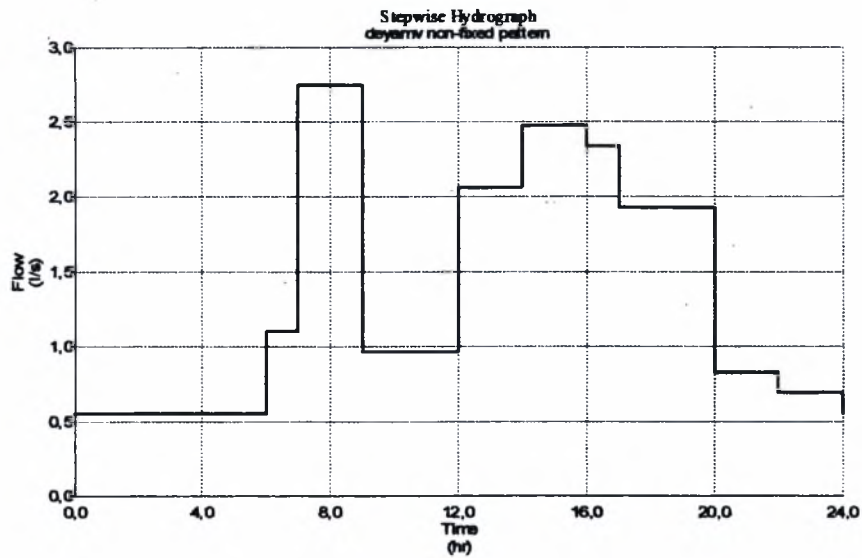


Σχήμα -10.8η- Γράφημα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει, με την πάροδο του χρόνου (διάρκεια επίλυσης).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΩΡΙΑΙΕΣ ΑΙΧΜΕΣ

Ένα ακόμα στοιχείο που μπορούμε να εξάγουμε από τα διαγράμματα των δεξαμενών είναι το αν ο όγκος νερού που διαθέτουν επαρκεί για να ικανοποιήσει τις ανάγκες των καταναλωτών . Ανάλογα με το μέγεθος της χρονικής καθυστέρησης που παρατηρούμε από την αιχμή που εμφανίζει το διάγραμμα του ποσοστού της δεξαμενής που γεμίζει με την πάροδο του χρόνου και την αιχμή που εμφανίζει το διάγραμμα ωριαίας διακύμανσης κατά τη διάρκεια της μέρας , συμπεραίνουμε αν το απόθεμα της δεξαμενής σε όγκο νερού είναι μικρό ή μεγάλο.

Για παράδειγμα η δεξαμενή του Σαρακηνού , αδειάζει σημαντικά γύρω στις 9 το πρωί , ενώ η πραγματική αιχμή παρατηρείται πριν από τις 8. Η δεύτερη σημαντική βύθιση παρατηρείται στις 8 το βράδυ ενώ από τους καταναλωτές χρονικά τοποθετείται στις 2 το μεσημέρι , γεγονός που επισημαίνει ότι ο όγκος και το απόθεμα της δεξαμενής είναι επαρκεί για το δίκτυο μας.



Σχήμα -10.8θ – Συσχέτιση της διακύμανσης της στάθμης της δεξαμενής , με την ωριαία διακύμανση της κατανάλωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας.

10.5 ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ³

Στις δικλείδες πολύ σημαντικό είναι να οριστεί από το χρήστη ποιος αγωγός βρίσκεται στα ανάντη και ποιος στα κατόντη, ανάλογα με τη ροή του νερού, καθώς επίσης και η πίεση που επιθυμούμε στα κατόντη, ανάλογα με τη ζώνη που βρισκόμαστε.

Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά όπως το υψόμετρο, η διάμετρος της δικλείδας (άρα και του αγωγού, ο οποίος τη φέρει) καθώς και οι συντεταγμένες της δικλείδας αν και μπορούν να εισαχθούν ή να τροποποιηθούν χειροκίνητα, τοποθετούνται αυτόματα με την εισαγωγή του στοιχείου στο δίκτυο.

Σχήμα -10.9α- Η καρτέλα με τις χαρακτηριστικές τιμές της δικλείδας που αντιστοιχεί στη διασταύρωση των οδών Ροστώβ και Γ.Δήμου.

³ βλ. ψηφιακό αρχείο 'συνέχεια του παραρτήματος' σε περιβάλλον word

10.6 ΕΠΙΛΥΣΗ

10.6.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

ΔΙΚΤΥΟ

Τα στοιχεία του δικτύου που χρησιμοποιήθηκαν , καθώς και η γενική μορφολογία του , έγιναν σύμφωνα με το αρχείο της ΔΕΥΑΜΒ σε περιβάλλον Autocad , με δεδομένα για το έτος 2003 , τα οποία επικαιροποιήθηκαν σύμφωνα με τις τρέχουσες τροποποιήσεις μέχρι και τον Ιούλιο του 2003.

Τα σχέδια παρέχουν μια αξιόπιστη εικόνα του υδραυλικού δικτύου , εκτός από την περιοχή της Ν.Ιωνίας και συγκεκριμένα στην περιοχή όπου βρίσκονται συγκεντρωμένοι οι σωλήνες χυτοσιδηρούς. Η ακριβής εικόνα τοποθέτησης των συγκεκριμένων αγωγών είναι άγνωστη στην υπηρεσία , καθώς είχε πραγματοποιηθεί πριν αρκετά χρόνια και δεν υπάρχουν σχέδια κατασκευαστικά.

Σε πρόσφατη αντικατάσταση αγωγών της περιοχής , η ΔΕΥΑΜΒ επέλεξε , λόγω του καλού χαρακτήρα του υλικού του αμιάντου και για λόγους οικονομίας , να μην προβεί στην αντικατάστασή τους κι έτσι για ελάχιστους - και κυρίως για τους περιφερειακούς αγωγούς χυτοσιδηρούς (μαντεμένιους) - είναι γνωστή η σωστή τους θέση.

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Επειδή το μοντέλο παρουσιάζει προβλήματα όταν ενώνονται οι δεξαμενές απευθείας με τους εξωτερικούς αγωγούς , πριν την υδραυλική επίλυση τοποθετήθηκαν αγωγοί μήκους ενός μέτρου και διαμέτρου 1000 χιλιοστών , οι οποίοι ουσιαστικά δεν αλλάζουν την εικόνα του δικτύου , καθώς διαθέτουν πολύ μικρό μήκος και παρουσιάζουν μηδενικές απώλειες. Στην απόληξη αυτού του αγωγού τοποθετήθηκε η απαρχή των αγωγών που ξεκινούσαν από τη δεξαμενή.

Για τις δεξαμενές η εισροή , θεωρήθηκε ότι ακολουθεί σταθερό πρότυπο (fixed pattern) , σε αντίθεση με τους κόμβους στους οποίους η κατανάλωση ακολουθεί το πρότυπο της ωριαίας διακύμανσης.

ΖΩΝΕΣ

Όπως αναφέρθηκε , για το σαφή διαχωρισμό των ζωνών , κάποιοι αγωγοί θεωρήθηκαν κλειστοί.

ΥΨΟΜΕΤΡΑ

Τα δεδομένα των υψομέτρων δόθηκαν από την υπηρεσία της ΔΕΥΑΜΒ , με βάση τα σχέδια 'Οριζοντιογραφία δικτύων διανομής – Κατασκευαστικά Στοιχεία' , από την μελέτη που διεξήχθησε από τους Λ.Σ. Λαζαρίδη και Γ.Α.Μαχαίρα .

Τα συγκεκριμένα υψόμετρα, αντιπροσωπεύουν τα υψόμετρα εδάφους σε κάθε σημείο , ενώ ως δεδομένα θα πρέπει να εισάγονται τα υψόμετρα του αγωγού. Για την υδραυλική μας επίλυση ωστόσο αυτό που μας ενδιαφέρει είναι οι υδραυλικές κλίσεις , που σε κάθε περίπτωση προκύπτουν οι ίδιες.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

Σύμφωνα με τον τύπο $E_n = E_o (1 + P/100)^n$

όπου: E_n = αριθμός κατοίκων μετά n έτη

E_o = αριθμός κατοίκων κατά το έτος εκπόνησης της μελέτης

P = ετήσια αύξηση πληθυσμού (%)

n = διάρκεια σχεδιασμού

έχουμε $E_n = E_o (1 + P/100)^n = 120.000 (1 + 0,01)^{40} = 178.663,65$ κάτοικοι

όπου: E_n = αριθμός κατοίκων μετά n έτη = 178.663,65

E_o = αριθμός κατοίκων κατά το έτος εκπόνησης της μελέτης = 120.000 κάτοικοι

P = ετήσια αύξηση πληθυσμού (%) = 1%

n = διάρκεια σχεδιασμού = 40 έτη

$$Q_{ZY.IFB}^{KI.IFB}$$

$$Q_{ZY.IFB}^{KI.IFB} = P_{\omega} Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma} = P_{\omega} \cdot (P_{\eta\mu} \cdot Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\varsigma}) = P_{\omega} \cdot P_{\eta\mu} \cdot (q E)$$

$$\begin{aligned} Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\varsigma} = q E &= 300 \text{ λιτ/ κάτοικο / ημέρα} \times 178.663,65 \text{ κάτοικοι} \\ &= 53.599.094,41 \text{ λιτ / ημέρα} \\ &= 53.599.094,41 / 24/3600 = 620,36 \text{ λιτ / δευτερ.} \\ &= 53.599.094,41 / 1000 = 53.599,09 \text{ κυβ.μετρ./ ημέρα} \end{aligned}$$

$$Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma} = P_{\eta\mu} \cdot Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\varsigma} = 1,5 \times 620,36 \text{ λιτ / δευτερ.} = 930,54 \text{ λιτ / δευτερ.}$$

$$Q_{ZY.IFB}^{KI.IFB} = P_{\omega} Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma} = 2 \times 930,54 \text{ λιτ / δευτερ.} = 1.861,08 \text{ λιτ / δευτερ.}$$

Επομένως ο λόγος του κάθε αγωγού προς το συνολικό μήκος , πολλαπλασιασμένος με $Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma} = 930,54 \text{ λιτ / δευτερ.}$, το γινόμενο του οποίου πολλαπλασιάζεται με τη σειρά του με το εισηγμένο πρότυπο της ωριαίας διακύμανσης , μας δίνει την κατανάλωση που αντιστοιχεί σε κάθε αγωγό . Επομένως για τον κάθε κόμβο οι κατανάλωση προκύπτει από το ημίθροισμα των καταναλώσεων που αντιστοιχούν στους αγωγούς που συμβάλλουν στον κόμβο.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ

Παρ' ότι οι μεθοδολογίες όσον αφορά την κατανομή των καταναλώσεων στους κόμβους ποικίλουν , στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε το μήκος του κάθε αγωγού σε σχέση με το συνολικό μήκος των αγωγών όλου του δικτύου ως μέγεθος αναφοράς για τον υπολογισμό , λόγω ευχρηστίας και έλλειψης λοιπών δεδομένων.

Στους αγωγούς που ενώνουν την κάθε δεξαμενή με τον αρχικό πλασματικό κόμβο , δεν κατανεμήθηκε κατανάλωση , αλλά και στον αμέσως επόμενο κόμβο μεταφέρθηκε όλη η κατανάλωση που θα αντιστοιχούσε στους αρχικούς αγωγούς που θα ξεκινούσαν από τη δεξαμενή , αν δεν υπήρχε ο πλασματικός κόμβος.

ΩΡΙΑΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ

Θεωρήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο που έχει αναφερθεί.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ C HAZEN-WILLIAMS

Ο συντελεστής C της εξίσωσης των Hazen-Williams θεωρείται για τους αγωγούς από πολυαιθυλένιο και PVC ίσος με 150 , για τους αγωγούς από αμιαντοτσιμέντο ίσος με 140 και τέλος για τους χαλύβδινους αγωγούς ίσος με 100. Οι τιμές είναι ενδεικτικές , με βάση τη βιβλιοθήκη που διαθέτει το watercad , σύμφωνα με τον μέσο όρο αυτών , όπως έχουν δοθεί από τα εργοστάσια κατασκευής.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΑΓΩΓΩΝ

Οι εσωτερικοί διάμετροι των αγωγών , λήφθηκαν σύμφωνα με τα στοιχεία που δόθηκαν από τη ΔΕΥΑΜΒ , με βάση το πάχος του τοιχώματος του κάθε αγωγού , ανάλογα με τη διάμετρο και το υλικό που αποτελείται.

Οι σχετικές τιμές παρατίθενται σε παράρτημα.

ΕΠΙΛΥΣΗ

Συνήθης διάρκεια επίλυσης είναι οι 72 , οι 144 και παραπάνω ώρες. Η εκλογή των 144 ωρών κρίνεται επαρκής.

Ούτως ή άλλως , μετά τις πρώτες δυο με τρεις μέρες , τα υδραυλικά χαρακτηριστικά έχουν αρχίσει να ομαλοποιούνται και να παρουσιάζουν ομοιόμορφα γραφήματα , γι αυτό και η επιλογή 96 , 144 ή 288 ωρών συνήθως δεν έχει καμία πρακτική διαφορά.

ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟ ΑΓΩΓΟΥΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Το ύψος του κόστους του προτεινόμενου δικτύου από αγωγούς πολυαιθυλενίου υπολογίστηκε και αναφέρεται λεπτομερώς στο παράρτημα. Στον υπολογισμό συμπεριελήφθησαν όλοι οι αγωγοί πολυαιθυλενίου, ενώ στην πραγματικότητα μια ομάδα αγωγών έχει ήδη τοποθετηθεί. Ωστόσο το συγκεκριμένο μέρος του δικτύου είναι πολύ μικρό, έτσι ώστε να μην επηρεάζει σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα.

ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Η ειδική κατανάλωση εκφρασμένη σε μονάδες λίτρα/κάτοικο/ημέρα, με σκοπό να απεικονίσει τις αυξημένες ανάγκες του πληθυσμού μετά από 40 χρόνια, αλλά και τις απώλειες που θα έχουν πολλαπλασιαστεί θεωρήθηκε ίση με την τιμή $q = 300$ λιτ/κατ./ημέρα

10.6.2 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Σχήμα 10.10 – Παράθυρο επιλογών της υδραυλικής επίλυσης του δικτύου.

Η επίλυση διαρκεί 144 ώρες και ξεκινάει στις 12 τα μεσάνυχτα όπως έχει οριστεί στο πρότυπο ωριαίας διακύμανσης. Το υδραυλικό βήμα της επίλυσης είναι μια ώρα , με λίγα λόγια το κενό που δρασκειλίζει το πρόγραμμα για να κάνει τους υδραυλικούς υπολογισμούς. Το υδραυλικό βήμα , δηλαδή , είναι η μέγιστη διάρκεια του χρόνου που οι υδραυλικές συνθήκες του δικτύου θεωρούνται σταθερές (ταχύτητες...).

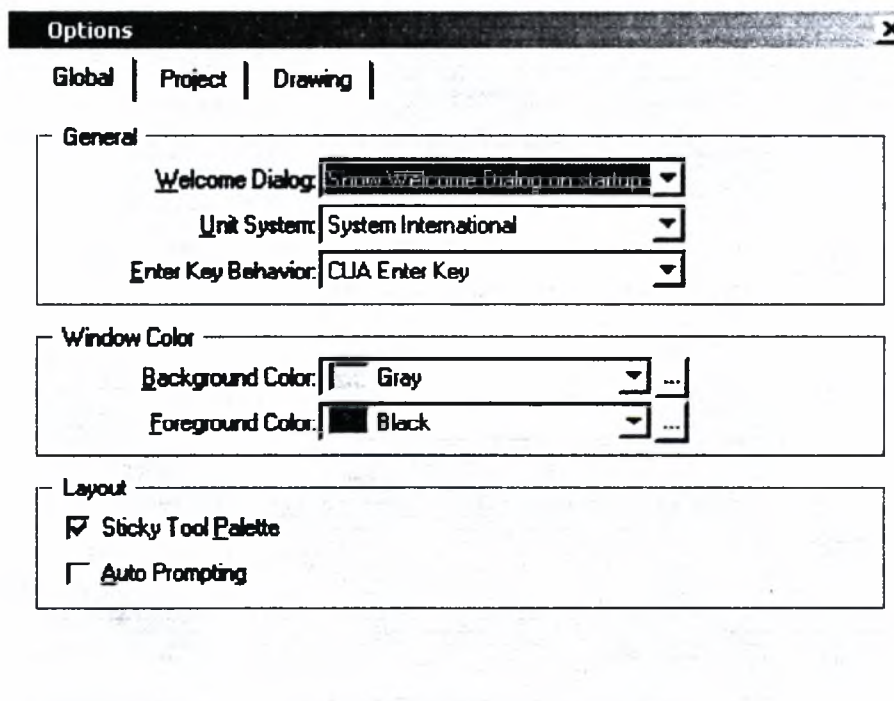
Η επίλυση είναι τύπου extended period , μιας και η τύπου steady state , χρησιμοποιείται συνήθως για να έχουμε μια στιγμιαία φωτογραφική εικόνα του δικτύου , και όχι της συμπεριφοράς του με την πάροδο του χρόνου

Επίσης είναι επιλεγμένη η δυνατότητα `validate` , η οποία διευκολύνει την εντόπιση τυπικών σφαλμάτων κατά την εισαγωγή των δεδομένων, όπως σφάλματα τοπογραφικά και σφάλματα προσομοίωσης – όπως αν οι δικλείδες και οι δεξαμενές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο ή αν ο συντελεστής τραχύτητας βρίσκεται εντός αποδεκτών ορίων .

ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΑΡΧΙΚΕΣ

Στην καρτέλα `global` το `watercad` έχει τη δυνατότητα να ρυθμίσει τα χρώματα σχεδίασης , ώστε διευκολύνει τις συνθήκες εργασίας του χρήστη. Το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιείται είναι το διεθνές , ενώ υπάρχει επιλογή και για το σύνηθες σύστημα της Αγγλίας - U.S. Customary (English).

Ενώ με την επιλογή ' Enter Key Behavior ' είναι δυνατόν να ρυθμιστεί η λειτουργία του πλήκτρου `Enter` , αν θα είναι σύμφωνη με τα `User Access standards` , όπως δηλαδή στα `windows` ή αν θα συμπεριφέρεται σαν `tab key`.



Οι επιλογές 'sticky tool palette auto' και 'prompting', σχετίζονται επίσης με την ευχρηστία των επιλόγων του προγράμματος.

The image shows a screenshot of the 'Options' dialog box with the 'Project' tab selected. The settings are as follows:

- Friction Method:** Pressure Friction Method: Hazen-Williams Formula
- Liquid:** Liquid: Water at 20C(68F)
- Input Modes:**
 - Coordinates: X-Y
 - Settings: Pressure
 - Tank Levels: Elevations
- Pipe Length:** Round Pipe Lengths to the Nearest: 0.50 m

Στην καρτέλα **project**, καθορίζεται η μέθοδος προσδιορισμού των απωλειών τριβής, που για τη συγκεκριμένη εργασία είναι ο τύπος του Hazen Williams έναντι του Darcy-Weisbach και του Manning.

Επίσης καθορίζεται το είδος του ρευστού που θα χρησιμοποιηθεί στην επίλυση, μέσα από μια μεγάλη λίστα επιλογών, που για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι το νερό στους 20 βαθμούς Κελσίου ή 68 βαθμούς Φαρενάιτ. Η συγκεκριμένη επιλογή επηρεάζει το κινηματικό ιξώδες (kinematic viscosity) και την ειδική βαρύτητα (specific gravity), τα οποία είναι διαθέσιμα σε αντίστοιχη βιβλιοθήκη του προγράμματος. Το κινηματικό ιξώδες, χρησιμοποιείται στον προσδιορισμό του συντελεστή τριβής στην εξίσωση Darcy-Weisbach

Οι συντεταγμένες, μπορούν να εμφανίζονται είτε σε μορφή χ,ψ είτε σε σχέση με το βορρά και το νότο.

Στην επιλογή settings, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει αν οι τιμές στις συνθήκες ελέγχου θα απεικονίζονται σε μονάδες πιεζομετρικής γραμμής (hydraulic grade) ή σε όρους πίεσης (pressure). Παρόλα αυτά όποια επιλογή κι αν πραγματοποιήσει ο χρήστης, το πρόγραμμα θα μπορεί να προβάλλει και τις δυο τιμές.

Στην επιλογή tank levels, δίνεται η δυνατότητα να η εισαγωγή των δεδομένων των δεξαμενών να γίνει είτε σε όρους υψόμετρων είτε σε όρους επιπέδων. Ως υψόμετρο (elevation) θεωρείται το ύψος πάνω από ένα δεδομένο σημείο, του οποίου το υψόμετρο είναι μηδέν, ενώ ως επίπεδο (level) θεωρείται το ύψος πάνω από το υψόμετρο βάσης του ρευστού που διαθέτει η πηγή.

Η επιλογή round pipe length to the nearest, χρησιμοποιείται για να καθορίσει το βαθμό της ακρίβειας που είναι επιθυμητός για μήκη αγωγών που είναι ομαδοποιημένα. Με αυτόν τον τρόπο τα μήκη των αγωγών στρογγυλοποιούνται, σύμφωνα με την τιμή στρογγυλοποίησης του αγωγού που έχει επιλεγεί.

Αν για παράδειγμα, θεωρήσουμε έναν αγωγό μήκους 35,8 μέτρα και η τιμή στρογγυλοποίησης του αγωγού (pipe length rounding value) είναι 1 μέτρο τότε το πρόγραμμα θα θεωρήσει ότι το μήκος του αγωγού είναι 36 μέτρα.

Στην καρτέλα **Drawing**, τέλος υπάρχουν όλες οι ρυθμίσεις που αφορούν τη σχεδίαση και τη μορφή του αρχείου στην οθόνη του υπολογιστή.

Στην Drawing scale, υπάρχει η επιλογή η κλίμακα σχεδίασης να είναι σχηματική (schematic) ή κλιμακωτή (scaled). Στην πρώτη περίπτωση το μήκος του αγωγού δεν εκλαμβάνεται ως σχετική απόσταση με βάση το σχέδιο αλλά θα πρέπει να εισαχθεί χειροκίνητα. Στην δεύτερη περίπτωση συμβαίνει το αντίθετο, ενώ υπάρχει η δυνατότητα η οριζόντια κλίμακα να είναι διαφορετική από την κατακόρυφη.

Στο υποπαράθυρο των Annotation Multipliers, μπορεί κανείς να ορίσει το μέγεθος των συμβόλων (symbol)- δεξαμενές – κόμβοι ...-, το μέγεθος των ετικετών (text) που φέρουν τα στοιχεία καθώς και το μέγεθος της υποσημείωσης (annotation) κάθε στοιχείου, όποια κι αν είναι αυτή.

Options
X

Global

Project

Drawing

Drawing Scale

Schematic

Scaled

HDR: 1 mm = mm

VER: 1 mm = mm

Annotation Multipliers

Symbol Size:

Text Height:

Annotation Height:

Pipe Text

Align Text with Pipes

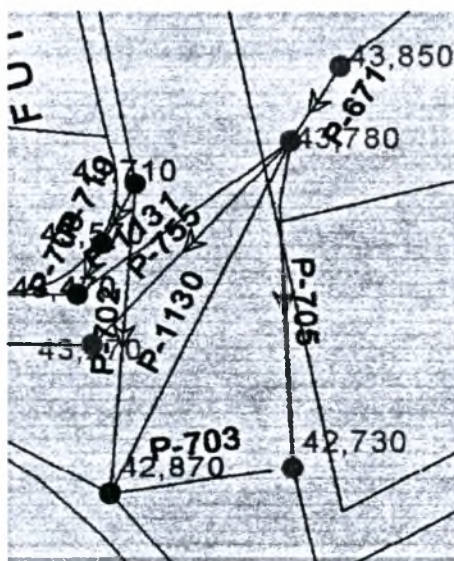
Show Background 1 DXF Unit = 1:

DXF Background Filename:

Symbol Visibility

<input checked="" type="checkbox"/> Show Labels	<input checked="" type="checkbox"/> Show Flow Arrows
<input checked="" type="checkbox"/> Show Graphic Annotations	<input checked="" type="checkbox"/> Show Source Symbols
<input checked="" type="checkbox"/> Show Element Annotations	<input checked="" type="checkbox"/> Show Control Symbols

Στο πλαίσιο του Pipe Text , μπορεί κανείς να ορίσει την αυτόματη στοίχιση των επικετών με τους αγωγούς, γεγονός που διευκολύνει πολύ τον αποσαφηνισμό τους σε κόμβους που συμβάλλουν πολλοί αγωγοί , και οι ετικέτες του διακρίνονται από την όμοια κλίση που έχουν μαζί τους.



Πολύ σημαντικό είναι επίσης ότι το watercad επιτρέπει την εισαγωγή **background** , ως εικόνα παράλληλα με την επεξεργασία και την εισαγωγή του δικτύου , ενώ η σωστή τοποθεσία του αρχείου που λειτουργεί ως background μπορεί ανά πάσα στιγμή να επαναπροσδιοριστεί ή ακόμα και να χρησιμοποιηθεί διαφορετικό αρχείο ως background.

Επιπρόσθετα ορίζεται και η κλίμακα του background αρχείου. Το background είναι δυνατόν να εμφανίζεται ή όχι μαζί με το δίκτυο.

Τέλος στο πεδίο **Symbol Visibility** , υπάρχουν διάφορες επιλογές για το αν είναι επιθυμητό να απεικονίζονται οι ετικέτες , οι υποσημειώσεις γραφικών , οι υποσημειώσεις επικετών , τα βέλη ροής κ.τ.λ.

ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΩΝ

Οι μονάδες που χρησιμοποιήθηκαν , είναι οι παρακάτω:

	Attribute Type	Unit	System	Display precision	Scientific notation	
1	Angle	radians	SI	2	<input type="checkbox"/>	
2	Area	m ²	SI	5	<input type="checkbox"/>	
3	Bulk Reaction Rate	(mg/l) ⁻¹	SI	2	<input type="checkbox"/>	
4	Bulk Reaction Rate (First Order)	/sec	SI	2	<input type="checkbox"/>	
5	Coefficient		None	2	<input type="checkbox"/>	
6	Coefficient - Ellipse		None	6	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Coefficient - Polynomial		None	4	<input type="checkbox"/>	
8	Coefficient - Weir	SI	SI	2	<input type="checkbox"/>	
9	Concentration	mg/l	Both	2	<input type="checkbox"/>	
10	Convergence		None	6	<input type="checkbox"/>	
11	Coordinate	m	SI	2	<input type="checkbox"/>	
12	Cost	Δρx	None	0	<input type="checkbox"/>	
13	Cost per Unit Energy	Δρx/kWh	Both	2	<input type="checkbox"/>	
14	Cost Per Unit Length	Δρx/m	SI	0	<input type="checkbox"/>	
15	Cost per Unit Pressure	Δρx/kPa	Both	2	<input type="checkbox"/>	

OK Cancel Use Defaults Help

FlexUnits

	Attribute Type	Unit	System	Display precision	Scientific notation
16	Cost per Unit Volume	Δραχ/μ³	SI	2	<input type="checkbox"/>
17	Cross Slope	m/m	SI	3	<input type="checkbox"/>
18	Curve Number		None	0	<input type="checkbox"/>
19	Depth	m	SI	2	<input type="checkbox"/>
20	Diameter	mm	SI	1	<input type="checkbox"/>
21	Diameter-Length	mm-km	SI	2	<input type="checkbox"/>
22	Diffusivity	m²/s	SI	2	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Elevation	m	SI	3	<input type="checkbox"/>
24	Emitter Coefficient	l/s/m H ²	SI	2	<input type="checkbox"/>
25	Energy	kWh	Both	2	<input type="checkbox"/>
26	Flow	m³/s	SI	4	<input type="checkbox"/>
27	Flow - Water	l/s	SI	3	<input type="checkbox"/>
28	Friction Factor		None	2	<input type="checkbox"/>
29	Grade	m	SI	2	<input type="checkbox"/>
30	Inertia		None	0	<input type="checkbox"/>

OK Cancel Use Defaults Help

FlexUnits

	Attribute Type	Unit	System	Display precision	Scientific notation
31	Kinematic Viscosity	m²/s	SI	4	<input checked="" type="checkbox"/>
32	Large Area	km²	SI	2	<input type="checkbox"/>
33	Large Flow	m³/s	SI	3	<input type="checkbox"/>
34	Large Population	1000 cap	None	3	<input type="checkbox"/>
35	Length	m	SI	2	<input type="checkbox"/>
36	Length - Short	mm	SI	1	<input type="checkbox"/>
37	Mass Rate	mg/sec	Both	2	<input type="checkbox"/>
38	Percent	%	None	1	<input type="checkbox"/>
39	Population	capita	None	0	<input type="checkbox"/>
40	Power	kW	SI	2	<input type="checkbox"/>
	Power - Electrical	kW	SI	2	<input type="checkbox"/>
	Pressure	atm	US	2	<input type="checkbox"/>
	Rainfall Duration	min	Both	2	<input type="checkbox"/>
	Rainfall Intensity	mm/hr	SI	2	<input type="checkbox"/>
	Rainfall Volume	mm	SI	2	<input type="checkbox"/>

OK Cancel Use Defaults Help

FlexUnits

	Attribute Type	Unit	System	Display precision	Scientific notation
46	Rational C		None	2	<input type="checkbox"/>
47	Return Period	year	Both	0	<input type="checkbox"/>
48	Reynolds Number		None	4	<input checked="" type="checkbox"/>
49	Rise and Span	mm	SI	1	<input type="checkbox"/>
50	Roughness - Absolute	m	SI	5	<input checked="" type="checkbox"/>
51	Roughness - Hazen Williams		None	1	<input type="checkbox"/>
52	Roughness - Kutters		None	3	<input type="checkbox"/>
53	Roughness - Mannings		None	3	<input type="checkbox"/>
54	Scale	mm	SI	0	<input type="checkbox"/>
55	Sewer Flow	l/d	SI	2	<input type="checkbox"/>
56	Sewer Volume	m³	SI	2	<input type="checkbox"/>
57	Slope - Long	m/m	SI	6	<input type="checkbox"/>
58	Slope - Side	H : V	None	2	<input type="checkbox"/>
59	Slope - Water	m/km	SI	2	<input type="checkbox"/>
60	Standard Weights	N/m³	SI	2	<input type="checkbox"/>

OK Cancel Use Defaults Help

FlexUnits

	Attribute Type	Unit	System	Display precision	Scientific notation
60	Specific Weight	N/m ³	SI	2	<input type="checkbox"/>
61	Station	m	SI	0	<input type="checkbox"/>
62	Surface Area	ha	SI	2	<input type="checkbox"/>
63	Tank Diameter	m	SI	2	<input type="checkbox"/>
64	Temperature	°C	SI	1	<input type="checkbox"/>
65	Time - Extended	hr	Both	3	<input type="checkbox"/>
66	Time - Flow	min	Both	2	<input type="checkbox"/>
67	Time - Long	day	Both	0	<input type="checkbox"/>
68	Unit Cost	Δpx	None	0	<input type="checkbox"/>
69	Velocity	m/s	SI	2	<input type="checkbox"/>
70	Volume	m ³	SI	2	<input type="checkbox"/>
71	Wall Reaction Rate (First Order)	m/day	SI	2	<input type="checkbox"/>
72	Wall Reaction Rate (Zero Order)	mg/m ² /d	SI	2	<input type="checkbox"/>
73	Width	m	SI	2	<input type="checkbox"/>

OK Cancel Use Defaults Help



11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

11.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το μοντέλο προσομοίωσης

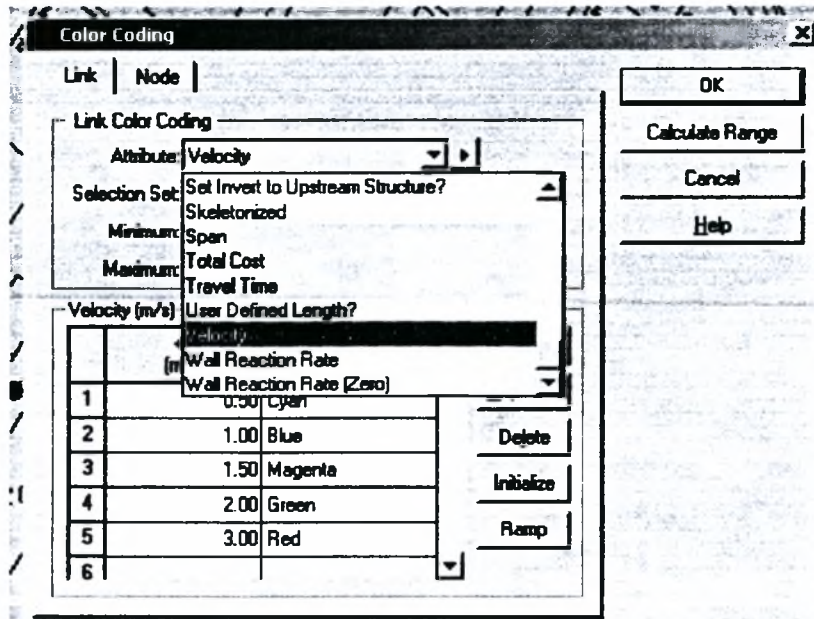
Εν κατακλείδι, το watercad αποδείχθηκε ένα πλήρως λειτουργικό και αξιόπιστο πρόγραμμα, όσον αφορά την προσομοίωση του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης των περιοχών που τελούν υπό την ευθύνη της ΔΕΥΑΜΒ. Και μολονότι η εισαγωγή των δεδομένων και η ρύθμιση των παραμέτρων του μοντέλου καταλαμβάνουν σχεδόν την συντριπτική πλειοψηφία του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση της υδραυλικής επίλυσης και την εξαγωγή των συμπερασμάτων, η προοπτική μελλοντικής αξιοποίησης των δεδομένων αντισταθμίζει με το παραπάνω το δυσανάλογο μέγεθος του αρχικού φόρτου εργασίας.

Η ύπαρξη μιας σωστά δομημένης βάσης δεδομένων και ενός σωστά ρυθμισμένου μοντέλου ενδείκνυται ως η βέλτιστη λύση στο θέμα της επικαιροποίησης καθώς πλέον η παρουσίαση των αλλαγών γίνεται πολύ γρήγορα με την εισαγωγή των νέων στοιχείων ή την μεταβολή των παλιών. Επιπλέον καθίσταται δυνατό ο χρήστης να εκμεταλλευτεί μια πληθώρα επιλογών που προσφέρεται από το σύστημα – όπως τον καθορισμό διαφορετικών σεναρίων και η αποθήκευσή τους, συνδυασμό οικονομικής και υδραυλικής μελέτης στο ίδιο μοντέλο, πολλαπλή και γρήγορη μετατροπή όλων των δεδομένων μέσω του global edit κ.ά.

Ενώ δεν θα πρέπει να παραληφθεί και η σημασία των νέων εκδόσεων που κυκλοφορούν ανά τακτά διαστήματα. Η επιλογή επεξεργασίας ενός δικτύου, μέσω ενός ευρέως γνωστού και καταξιωμένου προγράμματος σαν το watercad, εγγυάται καλή τεχνική υποστήριξη και διαρκή ανανέωση του δυνατοτήτων και των επιλογών που προσφέρει, εκτενέστερη διασυνδεσιμότητα με άλλα προγράμματα κ.ά. (ήδη η έκδοση που διαθέτει το πανεπιστήμιο, υπήρξε καινοτόμος σε σχέση με την προηγούμενη της όσον αφορά τη συνεργασία της με το Microsoft Office, μέσω του οποίου διατίθενται τα αποτελέσματα της επίλυσης σε ψηφιακή μορφή).

Τέλος δυο ακόμα αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα του προγράμματος είναι αφενός η εμποπτική εικόνα που προσφέρει σε κάθε χρονική στιγμή ανάλογα με το μέγεθος που επιλέγεται (όπως υψόμετρο, ταχύτητα, στάθμη νερού, μήκος, κόστος κ.ά.) και το εύρος τιμών που ορίζεται από το χρήστη και αφετέρου η ευκολία που παρέχει μετά το πέρας της επίλυσης στον εντοπισμό και τη διόρθωση λαθών. Με την ενεργοποίηση της κατάλληλης εντολής, το πρόγραμμα πραγματοποιεί επιπρόσθετους ελέγχους αν για παράδειγμα όλοι οι αγωγοί έχουν αρχή και πέρας, αν τα υψόμετρα και οι συντελεστές τριβών βρίσκονται σε αποδεκτά όρια κ.ά. Έτσι ο χρήστης μπορεί άμεσα να εντοπίσει τι λάθος υπάρχει και σε ποιο σημείο.

Αξίζει να αναφερθεί ακόμα ότι ο χρόνος επίλυσης είναι πολύ μικρός (μερικά δευτερόλεπτα) για ένα δίκτυο παρομοίου μεγέθους με περίπου 1000 αγωγούς και κόμβους , γεγονός που διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την ολοκλήρωση της μελέτης , ιδιαίτερα αν τα λάθη που υπάρχουν είναι αρκετά.



Σχήμα – 11.1 – Δημιουργία εμποπτικής εικόνας του δικτύου με την επιλογή των κατάλληλων μεγεθών αλλά και του εύρους των τιμών τους στους αγωγούς και τους κόμβους.

Παραδοχές επίλυσης

Οι παραδοχές που έγιναν στην επίλυση , επιλέχθηκαν με γνώμονα τη σωστή λειτουργία του προγράμματος και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Επίσης τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στηρίχθηκαν σε αξιόπιστες πηγές από δημοτικούς και νομαρχιακούς φορείς και κυρίως από την υπηρεσία της ΔΕΥΑΜΒ .

Ο έλεγχος του δικτύου έγινε για τις προβλεπόμενες παροχές αιχμής (ωριαίες) , καθώς και για τις ώρες της ελάχιστης κατανάλωσης. Το υδραυλικό μοντέλο περιλαμβάνει προσομοίωση με

24ωρη κατανομή ανά μια ώρα.

Επεξεργασία και εισαγωγή δεδομένων

Σαν βάση για το στήσιμο του μοντέλου λήφθηκαν τα αρχεία της ΔΕΥΑΜΒ σε ψηφιακή μορφή και συγκεκριμένα σε περιβάλλον watercad. Τα αρχεία που παραδόθηκαν από την υπηρεσία το Σεπτέμβριο του 2002 επικαιροποιήθηκαν μέχρι τον Αύγουστο του επόμενου έτους καθώς στο ενδιάμεσο διάστημα πραγματοποιήθηκαν αρκετές αλλαγές. Ας μην ξεχνάμε ότι ένα υδραυλικό δίκτυο είναι σαν ένας ζωντανός οργανισμός που υπόκειται σε αλλαγές μέρα με τη μέρα.

Παράλληλα πραγματοποιήθηκε η κατάλληλη επεξεργασία – μετατροπή των lines, splines, arcs σε polylines και δημιουργία ξεχωριστών levels ανάλογα με τη διάμετρο και το είδος του υλικού του αγωγού ώστε γίνει κατάλληλα η εισαγωγή τους στο περιβάλλον watercad.

Οι τελικές αλλαγές - όσον αφορά τυχόν λάθη κατά την εισαγωγή του αρχείου dxf αλλά και αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στο δίκτυο στο ενδιάμεσο διάστημα καθώς και μικρές μετατροπές για λόγους ευκολίας – ολοκληρώθηκαν πάνω στο τελικό σχέδιο σε περιβάλλον watercad. Μικρές μετατροπές για πρακτικούς λόγους θα ήταν για παράδειγμα αν σε ένα μικρό τμήμα του αγωγού είχε τοποθετηθεί χάλυβας αντί για πολυαιθυλένιο διότι πάνω από το συγκεκριμένο τμήμα διέρχονταν οι σιδηροδρομικές γραμμές, το κομμάτι θεωρούνταν ολόκληρο πολυαιθυλένιο.

Στο τελικό σχέδιο ολοκληρώθηκε και η τοποθέτηση όλων των στοιχείων που απαρτίζουν το δίκτυο, όπως οι δεξαμενές και οι δικλείδες καθώς και η ρύθμιση τους για τη σωστή λειτουργία του δικτύου. Το μέρος της εισαγωγής των δεδομένων, όσον αφορά τα υψόμετρα και τις καταναλώσεις, υπήρξε και το πιο χρονοβόρο.

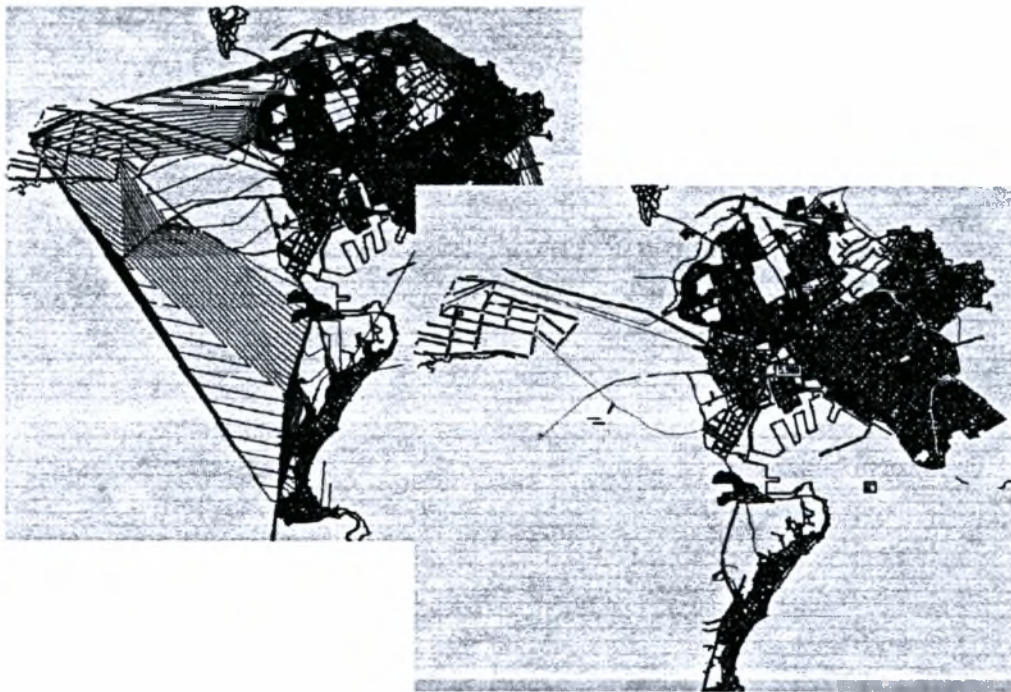
Για τα υψόμετρα η εισαγωγή έγινε με βάση τα σχέδια 'Οριζοντιογραφία δικτύων διανομής – Κατασκευαστικά Στοιχεία', από την μελέτη που διεξήχθησε από τους Λ.Σ. Λαζαρίδη και Γ.Α.Μαχαίρα κόμβο προς κόμβο.

Για τις καταναλώσεις, θεωρήθηκε η αναλογία του μήκους του κάθε αγωγού σε σχέση με ολόκληρο το μήκος των αγωγών όλου του δικτύου, το οποίο πολλαπλασιασμένο με $Q_{\text{ΚΤ.Π.Θ.}}$ $Q_{\text{ΖΥ.Π.Θ.}}$ μας δίνει την κατανάλωση που αντιστοιχεί σε κάθε αγωγό. Η κατανάλωση των κόμβων λοιπόν προκύπτει ως το ημίαθροισμα των αγωγών που συντρέχουν προς αυτόν.

Ταχύτητες

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το μοντέλο , σύμφωνα με εκπρόσωπο της ΔΕΥΑΜΒ αλλά και σύμφωνα με τα αποτελέσματα αντίστοιχης μελέτης που εκπονήθηκε από τους Λ.Σ. Λαζαρίδη και Γ.Α.Μαχαίρα , ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα , αν και μικρές αποκλίσεις ανάλογα με τις παραδοχές αλλά και τη θεωρία που βασίζεται κάθε προσομοίωση , είναι απόλυτα λογικές.

Εξετάζοντας με μια πρώτη μάπα τις χαρακτηριστικές ταχύτητες των αγωγών παρατηρούμε εν γένει μικρές ταχύτητες ακόμα και κατά την ώρα αιχμής , γεγονός που θα οδηγούσε εν πρώτοις σε ένα βιαστικό συμπέρασμα ότι το δίκτυο είναι υπερδιαστασιοποιημένο . Όμως μια δεύτερη μάτια στις πίεςεις των κόμβων κατά τις ώρες αιχμής και μη αιχμής διαψεύδει την πρώτη εικόνα. Παράλληλα με τις ταχύτητες η παρουσία υψηλών πίεςσεων δείχνει ότι η μελέτη προσπάθησε να εξισορροπήσει τις χαρακτηριστικές υδραυλικές τιμές του δικτύου , και πάντα στα πλαίσια μιας οικονομικής λύσης , να προτείνει μια εφικτή και λειτουργική λύση.



Σχήμα - 11.2- Συγκριτική παράθεση της εικόνας των ισοϋψών του υδραυλικού δικτύου του Βόλου και των ταχυτήτων την ώρα αιχμής.

Όσον αφορά τις ταχύτητες , παρουσιάζουν χαμηλές τιμές κυρίως στα άκρα του δικτύου και συγκεκριμένα στην παράλια του Βόλου , στην Ν.Δημητριάδα , στην Ν.Ιωνία και στις Αλυκές. Με λίγα λόγια κυρίως στις περιοχές όπου η διάφορα των υψομέτρων είναι μικρή , όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς και αν συγκρίνει τις ισουψείς με την εικόνα των ταχυτήτων.

Περιπτώσεις που οι ταχύτητες ξεπερνούν τα όρια είναι ελάχιστες. Αγωγοί με υψηλές ταχύτητες απαντώνται σε μικρά τμήματα κοντά στις δεξαμενές της Ν.Ιωνίας , του Λατομείου και του Σαρακηνού , που αποτελούν και περιοχές λιγότερο σημαντικές για το καταναλωτικό κοινό , καθώς στα σημεία τροφοδοσίας των δεξαμενών από όπου ξεκινάνε οι αγωγοί διανομής δεν έχουμε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Τέλος ένα μικρό κομμάτι αγωγού στα όρια της Νέας Δημητριάδας παρουσιάζει επίσης υψηλή ταχύτητα – δηλαδή πάνω από 2 m/sec . Κατά την ώρα μη αιχμής , όπως είναι και αναμενόμενο , έχουμε μικρές ταχύτητες σε ολόκληρο σχεδόν το μήκος του δικτύου.

Πιέσεις

Με την εξέταση των πιέσεων έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του δικτύου. Σε γενικές γραμμές έχουμε υψηλές πιέσεις , αλλά το γεγονός αυτό συγκαταλέγεται μαζί με τις χαμηλές ταχύτητες στην γενική εικόνα του δικτύου , όπως προαναφέρθηκε. Για την εξέταση των πιέσεων γίνεται και ο διαχωρισμός του δικτύου σε ζώνες. Μεγάλη σημασία στο διαχωρισμό και τον αριθμό των ζωνών παίζει το εδαφικό ανάγλυφο.

Για την πόλη του Βόλου , το δίκτυο ύδρευσης αποτελείται από τρεις ζώνες , την χαμηλή , την μέση και την υψηλή . Η κάθε ζώνη τροφοδοτείται από τις ανάλογες δεξαμενές οι οποίες είναι τοποθετημένες στο ίδιο υψόμετρο για κάθε ζώνη – μια μικρή απόκλιση των 2-3 μέτρων είναι εφικτή , όπως στην περίπτωση της Αλυκές η οποία βρίσκεται στα 62 μέτρα και όχι στα 65 μέτρα.

Οι ζώνες επικοινωνούν μεταξύ τους με μειωτές , δικλείδες οι οποίες αναλαμβάνουν να μειώνουν την πίεση , ώστε να υπάρχει ομοιομορφία σε ολόκληρο το δίκτυο. Συγκεκριμένα οι δικλείδες έχουν ρυθμιστεί ώστε στα κατάντη να υπάρχει πίεση 3 ατμόσφαιρες όταν έχουμε μετάβαση από την μέση ζώνη στη χαμηλή στις δυο πρώτες δικλείδες και 6 ατμόσφαιρες όταν έχουμε μετάβαση από την υψηλή στη χαμηλή ζώνη στην τέταρτη δικλείδα. Η τρίτη παραμένει ανενεργή για κατασκευαστικούς λόγους. Η ρύθμιση των πιέσεων κατάντη της δικλείδας γίνεται με γνώμονα την ομοιομορφία των πιέσεων στο δίκτυο , γι αυτό και έχουν επιλεγθεί οι

συγκεκριμένες τιμές , οι οποίες με μια διαφορετική διάταξη του δικτύου ενδεχομένως να ήταν διαφορετικές.

Οι ζώνες αν και επικοινωνούν μεταξύ τους , μπορούν θεωρητικά να λειτουργήσουν και ως τρία υποδίκτυα ανεξάρτητα μεταξύ τους. Το μεγαλύτερο μέρος του δικτύου καταλαμβάνει η χαμηλή ζώνη , ενώ δεύτερη σε έκταση έρχεται η μέση ζώνη και τέλος η υψηλή. Το γεγονός ότι ο Βόλος βρίσκεται σε πεδινή έκταση ενώ εκτείνεται και μέχρι τους πρόποδες του Πηλίου βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με τη συγκεκριμένη κατανομή των ζωνών.

Όσον αφορά την πίεση , η οποία αποτελεί και ένα από τα σημαντικότερα μεγέθη του υδραυλικού δικτύου καθώς γίνεται άμεσα αντιληπτή από το καταναλωτικό κοινό , την εξετάζουμε τόσο στην ώρα αιχμής , όσο και στην ώρα μη αιχμής ώστε να ελέγξουμε τα κάτω και άνω όρια της αντίστοιχα. Θεωρούμε ένα επιθυμητό εύρος πιέσεων ανάμεσα στις 2-8 ατμόσφαιρες κι επόμενες λέγοντας υψηλές πιέσεις θα εννοούμε τις πιέσεις που είναι μεγαλύτερες από 8 ατμόσφαιρες και χαμηλές , τις πιέσεις που είναι μικρότερες από 2 ατμόσφαιρες.

Στην **υψηλή ζώνη** κατά την ώρα μη αιχμής , παρατηρούνται υψηλές πιέσεις στο πιο απομακρυσμένο δυτικότερο τμήμα του δικτύου , αλλά η εικόνα αυτή είναι φυσιολογική λόγω του χαμηλού υψομέτρου . Το γεγονός αυτό θα μπορούσε θεωρητικά να διορθωθεί με την κατασκευή νέας γραμμής από άλλη δεξαμενή – τη δεξαμενή της Ν.Ιωνίας - όμως κάτι τέτοιο θα επισκίαζε κατά πολύ ενδεχομένως τον παράγοντα κόστους , ο οποίος δυστυχώς στην πραγματικότητα είναι ο πιο σημαντικός.

Κατά την ώρα αιχμής δεν έχουμε κόμβους με χαμηλή πίεση καθώς η χαμηλότερη πίεση δεν πέφτει κάτω από τις 3 ατμόσφαιρες (σχήμα 10.7.1). Εξάλλου η υψηλή ζώνη καλύπτοντας μικρότερη έκταση και λιγότερες υδροληψίες αναλογικά με τις άλλες ζώνες , ανταποκρίνεται ευκολότερα στη ζήτηση.

Στην **μέση ζώνη** , κατά την ώρα αιχμής χαμηλές πιέσεις έχουμε σποραδικά σε πολύ μικρές περιοχές (4-5 κομβί ανά περιοχή) , οι οποίες δεν αποτελούν κανένα ιδιαίτερο πρόβλημα . Επίσης χαμηλές πιέσεις εμφανίζονται σε περιοχές κοντά σε δεξαμενές , ένα φαινόμενο που είναι αδύνατο να εξαλειφθεί αλλά όπως αναφέρθηκε οι περιοχές κοντά στις δεξαμενές δεν αποτελούν κατοικήσιμους τόπους.

Κατά την ώρα μη αιχμής οι υψηλές πιέσεις επικεντρώνονται κατά μήκος της οδού Ζάχου λόγω της στένωσης που δημιουργείται στον κόμβο 31,750 και μετά τη δικλείδα PRV – 4 , η οποία

στα κατάντη είναι ρυθμισμένη ώστε να σταθεροποιεί την πίεση στις 6 ατμόσφαιρες. Είναι λογικό λοιπόν οι κομβίοι που επακολουθούν να εμφανίζουν υψηλή πίεση , δηλαδή πίεση άνω των 6 ατμοσφαιρών.

Στην **χαμηλή** ζώνη κατά την ώρα αιχμής συναντάμε χαμηλές πιέσεις σε δυο διακλαδώσεις από τη δεξαμενή του Λατομείου , ο ένας αγωγός ακολουθεί τη Ρήγα Φεραίου και ο δεύτερος τη Δωδεκανήσου και κατόπιν τη Μαβίλη. Για την περιοχή που βρίσκεται στα σύνορα της Ν.Δημητριάδας είναι φανερό ότι τα σχετικά υψηλά υψόμετρα της περιοχής και οι μικρές διαμέτροι των αγωγών ευθύνονται για τις χαμηλές πιέσεις.

Εν γένει , ο παράγοντας υψόμετρο είναι συνήθως ο καθοριστικός στη διαμόρφωση της διακύμανσης της πίεσης καθώς άλλοι παράγοντες όπως η διάμετρος και το είδος του υλικού ελάχιστα και σε σπάνιες περιπτώσεις διαφοροποιούνται σημαντικά. Ειδικά στη συγκεκριμένη επίλυση , το πρόγραμμα με βάση τα δεδομένα που διαθέτει από ανάλογη βιβλιοθήκη θεωρεί το συντελεστής C του Hazen-Williams ίσο με 100 για τους αγωγούς από χάλυβα , για τους αγωγούς από πολυαιθυλένιο και PVC είναι 150 ,ενώ από αμιαντοτσιμέντο ίσος με 140, οι διαφορές επομένως είναι αμελητέες.

Κατά την ώρα μη αιχμής οι δυο περιοχές που υστερούν από άποψη πιέσεων είναι η παραλιακή ζώνη και η περιοχή των Αλυκών . Τα χαμηλά υψόμετρα τόσο στην μια όσο και στην άλλη περίπτωση αποτελούν την αιτία για την ανάπτυξη υψηλών πιέσεων.

Γενικά λοιπόν στο μοντέλο μας εμφανίζονται τόσο χαμηλές , όσο και υψηλές χωρίς φυσικά να δημιουργούνται σημαντικά προβλήματα . Εξάλλου τις περισσότερες φορές είναι εμφανές ο λόγος της παρουσίας τους και ένας διαφορετικός υδραυλικός σχεδιασμός - ο οποίος εκ των πραγμάτων υπόκειται σε πολλούς γεωγραφικούς και άλλους περιορισμούς – να μην μπορούσε να παρουσιάσει μια διαφορετική εικόνα.

Δεξαμενές

Η λειτουργία των δεξαμενών είναι πολύ ικανοποιητική με εξαίρεση τη δεξαμενή της Βιομηχανικής Ζώνης , η οποία κατασκευάστηκε στο παρελθόν με διαφορετικές προοπτικές ανάπτυξης με αποτέλεσμα να μείνει αναξιοποίητο το μέγεθος της. Σε γενικές γραμμές σύμφωνα με τα γραφήματα του ποσοστού των δεξαμενών που γεμίζει στην πάροδο του χρόνου , οι δεξαμενές κυμάνθηκαν σε αποδεκτά όρια και το σημαντικότερο , στα πλαίσια της

οικονομικής διαστασιολόγησης και καλής λειτουργίας.

Έτσι εμφάνισαν τιμές από το 20 μέχρι το 100% με τα ανάλογα risk κατά τις ώρες αιχμής το πρωί και το απόγευμα σύμφωνα με το πρότυπο ωριαίας διακύμανσης . Ο χρόνος υστέρησης των αιχμών στα γραφήματα και στις πραγματικές αιχμές είναι ικανοποιητικός , συμπέρασμα που μας οδηγεί στο γεγονός του ότι το υδατικό απόθεμα της δεξαμενής επαρκεί για να ικανοποιήσει τις ανάγκες των καταναλωτών. Επιπλέον ένα επιπρόσθετο συμπέρασμα που μπορεί εξαχθεί από τα γραφήματα είναι ο χρόνος που η δεξαμενή μένει γεμάτη και ο χρόνος που διατηρείται στη χαμηλότερη στάθμη της , ο οποίος είναι εξίσου ικανοποιητικός με τη γενικότερη συμπεριφορά των δεξαμενών.

Κόστος προτεινομένου δικτύου

Το νέο δίκτυο που προτείνεται αποτελείται από αγωγούς πολυαιθυλενίου οι οποίοι αντικαθιστούν σιγά-σιγά όλους τους παλιότερους αγωγούς.

Το κόστος που υπολογίστηκε κρίνεται ικανοποιητικό με βάση τις ανάγκες αντικατάστασης του δικτύου , αλλά και των χρημάτων που μπορεί να διαθέσει η ΔΕΥΑΜΒ. Πιο αναλυτικά , το κόστος ανά διάμετρο αγωγού είναι

Diameter external (mm)	Diameter internal (mm)	Length (m)	Material	Cost (€/μ.μ)	Cost (€)
Φ125	102	671.000	PE	20	13,420.00 €
Φ200	164	35963.500	PE	35	1,258,722.50 €
Φ250	204	2295.5	PE	40	91,820.00 €
Φ315	258	1668	PE	50	83,400.00 €
Φ355	290	3227	PE	60	193,620.00 €
					1,640,982.50 €

Προτάσεις

Η εξαγωγή ουσιαστικών προτάσεων για το δίκτυο και τη λειτουργία του υπερβαίνει τα όρια μιας απλής διπλωματικής. Σε μεγάλα κλειστά κυκλοφοριακά δίκτυα έκτασης όμοιας με του Βόλου και μεγαλύτερης, γίνεται όλο και δυσκολότερη η εξεύρεση λύσεων και η πρόταση αλλαγών καθώς αυξάνεται η πολυπλοκότητα του δικτύου και οι παράγοντες που επηρεάζουν ο ένας τον άλλον. Εξάλλου απαραίτητο είναι ένα πλήθος πληροφοριών (όπως η ανάγκη επέκτασης του σχεδίου πόλης, το κόστος και η γκάμα ηλεκτρονικού και τεχνολογικού εξοπλισμού κ.ά.) και η ύπαρξη ανάλογης εμπειρίας και τεχνογνωσίας σε παρόμοιες εφαρμογές.

Ωστόσο σε ότι αφορά την ανάγκη αντικατάστασης του μεγαλύτερου μέρους των αγωγών από αμιαντοσιμεντο, παλαιών αγωγών από PVC, χυτοσιδήρων και γαλβανισμένων σιδηροσωλήνων – όπως αναφέρεται στην μελέτη των Λ.Σ. Λαζαρίδη και Γ.Α.Μαχαίρα - παρατηρούμε τα εξής:

- ξ Η αντικατάστασή τους είναι απαραίτητη για λόγους εξοικονόμησης νερού, η οποία ιδιαίτερα στο Βόλο είναι απαραίτητη, αφού η εξεύρεση ποιοτικά κατάλληλων νερών είναι δυσκολότατη και θα μπορούσε να λεχθεί και ανέφικτη πάνω από ένα λογικό μέγεθος.
- ξ Οι απώλειες των δικτύων ανέρχονται σε επίπεδα που φθάνουν σε ~39% (έτη 1999-2000), όπως προκύπτει από τους πίνακες που μας έδωσε η ΔΕΥΑΜΒ. Οι απώλειες αυτές προέρχονται κυρίως από τα παλιά δίκτυα (αμιαντοσιμεντοσωλήνες, PVC, χυτοσίδηροι, και σιδηροσωλήνες), σύμφωνα με σχετική έρευνα που διενήργησε η ΔΕΥΑΜΒ για τον έλεγχο των διαρροών.
- ξ Η χρήση σωλήνων πολυαιθλενίου 10 ατμ 3ης γενιάς έχει κόστος ίσο ή μικρότερο από τη χρήση σωλήνων PVC 10 ατμ., ενώ η τοποθέτησή τους είναι ταχύτερη και δεν μπορεί να εκτιμηθεί ότι θα υπάρξουν καλύτερες συνθήκες οικονομικού ανταγωνισμού για τον εργοδότη.
- ξ Οι αναμενόμενες μελλοντικές διαρροές στους σωλήνες PE θα είναι μικρότερες από αυτές σε PVC λόγω του μικρότερου αριθμού ενώσεων-συνδέσεων.

Επίσης σύμφωνα με τη ίδια μελέτη, με την ολοκλήρωση του δικτύου και των προτεινομένων

έργων επιτυγχάνεται

- ξ Ενίσχυση και επέκταση του εσωτερικού δικτύου διανομής.
- ξ Βελτίωση της λειτουργίας του με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού.
- ξ Μείωση των υπερπιέσεων κύρια στις χρονικές περιόδους χαμηλών καταναλώσεων ώστε να υπάρξει μείωση των υφιστάμενων διαρροών, οι οποίες είναι ιδιαίτερα αυξημένες στο σημερινό δίκτυο. Όταν το δίκτυο στη τελική φάση ανακαινισθεί πλήρως και ελεγχθεί από πλευράς διαρροών μπορεί να λειτουργήσει ενδεχόμενα και χωρίς μείωση υπερπιέσεων.
- ξ Τροφοδοσία των εκτεταμένων δικτύων διανομής από επίκαιρα σημεία, και στην κυκλοφορία του νερού με ένα πλήρες κυκλοφοριακό δίκτυο.
- ξ Διαχωρισμός ζωνών ελέγχου - συντήρησης - απομόνωσης, η οποία επιτυγχάνεται μέσω διπλών αγωγών και απομόνωσης τους σε διακεκριμένα σημεία. Η διακριτοποίηση αυτή θα εξυπηρετεί τις διαδικασίες ελέγχου και εντοπισμού διαρροών, ενώ θα καθορίζει με σαφήνεια τα όρια των εξυπηρετούμενων περιοχών που θα θίγονται από τυχόν μεμονωμένες διακοπές για λόγους συντήρησης.
- ξ Τέλος, προβλέπονται εναλλακτικές δίοδοι τροφοδοσίας των ζωνών για λόγους ασφαλείας, με εφεδρικές συσκευές μείωσης πίεσης κλειστές σε κανονική λειτουργία.

11.2 ΦΡΟΝΤΙΔΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Θα ήταν λάθος να κάνουμε προβλέψεις για την εξέλιξη των υδρεύσεων στο απώτερο μέλλον. Περιορίζουμε τις προβλέψεις μας σε ένα διάστημα 30 ετών που μας φαίνεται αρκετά κοντινό. Σήμερα έχουμε πάρει το δρόμο που μας πάει στο έτος 2030. Όταν ασχολούμαστε με υδρεύσεις οικισμών, πρέπει κιόλας να βρισκόμαστε με τις προβλέψεις μας στο 2030.

Για να αντιμετωπίσουμε τα μελλοντικά προβλήματα, χρειάζεται μια σειρά μέτρων που έχουν ως βάση τους τον ευρύτερο σχεδιασμό της υδατικής πολιτικής. Με αφετηρία τα διαθέσιμα νερά και τις ανάγκες, και λαμβάνοντας υπ' όψη τις διακυμάνσεις τους στο χρόνο καθώς και την κατάσταση που επικρατεί σήμερα, πρέπει να καταρτίσουμε υδατικά ισοζύγια για το μέλλον. Άλλα στοιχεία για το σκοπό αυτό είναι τα στατιστικά δεδομένα υδρολογικής και μετεωρολογικής φύσεως (περιλαμβανομένων και ενδεχόμενων αλλοιώσεων του κλίματος), οι έρευνες υπόγειων νερών και των διακυμάνσεων τους, οι ροπές στην πληθυσμιακή εξέλιξη των αστικών και των αγροτικών περιοχών, καθώς και οι προοπτικές βιομηχανικής αναπτύξεως. Πρέπει επίσης να έχουμε επίγνωση των φυσικοχημικών διαδικασιών.

Ο γενικός σχεδιασμός θα βοηθήσει στο να προγραμματιστούν τα μέτρα που είναι αναγκαία από την άποψη της υδατικής οικονομίας. Από αυτόν θα προκύψουν οι προδιαγραφές της μελλοντικής αξιοποίησεως των επίγειων και υπόγειων υδατικών πόρων. Ένας τέτοιος σχεδιασμός πρέπει να καλύψει ένα διάστημα 30 ετών περίπου και να εξετάζει ως ενιαία σύνολα ολόκληρες λεκάνες απορροής ενός πόταμου, και σε ορισμένες περιπτώσεις και ολόκληρες οικονομικές ενότητες, που κι αυτές όμως πρέπει να εξετάζονται σε αλληλεξάρτηση μεταξύ τους.

Ο σχεδιασμός αυτός θα καθορίζει απλώς τα κριτήρια και τα πλαίσια της ακολουθητέας πολιτικής, η οποία πρέπει να προσαρμόζεται συνεχώς στις μεταβαλλόμενες καταστάσεις. Από το σχεδιασμό θα μάθουμε ποιες είναι οι δυνατότητες μελλοντικής αναπτύξεως των υδατικών πόρων και θα ποριστούμε τα βασικά στοιχεία των έργων που πρόκειται να υλοποιήσουν την υδατική πολιτική. Κανένας κλάδος της υδραυλικής επιστήμης δεν μπορεί σήμερα και δε θα μπορεί στο μέλλον να σταθεί ανεξάρτητος και μοναχικός. Ειδικά όμως ο τομέας των υδρεύσεων είναι ένας από τους πιο σημαντικούς για όλο τον προγραμματισμό. Εννοείται ότι ο υδατικός προγραμματισμός πρέπει να γίνεται σε στενή συσχέτιση με το γενικό χωροταξικό σχεδιασμό.

Πρέπει να περιμένουμε ότι γύρω στο τέλος του αιώνα, ελάχιστοι νέοι πόροι υπόγειου νερού θα είναι διαθέσιμοι για εκμετάλλευση, γιατί το διαθέσιμο δυναμικό προβλέπεται ότι θα έχει εξαντληθεί. Κατ' ανάγκη λοιπόν πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε μεγαλύτερη έκταση τα

επιφανειακά νερά. 'Αν όμως η ρύπανση των ποταμών και των λιμνών προχωρήσει με τον ίδιο ρυθμό που παρατηρείται σήμερα, τότε θα βρεθούμε στην ανάγκη να προβλέψουμε δαπανηρές εγκαταστάσεις καθαρισμού. Ήδη σήμερα, τα επιφανειακά νερά βρίσκονται στο όριο της ικανότητας τους να αυτοκαθαρίζονται χωρίς τεχνητή παρέμβαση. Ακόμα υπάρχουν δυνατότητες να συλλάβουμε σχετικά καθαρό νερό στα ανάντη άκρα των λεκανών απορροής με τη βοήθεια φραγμάτων. Η λύση των τεχνητών λιμνών ασφαλώς θα αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία για τις υδρεύσεις. Ήδη σήμερα, το νερό των τεχνητών λιμνών έχει καλύτερη ποιότητα από οποιοδήποτε άλλο επιφανειακό νερό.

Εξ αιτίας της άνισης κατανομής του νερού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις υδρεύσεις, δεν είναι σπάνια ή μεταφορά του νερού σε σημαντικές αποστάσεις. Η μεταφορά γίνεται από περιοχές υδατικού πλεονάσματος σε περιοχές υδατικού ελλείμματος. Ανάμεσα στα παλαιότερα έργα μεταφοράς νερού της νεώτερης εποχής, συγκαταλέγεται το υδραγωγείο από το Semmering στη Βιέννη. Και στη Γερμανία υπάρχουν αρκετές πόλεις που χρησιμοποιούν νερό από μακρινές αποστάσεις, π.χ. το Μόναχο. Έτσι αναπτύχθηκε η τεχνική της υδρεύσεως, με ενιαίο έργο, ολόκληρων περιοχών. Η τάση για τέτοιου είδους υδρεύσεις γίνεται όλο και ισχυρότερη. Η περιοχή καταναλώσεως δεν είναι πια ένας οικισμός αλλά είναι μια ενότητα οικιστική. Η εγκατάλειψη των μεμονωμένων έργων μας οδηγεί σε ένα νέο πνεύμα τεχνικής σκέψεως, σε ένα νέο είδος μελέτης, ακόμη και σε νέου είδους νομικές και οικονομικές ρυθμίσεις.

Οι εξελίξεις αυτές είναι η φυσική συνέπεια της μεταφοράς του νερού από μεγάλες αποστάσεις. Πρόσφατα, έχει σημειωθεί η προσπάθεια να διασυνδέονται διάφορες περιοχές καταναλώσεως μεταξύ τους ώστε να γίνεται μια καλύτερη εξισορρόπηση ανάμεσα στις ανάγκες των περιοχών αυτών. Αυτός ο τρόπος εντατικότερης αξιοποίησεως των υδατικών πόρων, γνωστός από άλλους κλάδους της υδατικής οικονομίας, γίνεται όλο και πιο επίκαιρος στον τομέα των υδρεύσεων και ασφαλώς θα αποτελέσει ένα από τα μελλοντικά προβλήματα αυτού του κλάδου της υδραυλικής. Αρχές τέτοιων διασυνδέσεων έχουν ήδη πραγματοποιηθεί.

Δεν εξαντλούνται όμως μ' αυτά οι φροντίδες για τη μελλοντική εξασφάλιση του νερού των υδρεύσεων. Ήδη άρχισε να γίνεται λόγος για εισαγωγή νερού από το εξωτερικό. Επίσης, ένας από τους στόχους του κοντινού μέλλοντος είναι η αξιοποίηση του ανεξάντλητου υδατικού αποθέματος της θάλασσας, είτε με τη σύλληψη υποθαλάσσιων πηγών γλυκού νερού, είτε με την επεξεργασία του ίδιου του θαλασσινού νερού.

Θα ήταν αδιανόητο να πραγματευτούμε θέματα υδρεύσεως οικισμών, χωρίς να δώσουμε την αναγκαία προσοχή στη διατήρηση της καθαρότητας του νερού που βρίσκεται στη φύση,

περιλαμβανομένου του θαλασσινού νερού. Για το σκοπό αυτό χρειάζεται, όχι μόνο προστασία των νερών αλλά και προσδιορισμός ζωνών ασφαλείας.

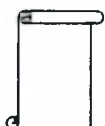
Εννοείται ότι οι υδρεύσεις έχουν αλληλεξάρτηση με τους υπονόμους και με την τεχνική του καθαρισμού των λυμάτων. Τα προβλήματα της υδραυλικής των οικισμών δεν μπορούν να λυθούν παρά μόνο στο σύνολό τους.

Τα ζητήματα που σχετίζονται με το νερό, έπαψαν ν' αποτελούν θέματα αποκλειστικής δικαιοδοσίας των επιμέρους κρατών. Αυτό γίνεται φανερό και από το Χάρτη του Συμβουλίου της Ευρώπης της 6ης Μαΐου 1968 (Ευρωπαϊκός Χάρτης Υδάτων), όπου διακηρύσσεται η ανάγκη διακρατικών συμφώνων. Θα κλείσουμε, δίνοντας το κείμενο αυτού του Χάρτη :

Ευρωπαϊκός Χάρτης Υδάτων, όπως εξαγγέλθηκε την 6η Μαΐου 1968 από το Στρασβούργο

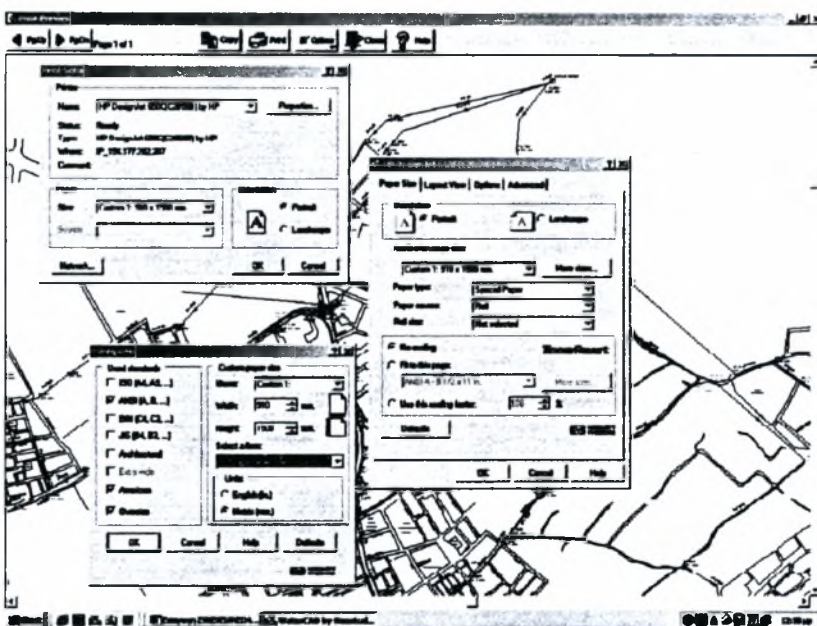
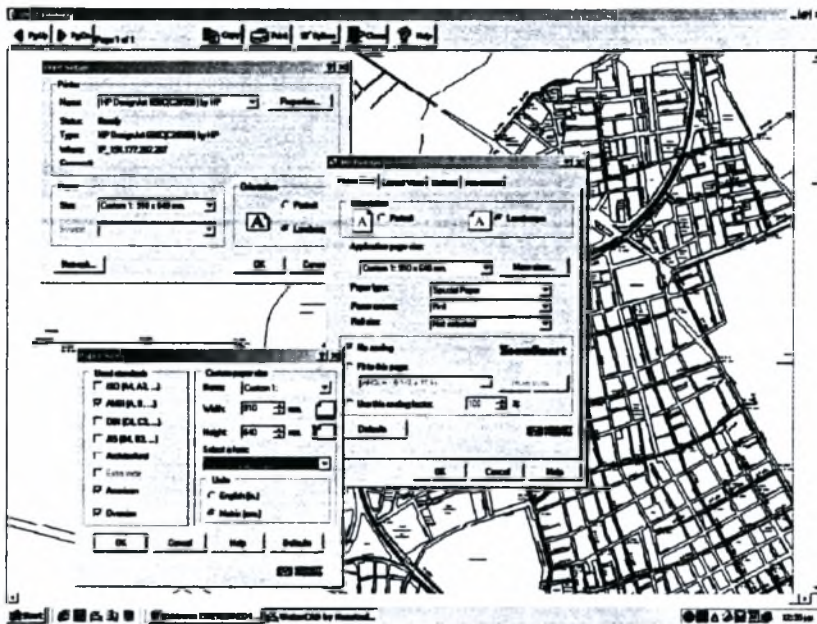
- I. Χωρίς νερό δεν υπάρχει ζωή. Το νερό είναι πολύτιμο αγαθό, απαραίτητο στον άνθρωπο.
- II. Τα αποθέματα νερού καλής ποιότητας δεν είναι ανεξάντλητα. Γι' αυτό γίνεται όλο και πιο επείγουσα η φροντίδα να τα συντηρούμε, να μην τα σπαταλάμε και, αν είναι δυνατόν, να τα εμπλουτίζουμε.
- III. Η ρύπανση του νερού είναι ζημιογόνος για τον άνθρωπο και για όλα τα άλλα έμβια όντα.
- IV. Η ποιότητα του νερού πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της δημόσιας υγείας ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση.
- V. Νερό που έχει χρησιμοποιηθεί πρέπει να επιστρέφεται στους αποδέκτες σε τέτοια κατάσταση ώστε να μην εμποδίζεται η επαναχρησιμοποίησή του για δημόσια ή ιδιωτική κατανάλωση.
- VI. Στη διατήρηση των υδατικών πόρων συμβάλλει αποφασιστικά η φυτοκάλυψη, και ειδικότερα, το δάσος.
- VII. Πρέπει να γίνει εκτίμηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων.

- VIII. Η υδατική πολιτική πρέπει να ρυθμίζεται και να καθοδηγείται από αρμόδιους φορείς.
- IX. Για την προστασία των νερών απαιτείται εντατική επιστημονική ερευνά, εκπαίδευση ειδικών επιστημόνων και ενημέρωση του κοινού.
- X. Κάθε άνθρωπος έχει καθήκον απέναντι στην ολότητα να χρησιμοποιεί το νερό φειδωλά και προσεκτικά.
- XI. Ο σχεδιασμός της υδατικής οικονομίας πρέπει να επηρεάζεται λιγότερο από διοικητικά και πολιτικά όρια και περισσότερο από τα όρια των φυσικών λεκανών.
- XII. Το νερό δε γνωρίζει κρατικά σύνορα. Απαιτεί διεθνή συνεργασία.



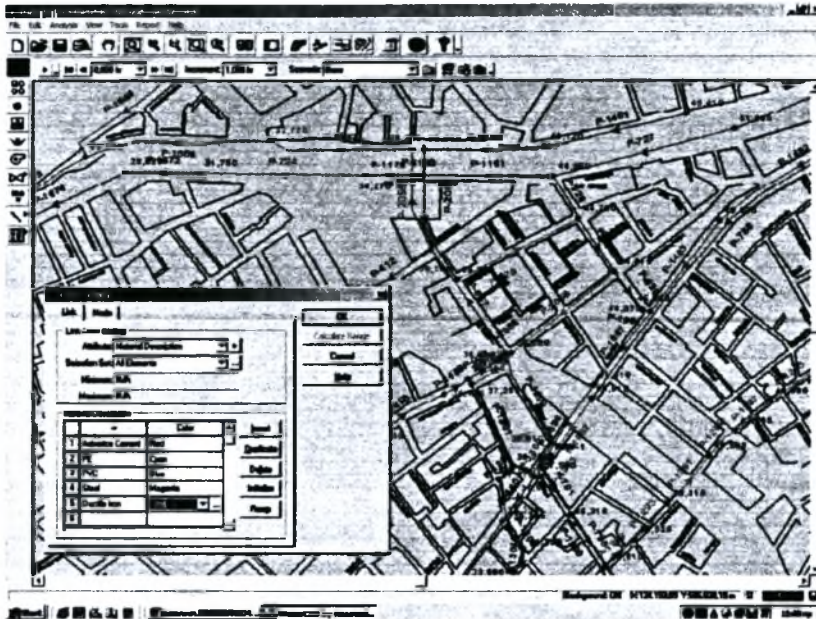
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - ΣΧΕΔΙΑ

Για την εκτύπωση, με σκοπό να υπάρχει επαρκής ευκρίνεια, το σχέδιο χωρίστηκε σε δυο μέρη, ένα σε διαστάσεις 910 (height) επί 640 (width) χιλιοστά (landscape) που περιελάμβανε κυρίως τη βιομηχανική περιοχή και σ' ένα μεγαλύτερο κομμάτι σε διαστάσεις 1500 (width) επί 910 (height) χιλιοστά (portrait) που περιελάμβανε το υπόλοιπο μέρος του δικτύου.

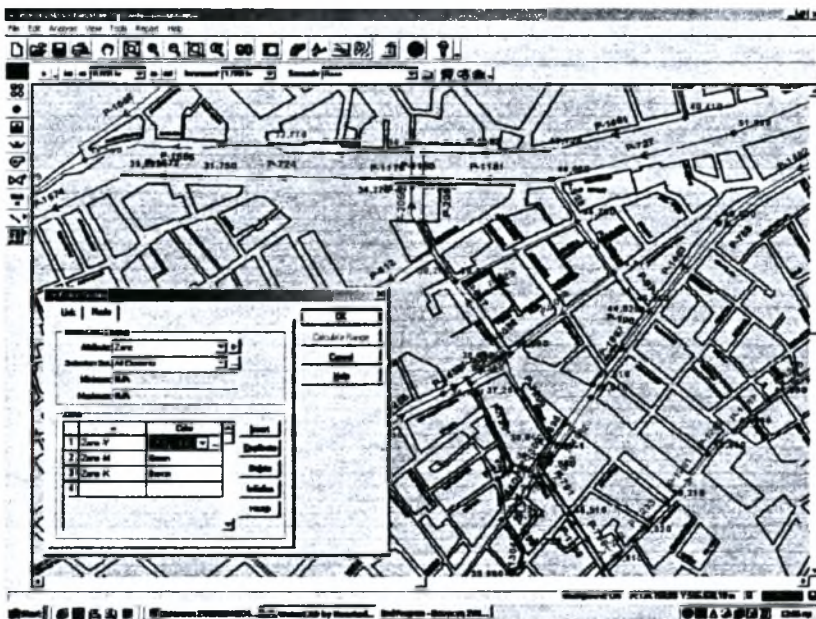


Εκτυπώθηκαν σε plotter έγχρωμο τ' ακόλουθα σχέδια

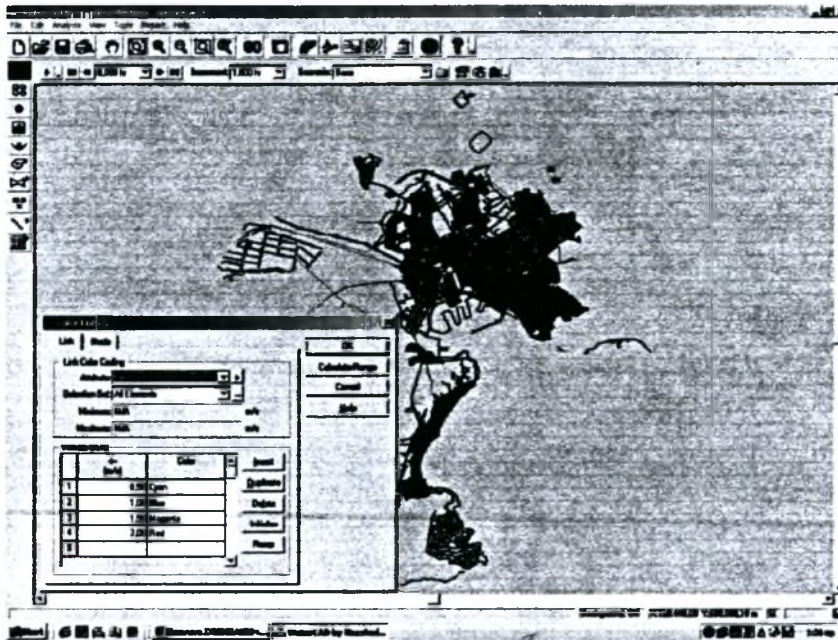
Α. οι αγωγοί σε χρώμα ανάλογα με το υλικό που αποτελούνται



και οι κόμβοι ανάλογα με τη ζώνη στην οποία ανήκουν

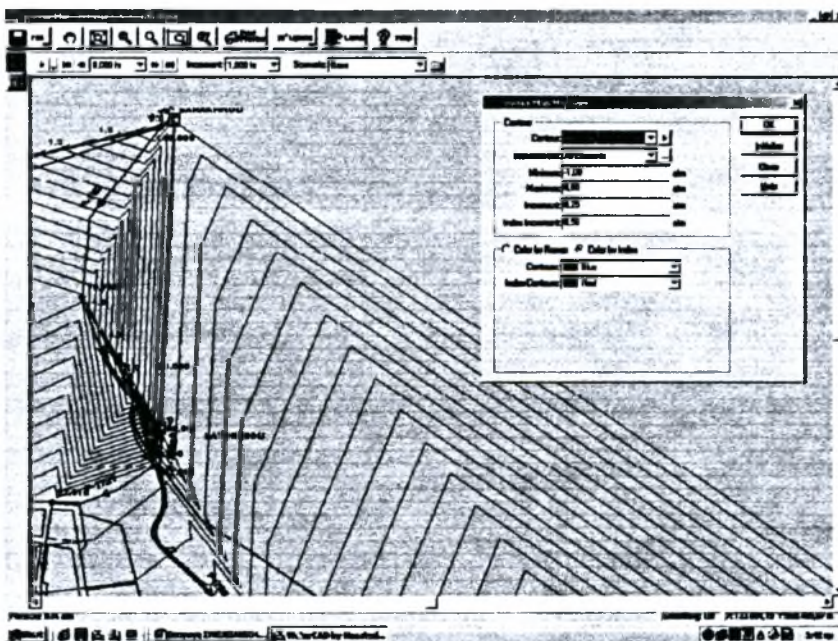


Β. οι αγωγοί ανάλογα με την ταχύτητα που έχουν – ανάλογα με την ομάδα ταχύτητας, με της οποία τα όρια συμπίπτουν

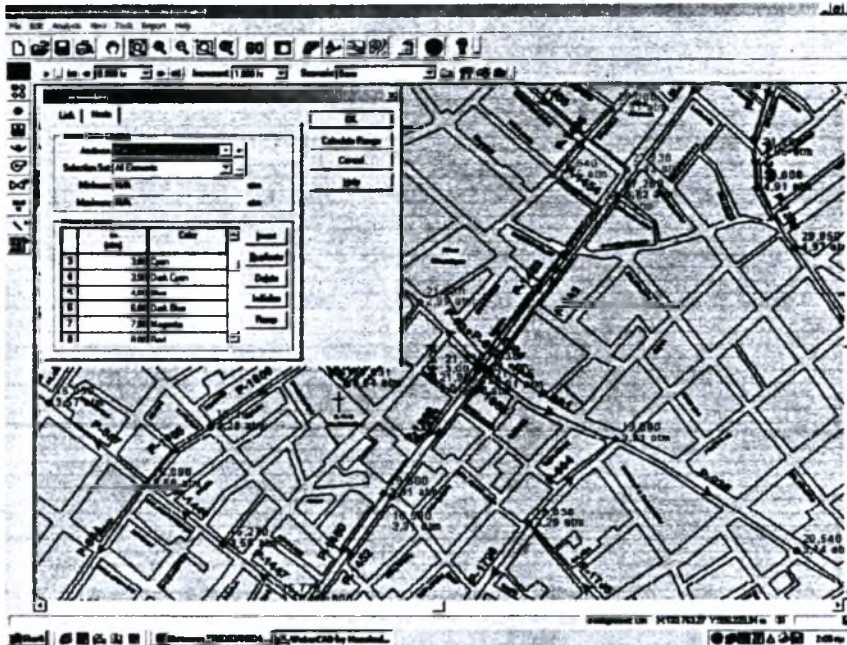


και οι κομβί ανάλογα με τη ζώνη στην οποία ανήκουν όπως στο Α σχέδιο

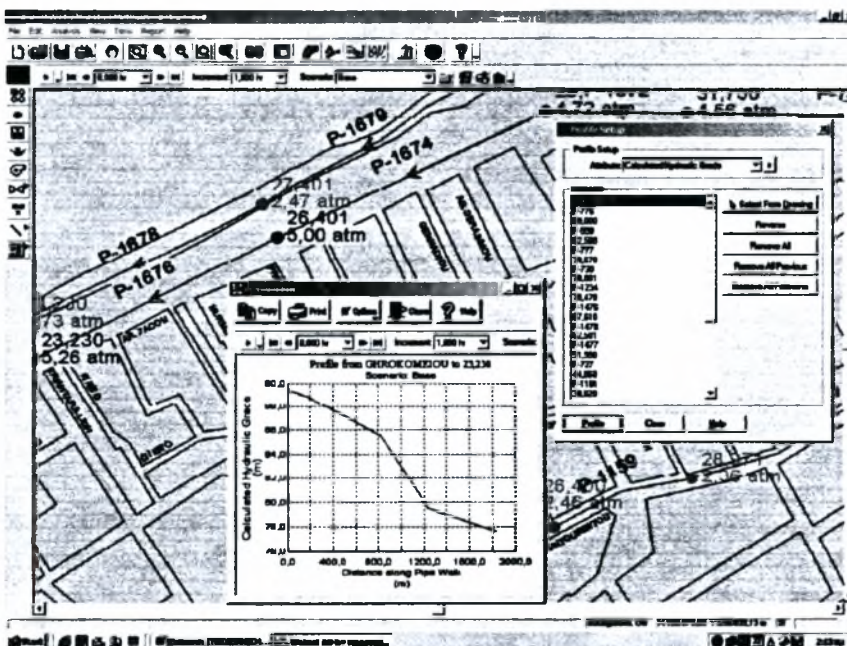
Γ. οι κομβί και οι αγωγοί παίρνουν μαύρο χρώμα , ώστε να φαίνεται με μεγαλύτερη ευκρίνεια οι ισοϋψείς καμπύλες , με βάση την πίεση των κόμβων



Δ. οι αγωγοί χρωματίζονται με βάση τα όρια της κατηγορίας στην οποία ανήκουν, όσον αφορά την πίεση τους σε ατμόσφαιρες, ενώ παράλληλα κάτω από την ονομασία τους αναγράφεται και η ακριβής μμή της πίεσης τους ενώ οι αγωγοί παραμένουν με μαύρο χρώμα

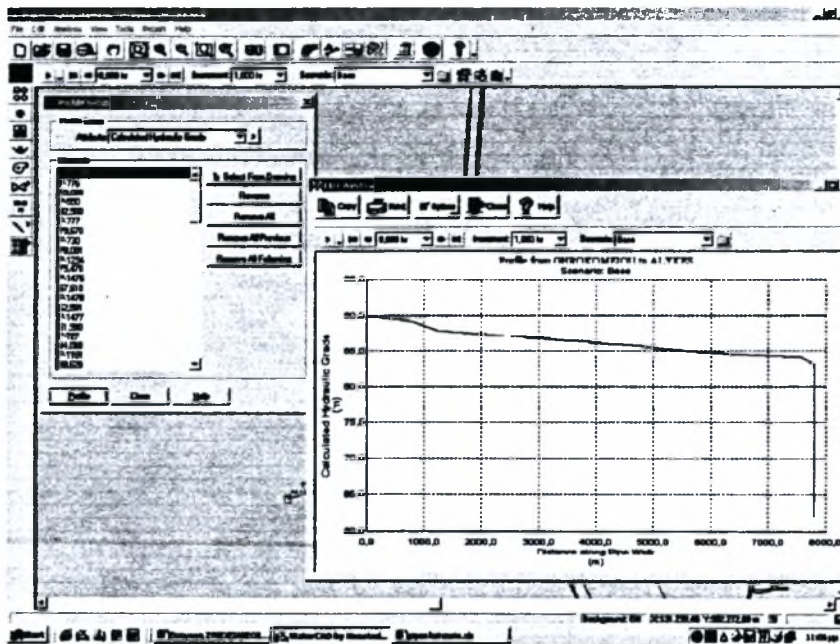


Ε1. σχεδιάζεται το προφίλ του αγωγού της Ζάχου, όσον αφορά το calculated hydraulic grade, ξεκινώντας από τη δεξαμενή που τροφοδοτείται τη Γηροκομείου



που περιλαμβάνει τα κάτωθι στοιχεία (δεξαμενές – κόμβους – αγωγούς)

Ε2. και το ίδιο γράφημα από δεξαμενή σε δεξαμενή , δηλαδή από τη Γηροκομείου μέχρι τις Αλυκές , από την αρχή μέχρι το τέλος του αγωγού



και περιλαμβάνει επιπρόσθετα τα παρακάτω κάτωθι στοιχεία (από τον κόμβο 3,530 και μετά)

- Elements
- 3.403
 - P-1718
 - 3.670
 - P-241
 - 3.530**
 - P-256
 - 3.700
 - P-1773
 - 3.480
 - P-1774
 - 4.721
 - P-1775
 - 5.950
 - P-1776
 - 7.971
 - P-2014
 - 12.003
 - P-2082
 - 61.000
 - P-2066
 - ALYKES

Profile Setup

Profile Setup
Attribute: Calculated Hydraulic Grade

Elements

- SPROCKET
- P-776
- 89,000
- P-550
- 82,500
- P-777
- 79,670
- P-730
- 78,001
- P-1234
- 75,470
- P-1476
- 67,610
- P-1478
- 62,501
- P-1477
- 51,990
- P-727
- 44,060
- P-1191
- 38,620

Select From Drawing
Reverse
Remove All

Profile Close

Profile Setup

Profile Setup
Attribute: Calculated Hydraulic Grade

Elements

- P-1180
- 38,610
- P-1179
- 34,270
- P-724
- 31,750
- P-1672
- 29,820
- P-1674
- 26,401
- P-1676
- 23,230
- P-1675
- 18,990
- P-1566
- 15,590
- P-1569
- 13,280
- P-1570
- 10,830
- P-1672

Select From Drawing
Reverse
Remove All

Profile Setup

Profile Setup
Attribute: Calculated Hydraulic Grade

Elements

- 8,020
- P-1571
- 8,151
- P-919
- 6,580
- P-1544
- 4,790
- P-1543
- 4,000
- P-1542
- 3,568
- P-1034
- 5,551
- P-1651
- 3,680
- P-1919
- 2,022
- P-1918
- 1,770
- P-1652
- 1,640

Select From Drawing
Reverse
Remove All
Remove All Previous
Remove All Following

Profile Close Help

Profile Setup

Profile Setup
Attribute: Calculated Hydraulic Grade

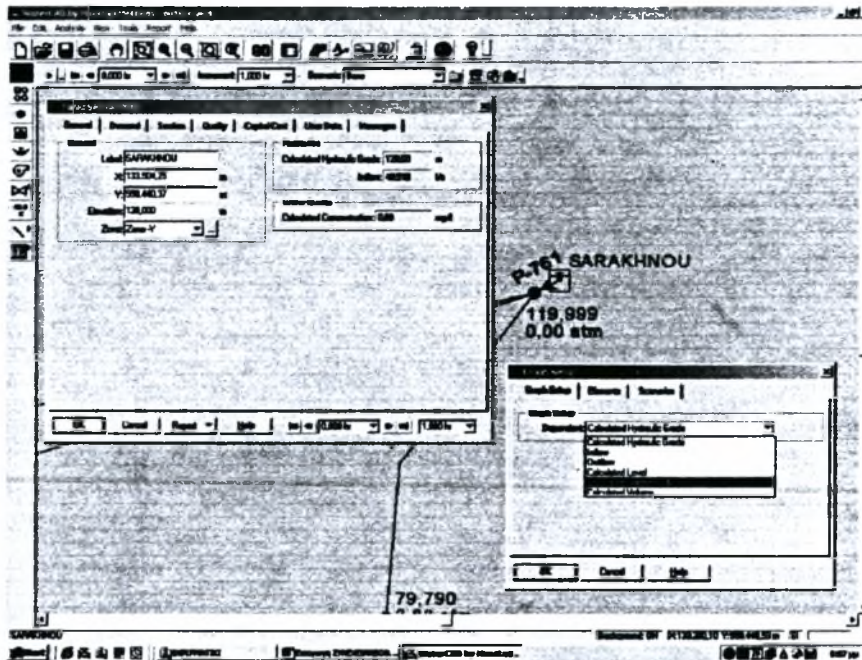
Elements

- 4,000
- P-1542
- 3,568
- P-1034
- 5,551
- P-1651
- 3,680
- P-1919
- 2,022
- P-1918
- 1,770
- P-1652
- 1,640
- P-1030
- 2,110
- P-1014
- 3,403
- P-1718
- 3,670
- P-241
- 3,530

Select
Remove
Remove All Following

Profile Close Help

Ζ. αναπαρίστανται σε γράφημα το ποσοστό επί τοις εκατό που είναι γεμάτη η δεξαμενή σε συνάρτηση με το χρόνο , καθόλη τη διάρκεια που γίνεται η επίλυση – για 144 ώρες



με δεξί κλικ σε κάθε δεξαμενή – και από την επιλογή edit ... (όνομα της δεξαμενής) – στην επιλογή report της κάτω σειράς επιλογών – και από την επιλογή graph – στην καρτέλα graph setup – με την επιλογή calculated percent full

προκύπτουν τα εν λόγω γραφήματα

Η. Παρατίθενται τα δεδομένα των δεξαμενών όπως εισήχθησαν στο πρόγραμμα..



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β - PROJECT INVENTORY

Title:
 Project Engineer:
 Project Date:
 Comments:

Dept of Civil Engineering
 08/05/03

Scenario Summary

Scenario	Base
Physical Alternative	Base-Physical
Active Topology Alternative	Base-Active Topology
Demand Alternative	Base-Average Daily
Initial Settings Alternative	Base-Initial Settings
Operational Alternative	Base-Operational
Logical Control Set Alternative	<All Logical Controls>
Age Alternative	Base-Age Alternative
Constituent Alternative	Base-Constituent
Trace Alternative	Base-Trace Alternative
Fire Flow Alternative	Base-Fire Flow
Capital Cost Alternative	Base-Capital Cost
Energy Cost Alternative	Base-Energy Cost
User Data Alternative	Base-User Data

Liquid Characteristics

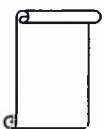
Liquid	Water at 20C(68F)	Specific Gravity	1,00
Kinematic Viscosity	1,0037e-6 m ² /s		

Network Inventory

Pressure Pipes	1024	Number of Tanks	7
Number of Reservoirs	0	- Constant Area:	7
Number of Pressure Junctions	887	- Variable Area:	0
Number of Pumps	0	Number of Valves	4
- Constant Power:	0	- FCV's:	0
- One Point (Design Point):	0	- PBV's:	0
- Standard (3 Point):	0	- PRV's:	4
- Standard Extended:	0	- PSV's:	0
- Custom Extended:	0	- TCV's:	0
- Multiple Point:	0	- GPV's:	0
Number of Spot Elevations	1		

Pressure Pipes Inventory

100,0 mm	2.957,50 m	258,0 mm	1.668,00 m
102,0 mm	671,00 m	263,0 mm	5.827,00 m
136,0 mm	730,00 m	290,0 mm	3.227,00 m
150,0 mm	12.866,00 m	297,0 mm	6.025,00 m
164,0 mm	35.963,50 m	300,0 mm	14.790,00 m
170,0 mm	3.384,00 m	390,0 mm	2.249,50 m
200,0 mm	5.955,00 m	437,0 mm	5.695,00 m
204,0 mm	2.295,50 m	450,0 mm	149,00 m
213,0 mm	21.424,50 m	497,0 mm	6.554,00 m
234,0 mm	11.723,00 m	500,0 mm	113,50 m
241,0 mm	84,50 m	1.000,0 mm	6,00 m
250,0 mm	2.478,00 m		
Total Length	146.836,50 m		



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ - PROJECT SUMMARY

Scenario Summary

Physical Alternative	Base-Physical
Active Topology Alternative	Base-Active Topology
Demand Alternative	Base-Average Daily
Initial Settings Alternative	Base-Initial Settings
Operational Alternative	Base-Operational
Logical Control Set Alternative	<All Logical Controls>
Age Alternative	Base-Age Alternative
Constituent Alternative	Base-Constituent
Trace Alternative	Base-Trace Alternative
Fire Flow Alternative	Base-Fire Flow
Capital Cost Alternative	Base-Capital Cost
Energy Cost Alternative	Base-Energy Cost
User Data Alternative	Base-User Data

Hydraulic Analysis Summary

Analysis	Extended Period	Start Time	12:00:00 di
Friction Method	Hazen- Williams Formula	Hydraulic Time Step	1,000 hr
Accuracy Trials	0,001000 40	Duration	144,000 hr

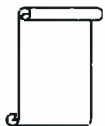
Quality Analysis Summary

Analysis	Constituent	Quality Time Step	N/A hr
Age Tolerance	0,010 hr	Constituent Tolerance	0,01 mg/l
Trace Tolerance	1,0 %		

Global Adjustments

Demand Operation	<None>	Roughness Operation	<None>
Demand	0,00	Roughness	0,00

Created: 07/04/03 08:28:17



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ - SCENARIO SUMMARY REPORT

Scenario Summary

Physical Alternative	Base-Physical
Active Topology Alternative	Base-Active Topology
Demand Alternative	Base-Average Daily
Initial Settings Alternative	Base-Initial Settings
Operational Alternative	Base-Operational
Logical Control Set Alternative	<All Logical Controls>
Age Alternative	Base-Age Alternative
Constituent Alternative	Base-Constituent
Trace Alternative	Base-Trace Alternative
Fire Flow Alternative	Base-Fire Flow
Capital Cost Alternative	Base-Capital Cost
Energy Cost Alternative	Base-Energy Cost
User Data Alternative	Base-User Data

Hydraulic Analysis Summary

Analysis	Extended Period	Start Time	12:00:00 di
Friction Method	Hazen- Williams Formula	Hydraulic Time Step	1,000 hr
Accuracy Trials	0,001000 40	Duration	144,000 hr

Quality Analysis Summary

Analysis	Constituent	Quality Time Step	N/A hr
Age Tolerance	0,010 hr	Constituent Tolerance	0,01 mg/l
Trace Tolerance	1,0 %		

Global Adjustments

Demand Operation	<None>	Roughness Operation	<None>
Demand	0,00	Roughness	0,00

Created: 07/04/03 08:28:17 ii



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε – ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Note:

The input data may have been modified since the last calculation was performed.
The calculated results may be outdated.

Scenario Summary

Scenario	Base
Physical Alternative	Base-Physical
Active Topology Alternative	Base-Active Topology
Demand Alternative	Base-Average Daily
Initial Settings Alternative	Base-Initial Settings
Operational Alternative	Base-Operational
Logical Control Set Alternative	<All Logical Controls>
Age Alternative	Base-Age Alternative
Constituent Alternative	Base-Constituent
Trace Alternative	Base-Trace Alternative
Fire Flow Alternative	Base-Fire Flow
Capital Cost Alternative	Base-Capital Cost
Energy Cost Alternative	Base-Energy Cost
User Data Alternative	Base-User Data

Global Adjustments Summary

Demand	<None>	Roughness	<None>
--------	--------	-----------	--------

Geometric Summary

X	135.249,53 m	Elevation	90,000 m
Y	597.251,75 m	Zone	Zone -M

Demand Summary

Type	Base Flow (l/s)	Pattern
Demand	0,000	deyamv non- fixed pattern
Inflow	430,000	Fixed

Operating Range Summary

Maximum Elevation	90,000 m	Maximum Level	3,000 m
Initial HGL	90,000 m	Initial Level	3,000 m
Minimum Elevation	87,000 m	Minimum Level	0,000 m
Base Elevation	87,000 m		

Storage

Section Type	Constant Area	Circular Tank Shape?	false
Diameter	N/A m	Average Area	1.200,00000 m ²
Inactive Volume	0,00 m ³	Total Active Volume	3.600,00 m ³

User Data

Date Installed		Date Retired	
Inspection Date		SCADA ID	
Lining		Condition	
Metered	false	Clearwell Storage	false
Elevated Tank	false	Existing	false

Calculated Results Summary

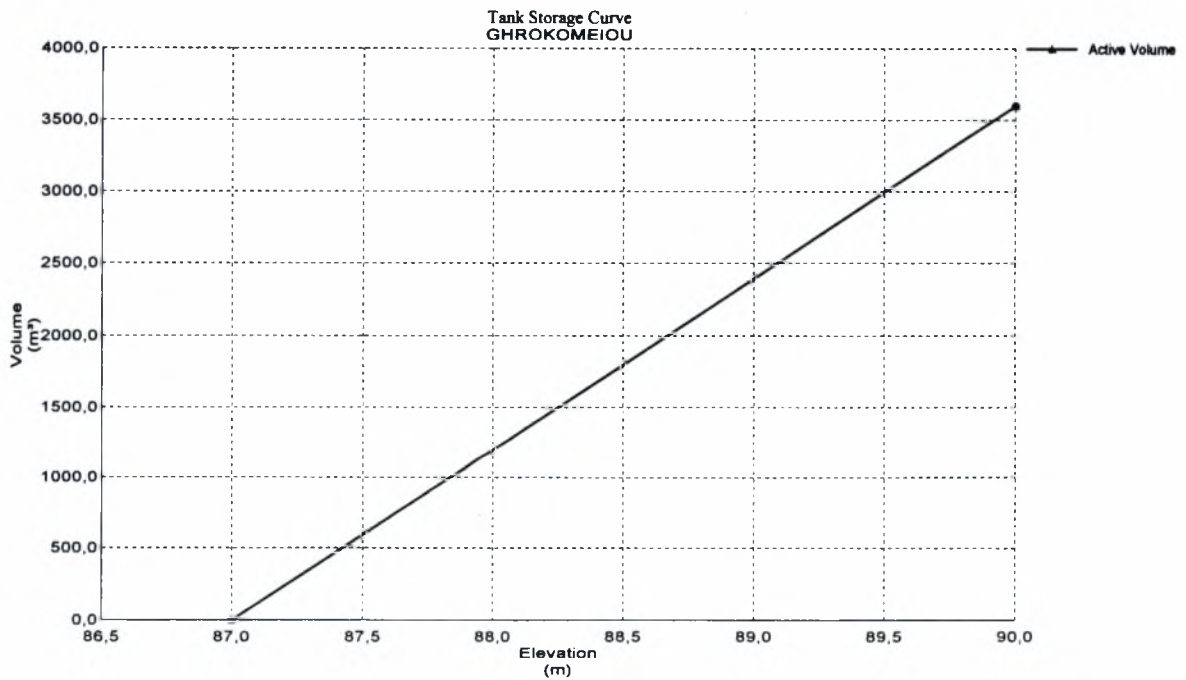
Time (hr)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Calculated Level (m)	Pressure (atm)	Calculated Percent Full (%)	Calculated Volume (m³)	Inflow (l/s)	Outflow (l/s)	Current Status
44,000	88,11	1,11	0,11	37,1	1.334,65	131,980	-131,980	Filling
45,000	88,51	1,51	0,15	50,3	1.809,78	136,802	-136,802	Filling
46,000	88,92	1,92	0,19	64,0	2.302,28	160,956	-160,956	Filling
47,000	89,40	2,40	0,23	80,0	2.881,71	166,926	-166,926	Filling
48,000	89,91	2,91	0,28	97,1	3.497,26	221,536	-221,536	Filling
49,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	228,623	-228,623	Full
50,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	234,906	-234,906	Full
51,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	239,797	-239,797	Full
52,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,209	-242,209	Full
53,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,210	-242,210	Full
54,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	125,482	-125,482	Full
55,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-179,075	179,075	Draining
56,000	89,46	2,46	0,24	82,1	2.955,33	-182,927	182,927	Draining
57,000	88,91	1,91	0,18	63,8	2.296,80	129,633	-129,633	Filling
58,000	89,30	2,30	0,22	76,8	2.763,47	133,359	-133,359	Filling
59,000	89,70	2,70	0,26	90,1	3.243,57	137,002	-137,002	Filling
60,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-53,598	53,598	Draining
61,000	89,84	2,84	0,27	94,6	3.407,05	-55,742	55,742	Draining
62,000	89,67	2,67	0,26	89,1	3.206,38	-133,560	133,560	Draining
63,000	89,27	2,27	0,22	75,7	2.725,57	-136,726	136,726	Draining
64,000	88,86	1,86	0,18	62,0	2.233,35	-114,762	114,762	Draining
65,000	88,52	1,52	0,15	50,6	1.820,21	-43,546	43,546	Draining
66,000	88,39	1,39	0,13	46,2	1.663,43	-44,966	44,966	Draining
67,000	88,25	1,25	0,12	41,7	1.501,56	-46,362	46,362	Draining
68,000	88,11	1,11	0,11	37,1	1.334,65	131,980	-131,980	Filling
69,000	88,51	1,51	0,15	50,3	1.809,78	136,802	-136,802	Filling
70,000	88,92	1,92	0,19	64,0	2.302,28	160,956	-160,956	Filling
71,000	89,40	2,40	0,23	80,0	2.881,71	166,926	-166,926	Filling
72,000	89,91	2,91	0,28	97,1	3.497,26	221,536	-221,536	Filling
73,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	228,623	-228,623	Full
74,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	234,906	-234,906	Full
75,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	239,797	-239,797	Full
76,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,209	-242,209	Full
77,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,210	-242,210	Full
78,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	125,482	-125,482	Full
79,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-179,075	179,075	Draining
80,000	89,46	2,46	0,24	82,1	2.955,33	-182,927	182,927	Draining
81,000	88,91	1,91	0,18	63,8	2.296,80	129,633	-129,633	Filling
82,000	89,30	2,30	0,22	76,8	2.763,47	133,359	-133,359	Filling
83,000	89,70	2,70	0,26	90,1	3.243,57	137,002	-137,002	Filling
84,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-53,598	53,598	Draining
85,000	89,84	2,84	0,27	94,6	3.407,05	-55,742	55,742	Draining
86,000	89,67	2,67	0,26	89,1	3.206,38	-133,560	133,560	Draining
87,000	89,27	2,27	0,22	75,7	2.725,57	-136,726	136,726	Draining

Calculated Results Summary

Time (hr)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Calculated Level (m)	Pressure (atm)	Calculated Percent Full (%)	Calculated Volume (m ³)	Inflow (l/s)	Outflow (l/s)	Current Status
88,000	88,86	1,86	0,18	62,0	2.233,35	-114,762	114,762	Draining
89,000	88,52	1,52	0,15	50,6	1.820,21	-43,546	43,546	Draining
90,000	88,39	1,39	0,13	46,2	1.663,43	-44,966	44,966	Draining
91,000	88,25	1,25	0,12	41,7	1.501,56	-46,362	46,362	Draining
92,000	88,11	1,11	0,11	37,1	1.334,65	131,980	-131,980	Filling
93,000	88,51	1,51	0,15	50,3	1.809,78	136,802	-136,802	Filling
94,000	88,92	1,92	0,19	64,0	2.302,28	160,956	-160,956	Filling
95,000	89,40	2,40	0,23	80,0	2.881,71	166,926	-166,926	Filling
96,000	89,91	2,91	0,28	97,1	3.497,26	221,536	-221,536	Filling
97,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	228,623	-228,623	Full
98,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	234,906	-234,906	Full
99,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	239,797	-239,797	Full
100,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,209	-242,209	Full
101,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,210	-242,210	Full
102,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	125,482	-125,482	Full
103,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-179,075	179,075	Draining
104,000	89,46	2,46	0,24	82,1	2.955,33	-182,927	182,927	Draining
105,000	88,91	1,91	0,18	63,8	2.296,80	129,633	-129,633	Filling
106,000	89,30	2,30	0,22	76,8	2.763,47	133,359	-133,359	Filling
107,000	89,70	2,70	0,26	90,1	3.243,57	137,002	-137,002	Filling
108,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-53,598	53,598	Draining
109,000	89,84	2,84	0,27	94,6	3.407,05	-55,742	55,742	Draining
110,000	89,67	2,67	0,26	89,1	3.206,38	-133,560	133,560	Draining
111,000	89,27	2,27	0,22	75,7	2.725,57	-136,726	136,726	Draining
112,000	88,86	1,86	0,18	62,0	2.233,35	-114,762	114,762	Draining
113,000	88,52	1,52	0,15	50,6	1.820,21	-43,546	43,546	Draining
114,000	88,39	1,39	0,13	46,2	1.663,43	-44,966	44,966	Draining
115,000	88,25	1,25	0,12	41,7	1.501,56	-46,362	46,362	Draining
116,000	88,11	1,11	0,11	37,1	1.334,65	131,980	-131,980	Filling
117,000	88,51	1,51	0,15	50,3	1.809,78	136,802	-136,802	Filling
118,000	88,92	1,92	0,19	64,0	2.302,28	160,956	-160,956	Filling
119,000	89,40	2,40	0,23	80,0	2.881,71	166,926	-166,926	Filling
120,000	89,91	2,91	0,28	97,1	3.497,26	221,536	-221,536	Filling
121,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	228,623	-228,623	Full
122,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	234,906	-234,906	Full
123,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	239,797	-239,797	Full
124,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,209	-242,209	Full
125,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	242,210	-242,210	Full
126,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	125,482	-125,482	Full
127,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-179,075	179,075	Draining
128,000	89,46	2,46	0,24	82,1	2.955,33	-182,927	182,927	Draining
129,000	88,91	1,91	0,18	63,8	2.296,80	129,633	-129,633	Filling
130,000	89,30	2,30	0,22	76,8	2.763,47	133,359	-133,359	Filling
131,000	89,70	2,70	0,26	90,1	3.243,57	137,002	-137,002	Filling

Calculated Results Summary

Time (hr)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Calculated Level (m)	Pressure (atm)	Calculated Percent Full (%)	Calculated Volume (m ³)	Inflow (l/s)	Outflow (l/s)	Current Status
132,000	90,00	3,00	0,29	100,0	3.600,00	-53,598	53,598	Draining
133,000	89,84	2,84	0,27	94,6	3.407,05	-55,742	55,742	Draining
134,000	89,67	2,67	0,26	89,1	3.206,38	-133,560	133,560	Draining
135,000	89,27	2,27	0,22	75,7	2.725,57	-136,726	136,726	Draining
136,000	88,86	1,86	0,18	62,0	2.233,35	-114,762	114,762	Draining
137,000	88,52	1,52	0,15	50,6	1.820,21	-43,546	43,546	Draining
138,000	88,39	1,39	0,13	46,2	1.663,43	-44,966	44,966	Draining
139,000	88,25	1,25	0,12	41,7	1.501,56	-46,362	46,362	Draining
140,000	88,11	1,11	0,11	37,1	1.334,65	131,980	-131,980	Filling
141,000	88,51	1,51	0,15	50,3	1.809,78	136,802	-136,802	Filling
142,000	88,92	1,92	0,19	64,0	2.302,28	160,956	-160,956	Filling
143,000	89,40	2,40	0,23	80,0	2.881,71	166,926	-166,926	Filling
144,000	89,91	2,91	0,28	97,1	3.497,26	221,536	-221,536	Filling





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ – ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ

Note:

The input data may have been modified since the last calculation was performed.
The calculated results may be outdated.

Scenario Summary

Scenario	Base
Physical Alternative	Base-Physical
Active Topology Alternative	Base-Active Topology
Demand Alternative	Base-Average Daily
Initial Settings Alternative	Base-Initial Settings
Operational Alternative	Base-Operational
Logical Control Set Alternative	<All Logical Controls>
Age Alternative	Base-Age Alternative
Constituent Alternative	Base-Constituent
Trace Alternative	Base-Trace Alternative
Fire Flow Alternative	Base-Fire Flow
Capital Cost Alternative	Base-Capital Cost
Energy Cost Alternative	Base-Energy Cost
User Data Alternative	Base-User Data

Global Adjustments Summary

Demand	<None>	Roughness	<None>
--------	--------	-----------	--------

Geometric Summary

X	135.055,27 m	Upstream Pipe	P-1973
Y	595.274,99 m	Downstream Pipe	P-1972
Elevation	35,190 m	Diameter	300,0 mm
Minor Loss Coefficient	0,00		

Initial Status

Initial Valve Status	Active	Initial Pressure	3,00 atm
Initial HGL	66,24 m		

User Data

Date Installed		Date Retired	
Inspection Date		SCADA ID	
Condition		Manufacturer	
Model		Serial Number	
Metered	false	Motorized	false
Clockwise to Close	false	Normally Closed	false
Existing	false		

Calculated Results Summary

Time (hr)	Control Status	From HGL (m)	To HGL (m)	Discharge (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)	Calculated Pressure Setting (atm)
0,000	Throttling	88,97	66,25	53,073	0,75	22,72	3,00
1,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
2,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
3,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
4,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
5,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
6,000	Throttling	87,28	66,25	82,451	1,17	21,03	3,00
7,000	Throttling	76,60	66,25	188,219	2,66	10,35	3,00
8,000	Throttling	75,89	66,25	190,441	2,69	9,64	3,00
9,000	Throttling	86,34	66,25	84,493	1,20	20,09	3,00
10,000	Throttling	86,82	66,25	82,120	1,16	20,57	3,00
11,000	Throttling	87,30	66,25	79,783	1,13	21,06	3,00
12,000	Throttling	81,92	66,25	144,650	2,05	15,67	3,00
13,000	Throttling	81,67	66,25	145,922	2,06	15,42	3,00
14,000	Throttling	78,34	66,25	173,588	2,46	12,09	3,00
15,000	Throttling	77,80	66,25	175,442	2,48	11,55	3,00
16,000	Throttling	78,34	66,25	168,593	2,39	12,09	3,00
17,000	Throttling	80,80	66,25	144,915	2,05	14,55	3,00
18,000	Throttling	80,61	66,25	145,787	2,06	14,36	3,00
19,000	Throttling	80,42	66,25	146,646	2,07	14,17	3,00
20,000	Throttling	85,55	66,25	90,214	1,28	19,30	3,00
21,000	Throttling	86,06	66,25	87,214	1,23	19,81	3,00
22,000	Throttling	86,97	66,25	78,909	1,12	20,72	3,00
23,000	Throttling	87,58	66,25	75,093	1,06	21,33	3,00
24,000	Throttling	88,51	66,25	67,363	0,95	22,26	3,00
25,000	Throttling	88,73	66,25	62,523	0,88	22,48	3,00
26,000	Throttling	88,84	66,25	58,183	0,82	22,59	3,00
27,000	Throttling	88,93	66,25	54,770	0,77	22,68	3,00
28,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
29,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
30,000	Throttling	87,28	66,25	82,451	1,17	21,03	3,00
31,000	Throttling	76,60	66,25	188,219	2,66	10,35	3,00
32,000	Throttling	75,89	66,25	190,441	2,69	9,64	3,00
33,000	Throttling	86,34	66,25	84,493	1,20	20,09	3,00
34,000	Throttling	86,82	66,25	82,120	1,16	20,57	3,00
35,000	Throttling	87,30	66,25	79,783	1,13	21,06	3,00
36,000	Throttling	81,92	66,25	144,650	2,05	15,67	3,00
37,000	Throttling	81,67	66,25	145,922	2,06	15,42	3,00
38,000	Throttling	78,34	66,25	173,588	2,46	12,09	3,00
39,000	Throttling	77,80	66,25	175,442	2,48	11,55	3,00
40,000	Throttling	78,34	66,25	168,593	2,39	12,09	3,00
41,000	Throttling	80,80	66,25	144,915	2,05	14,55	3,00
42,000	Throttling	80,61	66,25	145,787	2,06	14,36	3,00
43,000	Throttling	80,42	66,25	146,646	2,07	14,17	3,00
44,000	Throttling	85,55	66,25	90,214	1,28	19,30	3,00
45,000	Throttling	86,06	66,25	87,214	1,23	19,81	3,00
46,000	Throttling	86,97	66,25	78,909	1,12	20,72	3,00
47,000	Throttling	87,58	66,25	75,093	1,06	21,33	3,00
48,000	Throttling	88,51	66,25	67,363	0,95	22,26	3,00
49,000	Throttling	88,73	66,25	62,523	0,88	22,48	3,00
50,000	Throttling	88,84	66,25	58,183	0,82	22,59	3,00
51,000	Throttling	88,93	66,25	54,770	0,77	22,68	3,00
52,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
53,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
54,000	Throttling	87,28	66,25	82,451	1,17	21,03	3,00
55,000	Throttling	76,60	66,25	188,219	2,66	10,35	3,00
56,000	Throttling	75,89	66,25	190,441	2,69	9,64	3,00
57,000	Throttling	86,34	66,25	84,493	1,20	20,09	3,00
58,000	Throttling	86,82	66,25	82,120	1,16	20,57	3,00

Calculated Results Summary

Time (hr)	Control Status	From HGL (m)	To HGL (m)	Discharge (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)	Calculated Pressure Setting (atm)
59,000	Throttling	87,30	66,25	79,783	1,13	21,06	3,00
60,000	Throttling	81,92	66,25	144,650	2,05	15,67	3,00
61,000	Throttling	81,67	66,25	145,922	2,06	15,42	3,00
62,000	Throttling	78,34	66,25	173,588	2,46	12,09	3,00
63,000	Throttling	77,80	66,25	175,442	2,48	11,55	3,00
64,000	Throttling	78,34	66,25	168,593	2,39	12,09	3,00
65,000	Throttling	80,80	66,25	144,915	2,05	14,55	3,00
66,000	Throttling	80,61	66,25	145,787	2,06	14,36	3,00
67,000	Throttling	80,42	66,25	146,646	2,07	14,17	3,00
68,000	Throttling	85,55	66,25	90,214	1,28	19,30	3,00
69,000	Throttling	86,06	66,25	87,214	1,23	19,81	3,00
70,000	Throttling	86,97	66,25	78,909	1,12	20,72	3,00
71,000	Throttling	87,58	66,25	75,093	1,06	21,33	3,00
72,000	Throttling	88,51	66,25	67,363	0,95	22,26	3,00
73,000	Throttling	88,73	66,25	62,523	0,88	22,48	3,00
74,000	Throttling	88,84	66,25	58,183	0,82	22,59	3,00
75,000	Throttling	88,93	66,25	54,770	0,77	22,68	3,00
76,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
77,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
78,000	Throttling	87,28	66,25	82,451	1,17	21,03	3,00
79,000	Throttling	76,60	66,25	188,219	2,66	10,35	3,00
80,000	Throttling	75,89	66,25	190,441	2,69	9,64	3,00
81,000	Throttling	86,34	66,25	84,493	1,20	20,09	3,00
82,000	Throttling	86,82	66,25	82,120	1,16	20,57	3,00
83,000	Throttling	87,30	66,25	79,783	1,13	21,06	3,00
84,000	Throttling	81,92	66,25	144,650	2,05	15,67	3,00
85,000	Throttling	81,67	66,25	145,922	2,06	15,42	3,00
86,000	Throttling	78,34	66,25	173,588	2,46	12,09	3,00
87,000	Throttling	77,80	66,25	175,442	2,48	11,55	3,00
88,000	Throttling	78,34	66,25	168,593	2,39	12,09	3,00
89,000	Throttling	80,80	66,25	144,915	2,05	14,55	3,00
90,000	Throttling	80,61	66,25	145,787	2,06	14,36	3,00
91,000	Throttling	80,42	66,25	146,646	2,07	14,17	3,00
92,000	Throttling	85,55	66,25	90,214	1,28	19,30	3,00
93,000	Throttling	86,06	66,25	87,214	1,23	19,81	3,00
94,000	Throttling	86,97	66,25	78,909	1,12	20,72	3,00
95,000	Throttling	87,58	66,25	75,093	1,06	21,33	3,00
96,000	Throttling	88,51	66,25	67,363	0,95	22,26	3,00
97,000	Throttling	88,73	66,25	62,523	0,88	22,48	3,00
98,000	Throttling	88,84	66,25	58,183	0,82	22,59	3,00
99,000	Throttling	88,93	66,25	54,770	0,77	22,68	3,00
100,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
101,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
102,000	Throttling	87,28	66,25	82,451	1,17	21,03	3,00
103,000	Throttling	76,60	66,25	188,219	2,66	10,35	3,00
104,000	Throttling	75,89	66,25	190,441	2,69	9,64	3,00
105,000	Throttling	86,34	66,25	84,493	1,20	20,09	3,00
106,000	Throttling	86,82	66,25	82,120	1,16	20,57	3,00
107,000	Throttling	87,30	66,25	79,783	1,13	21,06	3,00
108,000	Throttling	81,92	66,25	144,650	2,05	15,67	3,00
109,000	Throttling	81,67	66,25	145,922	2,06	15,42	3,00
110,000	Throttling	78,34	66,25	173,588	2,46	12,09	3,00
111,000	Throttling	77,80	66,25	175,442	2,48	11,55	3,00
112,000	Throttling	78,34	66,25	168,593	2,39	12,09	3,00
113,000	Throttling	80,80	66,25	144,915	2,05	14,55	3,00
114,000	Throttling	80,61	66,25	145,787	2,06	14,36	3,00
115,000	Throttling	80,42	66,25	146,646	2,07	14,17	3,00
116,000	Throttling	85,55	66,25	90,214	1,28	19,30	3,00
117,000	Throttling	86,06	66,25	87,214	1,23	19,81	3,00
118,000	Throttling	86,97	66,25	78,909	1,12	20,72	3,00
119,000	Throttling	87,58	66,25	75,093	1,06	21,33	3,00
120,000	Throttling	88,51	66,25	67,363	0,95	22,26	3,00

Calculated Results Summary

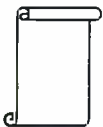
Time (hr)	Control Status	From HGL (m)	To HGL (m)	Discharge (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)	Calculated Pressure Setting (atm)
121,000	Throttling	88,73	66,25	62,523	0,88	22,48	3,00
122,000	Throttling	88,84	66,25	58,183	0,82	22,59	3,00
123,000	Throttling	88,93	66,25	54,770	0,77	22,68	3,00
124,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
125,000	Throttling	88,97	66,25	53,074	0,75	22,72	3,00
126,000	Throttling	87,28	66,25	82,451	1,17	21,03	3,00
127,000	Throttling	76,60	66,25	188,219	2,66	10,35	3,00
128,000	Throttling	75,89	66,25	190,441	2,69	9,64	3,00
129,000	Throttling	86,34	66,25	84,493	1,20	20,09	3,00
130,000	Throttling	86,82	66,25	82,120	1,16	20,57	3,00
131,000	Throttling	87,30	66,25	79,783	1,13	21,06	3,00
132,000	Throttling	81,92	66,25	144,650	2,05	15,67	3,00
133,000	Throttling	81,67	66,25	145,922	2,06	15,42	3,00
134,000	Throttling	78,34	66,25	173,588	2,46	12,09	3,00
135,000	Throttling	77,80	66,25	175,442	2,48	11,55	3,00
136,000	Throttling	78,34	66,25	168,593	2,39	12,09	3,00
137,000	Throttling	80,80	66,25	144,915	2,05	14,55	3,00
138,000	Throttling	80,61	66,25	145,787	2,06	14,36	3,00
139,000	Throttling	80,42	66,25	146,646	2,07	14,17	3,00
140,000	Throttling	85,55	66,25	90,214	1,28	19,30	3,00
141,000	Throttling	86,06	66,25	87,214	1,23	19,81	3,00
142,000	Throttling	86,97	66,25	78,909	1,12	20,72	3,00
143,000	Throttling	87,58	66,25	75,093	1,06	21,33	3,00
144,000	Throttling	88,51	66,25	67,363	0,95	22,26	3,00



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η - ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ

1. Ο χυτοσιδηρός (μαντεμένιος) αγωγός P-1076 , που βρίσκεται Νικομήδειας και Ελπίδος στην περιοχή της Ν.Ιωνίας , έχει διάμετρο 150 χιλ. αντί 500 χιλ.

2. Ο χαλύβδινος αγωγός P-2082 έχει εσωτερική διάμετρο 192 μμ αντί για 200 μμ , στην περιοχή των Αλυκών



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ – ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΑΓΩΓΩΝ

	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (m)
--	------------------------------	----------------------------

AC	Φ150	0,080
	Φ200	0,200
	Φ250	0,250
	Φ300	0,300

DI	Φ100	0,100
	Φ150	0,150

PE	Φ125	0,102
	Φ200	0,164
	Φ250	0,204
	Φ315	0,258
	Φ355	0,290

PVC	Φ160	0,136
	Φ200	0,170
	Φ250	0,213
	Φ280	0,234
	Φ315	0,263
	Φ355	0,297

ST	Φ200	0,192
	Φ250	0,241
	Φ400	0,390
	Φ450	0,437
	Φ500	0,497

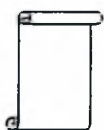
όπου

<u>AC</u>	είναι η συντόμευση για τον Ασβεστοτσιμέντο
<u>DI</u>	είναι η συντόμευση για το Μαντέμι
<u>PE</u>	είναι η συντόμευση για το Πολυαιθυλένιο
<u>PVC</u>	είναι η συντόμευση για το Πολυβινυλοχλωρίδιο
<u>ST</u>	είναι η συντόμευση για το Χάλυβα

οι διάμετροι των 1000 μμ , δεν έχουν περιληφθεί στον πίνακα , διότι στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν και χρησιμοποιήθηκαν χάριν προσομοίωσης

η εσωτερική διάμετρος , προκύπτει από την εξωτερική αφαιρώντας δυο φορές το πάχος του τοιχώματος e του αγωγού , έτσι
 $\Phi_{\text{εσωτερ}} = \Phi_{\text{εξωτερ}} - 2e$

στους υδραυλικούς υπολογισμούς , όταν αναφερόμαστε σε διάμετρο , εννοούμε πάντα την εσωτερική διάμετρο



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟ
ΑΓΩΓΟΥΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ**

Label	Diameter external (mm)	Diameter internal (mm)	Length (m)	Material	Cost (€/μ.μ)	Cost (€)
P-1430	Φ125	102	186,500	PE	20	3.730,00
P-1429	Φ125	102	121,500	PE	20	2.430,00
P-292	Φ125	102	23,000	PE	20	460,00
P-365	Φ125	102	23,000	PE	20	460,00
P-259	Φ125	102	273,000	PE	20	5.460,00
P-1193	Φ125	102	44,000	PE	20	880,00
P-868	Φ200	164	67,000	PE	35	2.345,00
P-869	Φ200	164	52,000	PE	35	1.820,00
P-844	Φ200	164	211,000	PE	35	7.385,00
P-1910	Φ200	164	184,000	PE	35	6.440,00
P-884	Φ200	164	112,000	PE	35	3.920,00
P-1879	Φ200	164	162,000	PE	35	5.670,00
P-864	Φ200	164	146,500	PE	35	5.127,50
P-867	Φ200	164	116,500	PE	35	4.077,50
P-879	Φ200	164	138,500	PE	35	4.847,50
P-875	Φ200	164	140,000	PE	35	4.900,00
P-874	Φ200	164	150,500	PE	35	5.267,50
P-1893	Φ200	164	215,500	PE	35	7.542,50
P-1911	Φ200	164	151,000	PE	35	5.285,00
P-1914	Φ200	164	264,000	PE	35	9.240,00
P-1894	Φ200	164	72,000	PE	35	2.520,00
P-850	Φ200	164	245,000	PE	35	8.575,00
P-939	Φ200	164	44,000	PE	35	1.540,00
P-1425	Φ200	164	77,000	PE	35	2.695,00
P-1915	Φ200	164	88,500	PE	35	3.097,50
P-909	Φ200	164	498,500	PE	35	17.447,50
P-888	Φ200	164	291,500	PE	35	10.202,50
P-1916	Φ200	164	229,500	PE	35	8.032,50
P-911	Φ200	164	62,500	PE	35	2.187,50
P-914	Φ200	164	40,500	PE	35	1.417,50
P-929	Φ200	164	151,000	PE	35	5.285,00
P-940	Φ200	164	51,500	PE	35	1.802,50
P-950	Φ200	164	80,500	PE	35	2.817,50
P-938	Φ200	164	49,500	PE	35	1.732,50
P-1880	Φ200	164	80,000	PE	35	2.800,00
P-1917	Φ200	164	131,000	PE	35	4.585,00
P-899	Φ200	164	13,000	PE	35	455,00
P-951	Φ200	164	65,000	PE	35	2.275,00
P-943	Φ200	164	7,000	PE	35	245,00
P-1924	Φ200	164	226,000	PE	35	7.910,00
P-1038	Φ200	164	264,000	PE	35	9.240,00
P-1922	Φ200	164	87,500	PE	35	3.062,50
P-1424	Φ200	164	96,500	PE	35	3.377,50
P-1037	Φ200	164	123,000	PE	35	4.305,00
P-1043	Φ200	164	238,000	PE	35	8.330,00

P-1042	Φ200	164	289,000	PE	35	10.115,00
P-1028	Φ200	164	443,500	PE	35	15.522,50
P-1920	Φ200	164	117,000	PE	35	4.095,00
P-1426	Φ200	164	96,000	PE	35	3.360,00
P-990	Φ200	164	163,500	PE	35	5.722,50
P-836	Φ200	164	119,000	PE	35	4.165,00
P-1422	Φ200	164	131,000	PE	35	4.585,00
P-1971	Φ200	164	20,000	PE	35	700,00
P-840	Φ200	164	169,000	PE	35	5.915,00
P-1921	Φ200	164	283,500	PE	35	9.922,50
P-1059	Φ200	164	102,000	PE	35	3.570,00
P-1013	Φ200	164	110	PE	35	3.850,00
P-1020	Φ200	164	245,5	PE	35	8.592,50
P-1021	Φ200	164	22,5	PE	35	787,50
P-1025	Φ200	164	548,5	PE	35	19.197,50
P-870	Φ200	164	117,5	PE	35	4.112,50
P-871	Φ200	164	94,5	PE	35	3.307,50
P-872	Φ200	164	67,5	PE	35	2.362,50
P-873	Φ200	164	148,5	PE	35	5.197,50
P-1058	Φ200	164	255,5	PE	35	8.942,50
P-1926	Φ200	164	29,5	PE	35	1.032,50
P-1445	Φ200	164	97	PE	35	3.395,00
P-1057	Φ200	164	28,5	PE	35	997,50
P-1444	Φ200	164	97,5	PE	35	3.412,50
P-1010	Φ200	164	11	PE	35	385,00
P-1007	Φ200	164	135,5	PE	35	4.742,50
P-1925	Φ200	164	65	PE	35	2.275,00
P-1943	Φ200	164	43	PE	35	1.505,00
P-1804	Φ200	164	39	PE	35	1.365,00
P-1807	Φ200	164	91,5	PE	35	3.202,50
P-1794	Φ200	164	95	PE	35	3.325,00
P-1805	Φ200	164	80	PE	35	2.800,00
P-1798	Φ200	164	109	PE	35	3.815,00
P-1802	Φ200	164	100,5	PE	35	3.517,50
P-1806	Φ200	164	114,5	PE	35	4.007,50
P-1799	Φ200	164	139	PE	35	4.865,00
P-1795	Φ200	164	157	PE	35	5.495,00
P-1808	Φ200	164	121	PE	35	4.235,00
P-1153	Φ200	164	112,5	PE	35	3.937,50
P-1796	Φ200	164	103,5	PE	35	3.622,50
P-1928	Φ200	164	57	PE	35	1.995,00
P-1927	Φ200	164	76	PE	35	2.660,00
P-1809	Φ200	164	88,5	PE	35	3.097,50
P-1793	Φ200	164	168	PE	35	5.880,00
P-1800	Φ200	164	77	PE	35	2.695,00
P-1929	Φ200	164	79	PE	35	2.765,00
P-1790	Φ200	164	93,5	PE	35	3.272,50
P-1789	Φ200	164	158,5	PE	35	5.547,50
P-1069	Φ200	164	12	PE	35	420,00
P-1067	Φ200	164	95	PE	35	3.325,00
P-1066	Φ200	164	227	PE	35	7.945,00
P-1788	Φ200	164	98	PE	35	3.430,00

P-1787	Φ200	164	89,5	PE	35	3.132,50
P-1447	Φ200	164	93	PE	35	3.255,00
P-1930	Φ200	164	91	PE	35	3.185,00
P-1446	Φ200	164	127,5	PE	35	4.462,50
P-1931	Φ200	164	140,5	PE	35	4.917,50
P-1932	Φ200	164	140,5	PE	35	4.917,50
P-1933	Φ200	164	48	PE	35	1.680,00
P-1934	Φ200	164	127,5	PE	35	4.462,50
P-1935	Φ200	164	46,5	PE	35	1.627,50
P-1936	Φ200	164	54	PE	35	1.890,00
P-1937	Φ200	164	88,5	PE	35	3.097,50
P-1098	Φ200	164	370,5	PE	35	12.967,50
P-1099	Φ200	164	146	PE	35	5.110,00
P-1938	Φ200	164	138,5	PE	35	4.847,50
P-1939	Φ200	164	101	PE	35	3.535,00
P-1940	Φ200	164	109	PE	35	3.815,00
P-1102	Φ200	164	57	PE	35	1.995,00
P-1942	Φ200	164	142	PE	35	4.970,00
P-1448	Φ200	164	89,5	PE	35	3.132,50
P-1944	Φ200	164	95	PE	35	3.325,00
P-1941	Φ200	164	162,5	PE	35	5.687,50
P-1946	Φ200	164	34,5	PE	35	1.207,50
P-1103	Φ200	164	63	PE	35	2.205,00
P-1450	Φ200	164	127	PE	35	4.445,00
P-1945	Φ200	164	92	PE	35	3.220,00
P-1129	Φ200	164	54,5	PE	35	1.907,50
P-1144	Φ200	164	85	PE	35	2.975,00
P-1139	Φ200	164	135,5	PE	35	4.742,50
P-1420	Φ200	164	101	PE	35	3.535,00
P-1143	Φ200	164	113	PE	35	3.955,00
P-824	Φ200	164	141,5	PE	35	4.952,50
P-829	Φ200	164	141,5	PE	35	4.952,50
P-1452	Φ200	164	130	PE	35	4.550,00
P-827	Φ200	164	139,5	PE	35	4.882,50
P-1166	Φ200	164	302	PE	35	10.570,00
P-1418	Φ200	164	111,5	PE	35	3.902,50
P-1190	Φ200	164	11	PE	35	385,00
P-1191	Φ200	164	10,5	PE	35	367,50
P-1416	Φ200	164	100,5	PE	35	3.517,50
P-744	Φ200	164	56	PE	35	1.960,00
P-1200	Φ200	164	127,5	PE	35	4.462,50
P-1202	Φ200	164	81,5	PE	35	2.852,50
P-2080	Φ200	164	599,5	PE	35	20.982,50
P-1397	Φ200	164	106	PE	35	3.710,00
P-1691	Φ200	164	156	PE	35	5.460,00
P-2081	Φ200	164	1	PE	35	35,00
P-1396	Φ200	164	75	PE	35	2.625,00
P-1655	Φ200	164	237	PE	35	8.295,00
P-382	Φ200	164	222	PE	35	7.770,00
P-381	Φ200	164	226,5	PE	35	7.927,50
P-734	Φ200	164	52	PE	35	1.820,00
P-1211	Φ200	164	55,5	PE	35	1.942,50

P-1413	Φ200	164	47	PE	35	1.645,00
P-742	Φ200	164	141	PE	35	4.935,00
P-1212	Φ200	164	50	PE	35	1.750,00
P-1412	Φ200	164	61	PE	35	2.135,00
P-1410	Φ200	164	124	PE	35	4.340,00
P-1215	Φ200	164	10	PE	35	350,00
P-1659	Φ200	164	248	PE	35	8.680,00
P-1545	Φ200	164	41,5	PE	35	1.452,50
P-357	Φ200	164	235	PE	35	8.225,00
P-1967	Φ200	164	7,5	PE	35	262,50
P-1451	Φ200	164	144	PE	35	5.040,00
P-1541	Φ200	164	298	PE	35	10.430,00
P-1540	Φ200	164	193	PE	35	6.755,00
P-1549	Φ200	164	230,5	PE	35	8.067,50
P-1546	Φ200	164	44	PE	35	1.540,00
P-1687	Φ200	164	146	PE	35	5.110,00
P-1690	Φ200	164	176	PE	35	6.160,00
P-1658	Φ200	164	243	PE	35	8.505,00
P-1688	Φ200	164	227,5	PE	35	7.962,50
P-1402	Φ200	164	59,5	PE	35	2.082,50
P-1401	Φ200	164	122,5	PE	35	4.287,50
P-1689	Φ200	164	286	PE	35	10.010,00
P-1966	Φ200	164	141	PE	35	4.935,00
P-1981	Φ200	164	20	PE	35	700,00
P-1624	Φ200	164	199,5	PE	35	6.982,50
P-1625	Φ200	164	108,5	PE	35	3.797,50
P-1626	Φ200	164	184,5	PE	35	6.457,50
P-1623	Φ200	164	112,5	PE	35	3.937,50
P-1293	Φ200	164	54,5	PE	35	1.907,50
P-1621	Φ200	164	76	PE	35	2.660,00
P-1622	Φ200	164	150,5	PE	35	5.267,50
P-1285	Φ200	164	69,5	PE	35	2.432,50
P-491	Φ200	164	188,5	PE	35	6.597,50
P-1289	Φ200	164	40,5	PE	35	1.417,50
P-1287	Φ200	164	51	PE	35	1.785,00
P-1969	Φ200	164	74,5	PE	35	2.607,50
P-1646	Φ200	164	160	PE	35	5.600,00
P-492	Φ200	164	175	PE	35	6.125,00
P-1647	Φ200	164	158,5	PE	35	5.547,50
P-1292	Φ200	164	43,5	PE	35	1.522,50
P-1701	Φ200	164	117,5	PE	35	4.112,50
P-1404	Φ200	164	97	PE	35	3.395,00
P-1222	Φ200	164	273,5	PE	35	9.572,50
P-1409	Φ200	164	72,5	PE	35	2.537,50
P-1405	Φ200	164	56,5	PE	35	1.977,50
P-1414	Φ200	164	115	PE	35	4.025,00
P-1692	Φ200	164	269,5	PE	35	9.432,50
P-1700	Φ200	164	273,5	PE	35	9.572,50
P-1980	Φ200	164	57,5	PE	35	2.012,50
P-1979	Φ200	164	68,5	PE	35	2.397,50
P-1291	Φ200	164	69,5	PE	35	2.432,50
P-2075	Φ200	164	41,5	PE	35	1.452,50

P-1408	Φ200	164	155	PE	35	5.425,00
P-1406	Φ200	164	115	PE	35	4.025,00
P-1977	Φ200	164	7	PE	35	245,00
P-1395	Φ200	164	73,5	PE	35	2.572,50
P-1339	Φ200	164	58	PE	35	2.030,00
P-347	Φ200	164	286	PE	35	10.010,00
P-348	Φ200	164	6,5	PE	35	227,50
P-2058	Φ200	164	144,5	PE	35	5.057,50
P-2059	Φ200	164	56,5	PE	35	1.977,50
P-356	Φ200	164	11	PE	35	385,00
P-1352	Φ200	164	81,5	PE	35	2.852,50
P-1351	Φ200	164	174,5	PE	35	6.107,50
P-1350	Φ200	164	65,5	PE	35	2.292,50
P-2074	Φ200	164	385	PE	35	13.475,00
P-380	Φ200	164	220	PE	35	7.700,00
P-1360	Φ200	164	111,5	PE	35	3.902,50
P-1359	Φ200	164	96,5	PE	35	3.377,50
P-1508	Φ200	164	227	PE	35	7.945,00
P-379	Φ200	164	221,5	PE	35	7.752,50
P-378	Φ200	164	228	PE	35	7.980,00
P-2041	Φ200	164	1.168,00	PE	35	40.880,00
P-293	Φ200	164	439	PE	35	15.365,00
P-1970	Φ200	164	55,5	PE	35	1.942,50
P-969	Φ200	164	20	PE	35	700,00
P-971	Φ200	164	12,5	PE	35	437,50
P-972	Φ200	164	218,5	PE	35	7.647,50
P-992	Φ200	164	15,5	PE	35	542,50
P-988	Φ200	164	151,5	PE	35	5.302,50
P-980	Φ200	164	161,5	PE	35	5.652,50
P-991	Φ200	164	209	PE	35	7.315,00
P-1593	Φ200	164	77,5	PE	35	2.712,50
P-279	Φ200	164	180,5	PE	35	6.317,50
P-1589	Φ200	164	151,5	PE	35	5.302,50
P-1594	Φ200	164	36	PE	35	1.260,00
P-281	Φ200	164	192	PE	35	6.720,00
P-1204	Φ200	164	123	PE	35	4.305,00
P-344	Φ200	164	115,5	PE	35	4.042,50
P-275	Φ200	164	92	PE	35	3.220,00
P-1343	Φ200	164	136,5	PE	35	4.777,50
P-1527	Φ200	164	191,5	PE	35	6.702,50
P-1559	Φ200	164	81	PE	35	2.835,00
P-1342	Φ200	164	95,5	PE	35	3.342,50
P-369	Φ200	164	14	PE	35	490,00
P-1345	Φ200	164	182	PE	35	6.370,00
P-1341	Φ200	164	173,5	PE	35	6.072,50
P-1348	Φ200	164	99,5	PE	35	3.482,50
P-1561	Φ200	164	61	PE	35	2.135,00
P-1349	Φ200	164	88,5	PE	35	3.097,50
P-1340	Φ200	164	90,5	PE	35	3.167,50
P-1562	Φ200	164	151	PE	35	5.285,00
P-1311	Φ200	164	99	PE	35	3.465,00
P-1560	Φ200	164	149,5	PE	35	5.232,50

P-377	Φ200	164	218	PE	35	7.630,00
P-1310	Φ200	164	152	PE	35	5.320,00
P-1346	Φ200	164	25,5	PE	35	892,50
P-1358	Φ200	164	207	PE	35	7.245,00
P-1357	Φ200	164	77	PE	35	2.695,00
P-1356	Φ200	164	95	PE	35	3.325,00
P-1354	Φ200	164	213,5	PE	35	7.472,50
P-2033	Φ200	164	22,5	PE	35	787,50
P-2036	Φ200	164	401,5	PE	35	14.052,50
P-280	Φ200	164	217	PE	35	7.595,00
P-286	Φ200	164	318	PE	35	11.130,00
P-1539	Φ200	164	47	PE	35	1.645,00
P-1537	Φ200	164	300	PE	35	10.500,00
P-1536	Φ200	164	271	PE	35	9.485,00
P-1535	Φ200	164	55	PE	35	1.925,00
P-1534	Φ200	164	168	PE	35	5.880,00
P-1533	Φ200	164	97	PE	35	3.395,00
P-1532	Φ200	164	227	PE	35	7.945,00
P-1531	Φ200	164	128,5	PE	35	4.497,50

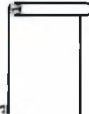
P-1708	Φ250	204	291	PE	40	11.640,00
P-1707	Φ250	204	402	PE	40	16.080,00
P-2079	Φ250	204	379	PE	40	15.160,00
P-494	Φ250	204	334	PE	40	13.360,00
P-1270	Φ250	204	29	PE	40	1.160,00
P-1269	Φ250	204	17	PE	40	680,00
P-1740	Φ250	204	17	PE	40	680,00
P-1152	Φ250	204	161	PE	40	6.440,00
P-1741	Φ250	204	120	PE	40	4.800,00
P-1151	Φ250	204	36,5	PE	40	1.460,00
P-1273	Φ250	204	71	PE	40	2.840,00
P-1709	Φ250	204	187	PE	40	7.480,00
P-903	Φ250	204	200,5	PE	40	8.020,00
P-1272	Φ250	204	50,5	PE	40	2.020,00

P-1490	Φ315	258	150	PE	50	7.500,00
P-1428	Φ315	258	127,5	PE	50	6.375,00
P-962	Φ315	258	16	PE	50	800,00
P-828	Φ315	258	171,5	PE	50	8.575,00
P-1427	Φ315	258	50	PE	50	2.500,00
P-391	Φ315	258	195,5	PE	50	9.775,00
P-1489	Φ315	258	175,5	PE	50	8.775,00
P-830	Φ315	258	179	PE	50	8.950,00
P-393	Φ315	258	265,5	PE	50	13.275,00
P-392	Φ315	258	197,5	PE	50	9.875,00
P-389	Φ315	258	140	PE	50	7.000,00

P-2032	Φ355	290	27,5	PE	60	1.650,00
P-1791	Φ355	290	150	PE	60	9.000,00
P-2031	Φ355	290	199,5	PE	60	11.970,00
P-876	Φ355	290	6,5	PE	60	390,00
P-1792	Φ355	290	194	PE	60	11.640,00

P-904	Φ355	290	294,5	PE	60	17.670,00
P-1962	Φ355	290	79	PE	60	4.740,00
P-1786	Φ355	290	112,5	PE	60	6.750,00
P-1963	Φ355	290	27	PE	60	1.620,00
P-1785	Φ355	290	128,5	PE	60	7.710,00
P-842	Φ355	290	360,5	PE	60	21.630,00
P-858	Φ355	290	183,5	PE	60	11.010,00
P-857	Φ355	290	170	PE	60	10.200,00
P-1705	Φ355	290	125,50	PE	60	7.530,00
P-724	Φ355	290	182,5	PE	60	10.950,00
P-1704	Φ355	290	182	PE	60	10.920,00
P-877	Φ355	290	115	PE	60	6.900,00
P-834	Φ355	290	149	PE	60	8.940,00
P-856	Φ355	290	234,5	PE	60	14.070,00
P-861	Φ355	290	126,5	PE	60	7.590,00
P-859	Φ355	290	179	PE	60	10.740,00

1.640.982,5 Total Cost (€)



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΟ WATERCAD ΤΟΥ
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ
ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ Μ. -Λ.**

Εξ αρχής θα πρέπει να επισημανθεί ότι το εσωτερικό δίκτυο και οι προτάσεις που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την μελέτη των Λ.-Μ. τον Ιούλιο του 2002 , δεν υιοθετήθηκαν εξολοκλήρου μέχρι και σήμερα. Το συμβούλιο της ΔΕΥΑΜΒ , ιεραρχώντας τις ανάγκες και προσαρμόζοντας τα έργα στον προϋπολογισμό και την οικονομική ευχέρεια της επιχείρησης αποσκοπεί σε μια μελλοντική εικόνα του δικτύου όπως εμφανίζεται στο διαθέσιμο αρχείο του watercad.

Πέρα από το παραπάνω γεγονός , οι παραδοχές και τα δεδομένα ανάμεσα στις δυο επίλυσης ενδεχομένως να διαφοροποιούνται σε μικρή κλίμακα ή ακόμα και να είναι εντελώς διαφορετικά.

Ενδεικτικά αναφέρονται :

- ↓ στη μελέτη των Μ.-Λ. για τον υπολογισμό των τροφοδοτούμενων επιφανειών , δημιουργήθηκε δίκτυο πολύγωνων Thiessen γύρω από κάθε κόμβο και με βάση τις πολεοδομικές ζώνες με διαφορετικούς όρους δόμησης, η ζήτηση υπολογίστηκε σαν άθροισμα των επί μέρους επιφανειών των πολεοδομικών ζωνών που περιλαμβάνονται σε κάθε πολύγωνο Thiessen, αντίθετα στο δίκτυο που προσομοιώσαμε , οι καταναλώσεις έχουν υπολογιστεί με βάση το μήκος του κάθε αγωγού , όπως έχει περιγραφεί
- ↓ στην μελέτη των Μ.-Λ. εκτός από τους τροφοδοτικούς αγωγούς (δίκτυο μεταφοράς) υπολογίστηκε και το δίκτυο διανομής , ενώ το αρχείο του δικτύου μας στο watercad περιλαμβάνει μόνο το πρώτο
- ↓ η μέθοδος υπολογισμού των απωλειών , έγινε με βάση τη σχέση των Darcy-Weisbach , ενώ στο δίκτυο μας υπολογίστηκε ο τύπος των Hazen - Williams.

Πιο συγκεκριμένα οι παραδοχές της μελέτης των Λ.-Μ. όπως περιγράφονται στην τεχνική έκθεση του έργου μέσα από αποσπάσματά της είναι

Με την από 12/07/2002 σύμβαση, η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Μείζονος Βόλου (ΔΕΥΑΜΒ) ανάθεσε την εκπόνηση της μελέτης «Αναθεώρηση

τμημάτων της Οριστικής Μελέτης Εσωτερικού Δικτύου 'Υδρευσης περιοχών ΔΕΥΑΜΒ» στα εξής συμπράττοντα γραφεία μελετών:

ΎΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ" ΛΑΖΑΡΟΣ Σ. ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ & ΣΙΑ ΕΕ "ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ" ΑΕ

Στα πλαίσια παλαιότερης (2-3-92) σύμβασης τα ανωτέρω γραφεία μελετών εκπόνησαν και υπέβαλαν στη ΔΕΥΑΜΒ προμελέτη (1993) η οποία εγκρίθηκε από το Σ.Δ.Κ. Έργων του Υπ.Εσ. και αποτέλεσε τη βάση για την εκπόνηση της παρούσας οριστικής μελέτης των εσωτερικών δικτύων διανομής Βόλου - Ν. Ιωνίας.

Παροχές σχεδιασμού

Ο έλεγχος του δικτύου έγινε για τις προβλεπόμενες παροχές αιχμής (ωριαίες), καθώς και για τις ώρες ελάχιστης κατανάλωσης. Το υδραυλικό μοντέλο περιλαμβάνει προσομοίωση με 24ωρη κατανομή ανά μία ώρα.

Οι παροχές αιχμής υπολογίσθηκαν με βάση τις παραδοχές της προμελέτης και τη χρήση ενός συντελεστή μείωσης 10%, σύμφωνα με το πνεύμα γενικότερης προσπάθειας εξοικονόμησης νερού στην περιοχή της ΔΕΥΑΜΒ και σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Συμβ. Δήμοτ. και Κοινοτ. έργων Υπ. Εσ.

Σύμφωνα με τις παραδοχές της προμελέτης για τα δίκτυα δεχόμεστε συντελεστή ωριαίας αιχμής $\lambda=2.0$, ενώ στους κεντρικούς τροφοδοτικούς αγωγούς λαμβάνεται $\lambda=1.75$ (βλ. παρατηρήσεις Σ.Δ.Κ. έργων Υπ. Εσ.)

Στην παρούσα οριστική μελέτη έγινε υδραυλικός έλεγχος των δικτύων διανομής που προβλέπεται να διαμορφωθούν τελικά, με πρόγραμμα Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (EPANET) για κλειστά κυκλοφοριακά δίκτυα.

Τα δίκτυα διανομής, κατ' αρχήν, σχεδιάστηκαν σε περιβάλλον Autocad ψηφιακό υπόβαθρο που δημιουργήθηκε κάλυψε το σύνολο του πολεοδομικού συγκροτήματος Βόλου και Νέας Ιωνίας.

Το υδραυλικό μοντέλο είναι ενιαίο και περιλαμβάνει όλες τις ζώνες, και ο υπολογισμός γίνεται ταυτόχρονα για όλες τις ζώνες, ακόμα και για τις απολύτως ανεξάρτητες (π.χ.

περιοχή Αγίου Γεωργίου).

Σε περιβάλλον GIS δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και το μοντέλο ζητήσεων - τροφοδοτούμενης επιφάνειας. Τα δεδομένα εμπλουτίστηκαν με τις **πολεοδομικές ζώνες**, τις ζώνες ύδρευσης, τις **ζώνες διακοπής-συντήρησης**, τις συσκευές, το σχέδιο πόλης με απλή γεωκωδικοποίηση των οδών κ.α., τα οποία προστέθηκαν σταδιακά με την εξέλιξη της εργασίας. Προκειμένου να υπολογιστούν οι τροφοδοτούμενες επιφάνειες, δημιουργήθηκε **δίκτυο πολυζώνων Thiessen** γύρω από κάθε κόμβο, αφού πρώτα καθορίστηκαν πολύ προσεκτικά οι μη εξυπηρετούμενες περιοχές και αφαιρέθηκαν οι κόμβοι άλλων ζωνών, κόμβοι μεγάλων τροφοδοτικών αγωγών, κ.λ.π., ώστε να μην υπάρχουν υπερεκτιμήσεις.

Ο υδραυλικός έλεγχος κάλυψε στο σύνολο των περιοχών Βόλου - Ν. Ιωνίας τους κύριους τροφοδοτικούς αγωγούς κλπ **αγωγούς των εσωτερικών δικτύων διανομής**. Ως εσωτερικά δίκτυα διανομής θεωρήθηκαν τα δίκτυα με υφιστάμενους και προτεινόμενους αγωγούς εσωτερικής διαμέτρου Φ60 και μεγαλύτερης.

Οι υφιστάμενοι αγωγοί από γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες Φ1"-Φ1,5" και Φ2" και από αμιαντοσιμεντοσωλήνες δεν εντάχτηκαν στα νέα δίκτυα και γι αυτό το λόγο ο υδραυλικός έλεγχος των δικτύων έγινε με τη θεώρηση ότι οι σωλήνες αυτοί θα αντικατασταθούν με σωλήνες πολυαιθελενίου, κατά κανόνα ελάχιστης εσωτερικής διαμέτρου Φ90 πλην ελαχίστων περιπτώσεων (Φ63).

Ο υδραυλικός έλεγχος κάλυψε το σύνολο των δεξαμενών, των κύριων τροφοδοτικών αγωγών και των αγωγών των εσωτερικών δικτύων διανομής. Σαν εσωτερικά δίκτυα διανομής θεωρήθηκαν τα δίκτυα με υφιστάμενους και προτεινόμενους αγωγούς εσωτερικής διαμέτρου Φ60 και μεγαλύτερης.

Ο έλεγχος της επάρκειας της λειτουργίας του δικτύου γίνεται με σύγκριση του διαθέσιμου πιεζομετρικού φορτίου με το **επιτρεπόμενο ύψος δόμησης της περιοχής**.

Ο υπολογισμός των απωλειών έγινε με βάση τη σχέση των Darcy-Weisbach

$$J = a \lambda_a V^2 / (D 2 g)$$

όπου J = απώλειες μ/μ.μ.

a = συντελεστής τοπικών απωλειών

λ_a = εσωτερική διάμετρος αγωγού σε μ.

V = ταχύτητα ροής νερού

D = εσωτερική διάμετρος αγωγού σε μέτρα

g = επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 μ./δευτερ.²)

Ο συντελεστής τριβών υπολογίστηκε κατά Colebrook - White

$$1/\lambda_a^{1/2} = -2 \log(k/(3.7D) + 2.51/(R \lambda_a^{1/2}))$$

Για τους αγωγούς του εσωτερικού δικτύου λαμβάνεται $k = 1$ χλστ.

Ο συντελεστής αυτός σύμφωνα με τις υπαριθ. Δ22200/1977 και ΒΜ3/21417/84 εγκυκλίου ΥΠΕΧΩΔΕ λαμβάνεται με ξεχωριστές τιμές για σωλήνες PVC ($k=0.1$ χλστ.) για σωλήνες Αμιαντοσιμέντου ($k=0,5$ χλστ.) και χαλυβδοσωλήνες συγκολλημένους ($k=0,4$ έως $2,0$ χλστ.). Στην παρούσα μελέτη δεχθήκαμε την τιμή 1 χλστ. για όλους τους αγωγούς για να καλύψουμε αφενός την αύξηση της τραχύτητας από εναπόθεση αλάτων στα τοιχώματα που επιφέρει και σμίκρυνση διατομής καθώς και την αιτούμενη προσαύξηση (π.χ. 10 ή 15%) των γραμμικών απωλειών , λόγω τοπικών απωλειών.

Οι ταχύτητες που προέκυψαν δεν υπερβαίνουν τα επιτρεπτά μέγιστα όρια και τις περισσότερες φορές είναι πολύ κατώτερες.

Πράγματι και τα αποτελέσματα της υδραυλικής επίλυσης σε περιβάλλον watercad επιβεβαιώνουν την παραπάνω εικόνα σε επίπεδα ταχυτήτων.

Η σύγκριση ταχυτήτων σε αγωγούς είναι σχεδόν αδύνατη με βάση το τεύχος μελέτης καθώς οι αγωγοί δεν είναι ταξινομημένοι κατά αύξουσα σειρά όσον αφορά τους κόμβους αρχής ή τους κόμβους τέλους.

Για τις πιέσεις , στο τεύχος της τεχνικής έκθεσης της μελέτης των Λ.-Μ. αναφέρεται ότι σε όλες τις ζώνες υπάρχουν δυσμενείς κόμβοι με φορτίο κάτω από το ελάχιστο κοντά στους κόμβους , αλλά οι συγκεκριμένοι κόμβοι είναι λίγοι σε κάθε περίπτωση.

Επίσης αναφέρεται ότι στη χαμηλή ζώνη προβληματικές περιοχές είναι της Ν.Ιωνίας της Ανάληψης και της ανατολικής Ν.Δημητριάδας , γεγονός που προκύπτει και από την εικόνα της προσομοίωσης με το πρόγραμμα watercad.

Γενικά οι πιέσεις δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στις δυο προσομοιώσεις.

Για παράδειγμα ο κόμβος 8939 της επίλυσης των Λ.-Μ. , στη διασταύρωση των οδών Αργοναυτών και Γαμβέτα , ο οποίος αντιπροσωπεύει τον κόμβο 1,030 της αντίστοιχης επίλυσης σε περιβάλλον watercad παρουσιάζει πίεση 5,01 ατμόσφαιρες στην πρώτη περίπτωση και 4,26 στη δεύτερη ενώ το ύψος της πιεζομετρικής γραμμής είναι αντίστοιχα 50,77 μέτρα και 45,09 μέτρα.

Η ο κόμβος 8378 της επίλυσης των Λ.-Μ. , στη διασταύρωση των οδών Κ.Καρτάλη με Γαλλίας, ο οποίος αντιπροσωπεύει τον κόμβο 5,521 της αντίστοιχης επίλυσης σε περιβάλλον watercad παρουσιάζει πίεση 4,31 ατμόσφαιρες στην πρώτη περίπτωση και 3,86 στη δεύτερη ενώ το ύψος της πιεζομετρικής γραμμής είναι αντίστοιχα 50,67 μέτρα και 45,50 μέτρα.

Βέβαια η προσομοίωση με το πρόγραμμα watercad , για τα δεδομένα που επιλύθηκε , σε γενικές γραμμές παρουσιάζει περισσότερες 'προβληματικές περιοχές' με κόμβους ή αγωγούς που αποκλίνουν από τις επιθυμητές τιμές των ταχυτήτων ή των πιέσεων , γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στο ότι το δίκτυο είναι 10 χρόνια γηραιότερο σε σχέση με την μελέτη των Λ.-Μ. ή ακόμα και στην ύπαρξη μικρότερου ποσοστού ακριβείας στην εισαγωγή των δεδομένων (έλλειψη δικτύου διανομής, πολεοδομικών ζωνών κ.τ.λ.)



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΔΕΥΑΜΒ**

Η νέα επιχείρηση που ιδρύθηκε το 1979, με την επωνυμία ΔΕΥΑΜΒ, παρέλαβε το δίκτυο του Βόλου και της Νέας Ιωνίας από τους δήμους. Το δίκτυο ήδη από το 1955 είχε αρχίσει να κατασκευάζεται με σύγχρονες αντιλήψεις, δηλαδή ιδιωτικές παροχές, υδρομετρητές κ.ά.

Ο Δήμος Βόλου υδρευόταν κυρίως από τις δεξαμενές Χατζηαργύρη και Γηροκομείου με πηγαία νερά (από την πηγή της Καλιακούδας), αλλά και από μια σειρά γεωτρήσεων στις παρυφές του Πηλίου. Ο Δήμος Νέας Ιωνίας υδρευόταν από τις δεξαμενές στο Αλιβέρι και τον Ξηρόκαμπο, αλλά και από τη δεξαμενή του Σαρακηνού στα ΚΕΤΕ, τις οποίες τροφοδοτούσαν τέσσερις τοπικές γεωτρήσεις. Τα Μελισσιάτικα, το Φυτόκο, το Κλίμα Φυτόκου και το Διμήνι, το καθένα με δικό του ανεξάρτητο δίκτυο υδρευόταν από τοπικές γεωτρήσεις. Την ίδια εποχή που ιδρύθηκε η ΔΕΥΑΜΒ ανέλαβε ταυτόχρονα την υδροδότηση της Α' ΒΙ.ΠΕ. (Α' Βιομηχανική Περιοχή) παραλαμβάνοντας το δίκτυο που είχε κατασκευάσει η ΕΤΒΑ και την ευθύνη της λειτουργίας και της συντήρησης του. Η ΒΙ.ΠΕ. υδρευόταν από γεωτρήσεις στα διοικητικά όρια του Δήμου Βελεστίνου και των κοινοτήτων Αγ. Γεωργίου και Ριζομύλου.

Την εποχή της ίδρυσης της οι παροχές στο πολεοδομικό συγκρότημα ήταν περίπου 27.000 και το δίκτυο ήταν κατασκευασμένο κυρίως από σωλήνες σιδήρου, αμιαντοσιμέντου και εν μέρει από σωλήνες χυτοσιδήρου. Η αλματώδης αύξηση του πληθυσμού, που είχε αρχίσει από τις αρχές της δεκαετίας, οδήγησε την επιχείρηση να στραφεί σε νέες πηγές υδροδότησης και την κατασκευή νέων αποθηκευτικών χώρων αλλά και τροφοδοτικών αγωγών, γιατί η υφιστάμενη κατάσταση δεν μπορούσε να ανταπεξέλθει στις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες.

Για τους παραπάνω λόγους ανοίγονται νέες γεωτρήσεις γύρω από το πολεοδομικό συγκρότημα, ενώ το 1983 ολοκληρώνονται τα έργα υδρομάστευσης και μεταφοράς του νερού από τις πηγές της Κουκουράβας, που μαζί με άλλες πηγές της Καλιακούδας βελτιώνουν σημαντικά την υδροδότηση του πολεοδομικού συγκροτήματος, αφού η ποιότητα του νερού των γεωτρήσεων λόγω της υπεράντλησης είχε αρχίσει να υποβαθμίζεται παρουσιάζοντας σταδιακή αύξηση της σκληρότητας και των χλωριόντων.

Το 1985 κατασκευάζεται νέα δεξαμενή συμπληρωματική στο Γηροκομείο $1.200 \mu^3$, για να είναι δυνατή η αναρρύθμιση των πηγαίων νερών της Καλιακούδας και της Κουκουράβας, ενώ σταδιακά αρχίζει η ενίσχυση του υφιστάμενου δικτύου με την κατασκευή κατασκευάζονται τροφοδοτικοί αγωγοί από το αντλιοστάσιο Χατζηαργύρη προς τις Νέες Παγασές και το Διμήνι και από το Γηροκομείο προς το αγωγών από το Γηροκομείο προς τη Νέα Δημητριάδα και την οδό Ερμού. Ταυτόχρονα 2^ο αντλιοστάσιο της Νέας Ιωνίας.

Το 1988 ολοκληρώνονται τα έργα μεταφοράς του νερού από την Α' ΒΙ.ΠΕ. προς το πολεοδομικό συγκρότημα με έναν δίδυμο αγωγό, από τους οποίους ο ένας τροφοδοτεί τον

Βόλο και ο άλλος τη Νέα Ιωνία. Οι αγωγοί αυτοί τροφοδοτούν το πολεοδομικό συγκρότημα με την περίσσεια του νερού που δεν καταναλώνεται από τη Βιομηχανική περιοχή.

Το 1991 ολοκληρώνονται τα έργα μεταφοράς του νερού από τις πηγές Ξηράκια προς το πολεοδομικό συγκρότημα. Ο αγωγός που κατασκευάστηκε μήκους 8 χλμ. συνδέθηκε με τον υφιστάμενο αγωγό της Καλιακοῦδας και βελτίωσε σημαντικά την ποιότητα του νερού διανομής. Βέβαια, ο αγωγός παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος ανεκμετάλλευτος, γιατί δεν ολοκληρώθηκαν τα έργα μεταφοράς του νερού από τη Λαγωνίκα λόγω των γνωστών προβλημάτων που υπάρχουν με την Κοινότητα Πουριού.

Το 1992 κατασκευάζεται συμπληρωματική δεξαμενή στα ΚΕΤΕ της Νέας Ιωνίας (Σαρακηνός) 800 μ³ και το 1993 κατασκευάζεται νέα δεξαμενή στις Αλυκές 600 μ³, που βελτιώνει σημαντικά τη λειτουργία του δικτύου στην περιοχή των Αλυκών. Παρόλα αυτά συνεχίζεται το πρόβλημα ιδιαίτερα τους ξηρούς μήνες, από τον Αύγουστο ως τον Δεκέμβριο, όπου το πολεοδομικό συγκρότημα υδρεύεται κυρίως από γεωτρήσεις.

Το 1993 και το 1994 κατασκευάζεται αγωγός μεταφοράς νερού από την πηγή Μάνα της Πορταριάς και την πηγή Γεράκια, που εμπλουτίζει με πηγαίο νερό το πολεοδομικό συγκρότημα σε τέτοιο βαθμό, που για τουλάχιστον πέντε μήνες τον χρόνο να μην χρησιμοποιούνται πλέον οι γεωτρήσεις και μάλιστα για το ίδιο χρονικό διάστημα να γίνεται εμπλουτισμός τους σε αρκετές από αυτές. Το 1993 ολοκληρώνεται η α' φάση του έργου "Μεταφορά νερού από την Κάρλα", χρηματοδοτούμενο από το Ταμείο Συνοχής με την κατασκευή ενός αγωγού Φ600 από τη δεξαμενή του εργοστασίου Αρμάτων ως την Α' ΒΙ.ΠΕ.

Μετά την ολοκλήρωση του έργου, που βρίσκεται σε εξέλιξη και στο οποίο προβλέπεται η κατασκευή αγωγού από την Α' ΒΙ.ΠΕ. ως το Γηροκομείο με ενδιάμεσους σταθμούς τη νέα δεξαμενή της Νέας Ιωνίας και τις νέες δεξαμενές του Σαρακηνού, θα μειωθεί αρκετά η ανάγκη λειτουργίας των γεωτρήσεων που βρίσκονται γύρω από το πολεοδομικό συγκρότημα για μεγάλο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του έτους.

Το 1995 ολοκληρώνεται η μελέτη του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης, μέρος της οποίας χρηματοδοτείται από το Ταμείο Συνοχής και στην οποία προβλέπεται η κατασκευή δύο δεξαμενών και ορισμένων κύριων τροφοδοτικών αγωγών ύδρευσης, ώστε με την κατασκευή τους να λυθούν όλα τα προβλήματα μειωμένης πίεσης κυρίως στο κέντρο του πολεοδομικού συγκροτήματος, αλλά και να γίνεται καλύτερα η διαχείριση του δικτύου.

Τέλος, κάθε χρόνο από τη ΔΕΥΑΜΒ αντικαθίστανται περίπου 15.000 μ. αγωγοί διανομής σε

διάφορα σημεία του δικτύου, στα οποία λόγω παλαιότητας έχει επέλθει καταστροφή. Το υλικό των σωλήνων που χρησιμοποιείται είναι το PVC, που θεωρείται το πλέον κατάλληλο για αγωγούς ύδρευσης. Η ΔΕΥΑΜΒ φροντίζει, επίσης, τη συνεχή συντήρηση και επέκταση του υφιστάμενου δικτύου. Για τη γρήγορη και αποτελεσματική αποκατάσταση και συντήρηση του δικτύου η ΔΕΥΑΜΒ έχει προμηθευτεί πρόσφατα τέσσερα αυτοκινούμενα συνεργεία, ενώ ένα μεγάλο μέρος της αντικατάστασης του δικτύου γίνεται από το προσωπικό της.

Όλα τα παραπάνω συμβάλλουν στον συνεχή εκσυγχρονισμό και την ανάπτυξη του δικτύου ύδρευσης της ΔΕΥΑΜΒ, με σκοπό πάντα την καλύτερη ποιότητα του νερού και τη συνεχή και ομαλή υδροδότηση του κάθε καταναλωτή της πόλης μας.

άρθρο του Γιάννη Χούσου για την ΔΕΥΑΜΒ , Βόλος 1996



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ - ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

ΜΟΝΑΔΕΣ ΟΓΚΟΥ

1 λίτρο , 1 lt

1 κυβικό μέτρο, $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ lt}$

1 γαλόνι, $1 \text{ gal} = 0.1337 \text{ κυβικά πόδια (ft}^3) = 3,785 \text{ lt}$, ($1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$) , ($1 \text{ μέτρο} = 39,47 \text{ ίντσες}$)

1 εκατομμύριο γαλόνια , $1 \text{ mg} = 1,000,000 \text{ γαλόνια}$

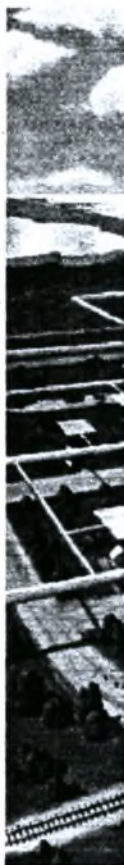
ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑ ΚΕΦΑΛΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

gpcd (gal/capita-day)

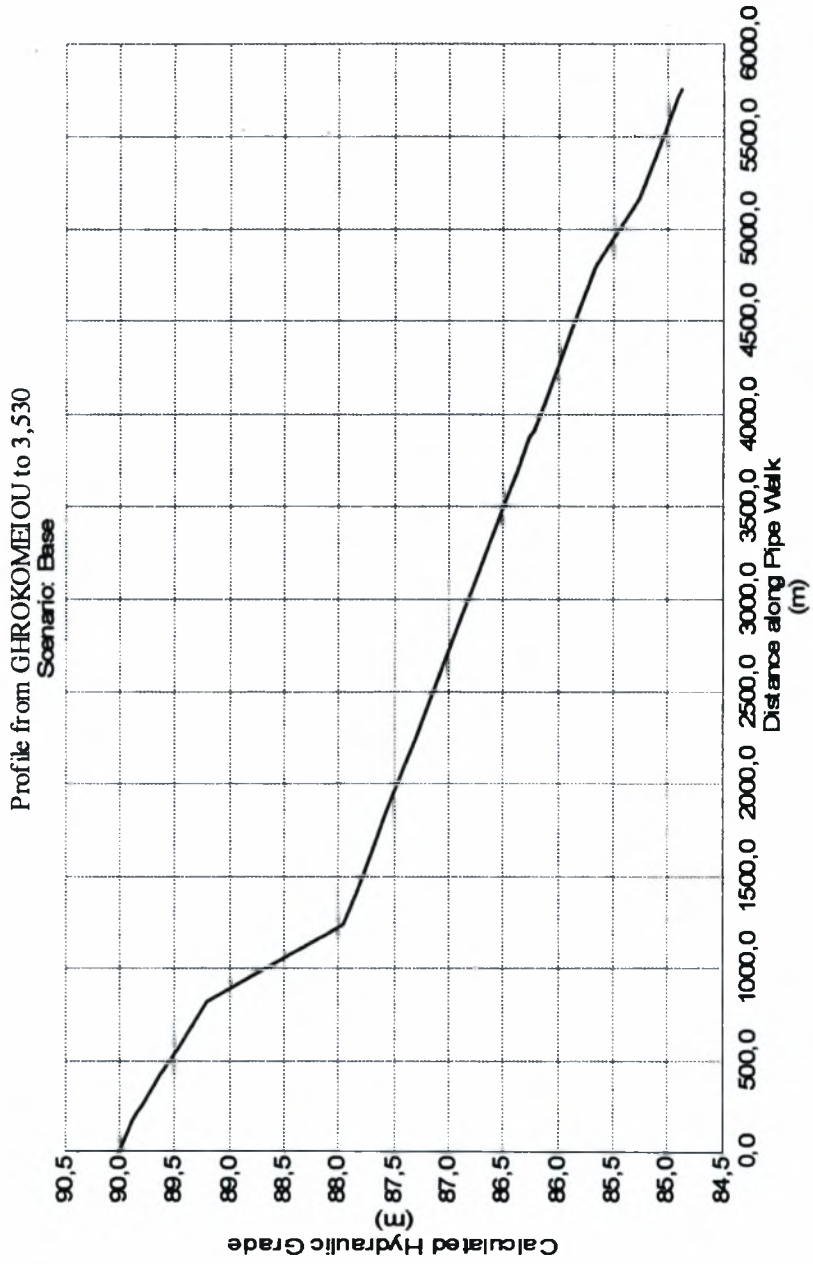
lpcd (lt/capita-day)

ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

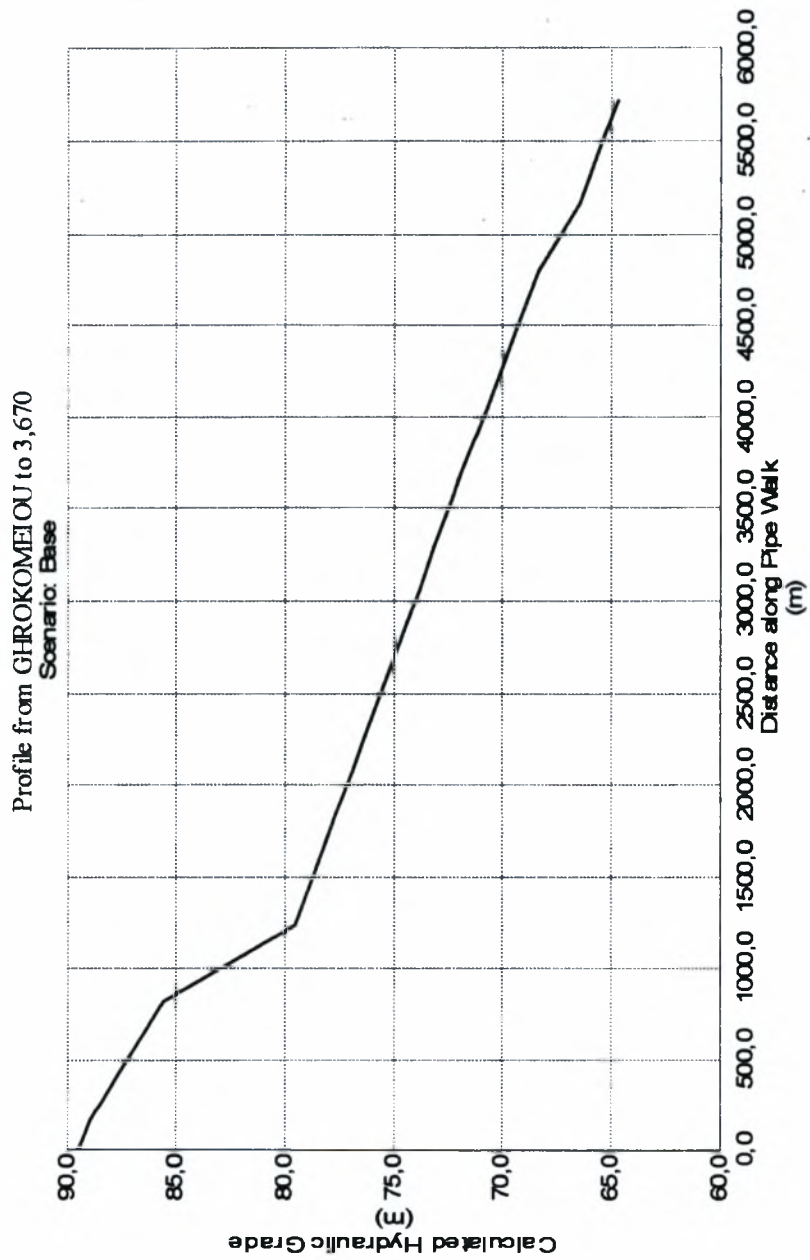
$20 \text{ psig} = 46 \text{ ft} = 14 \text{ m}$



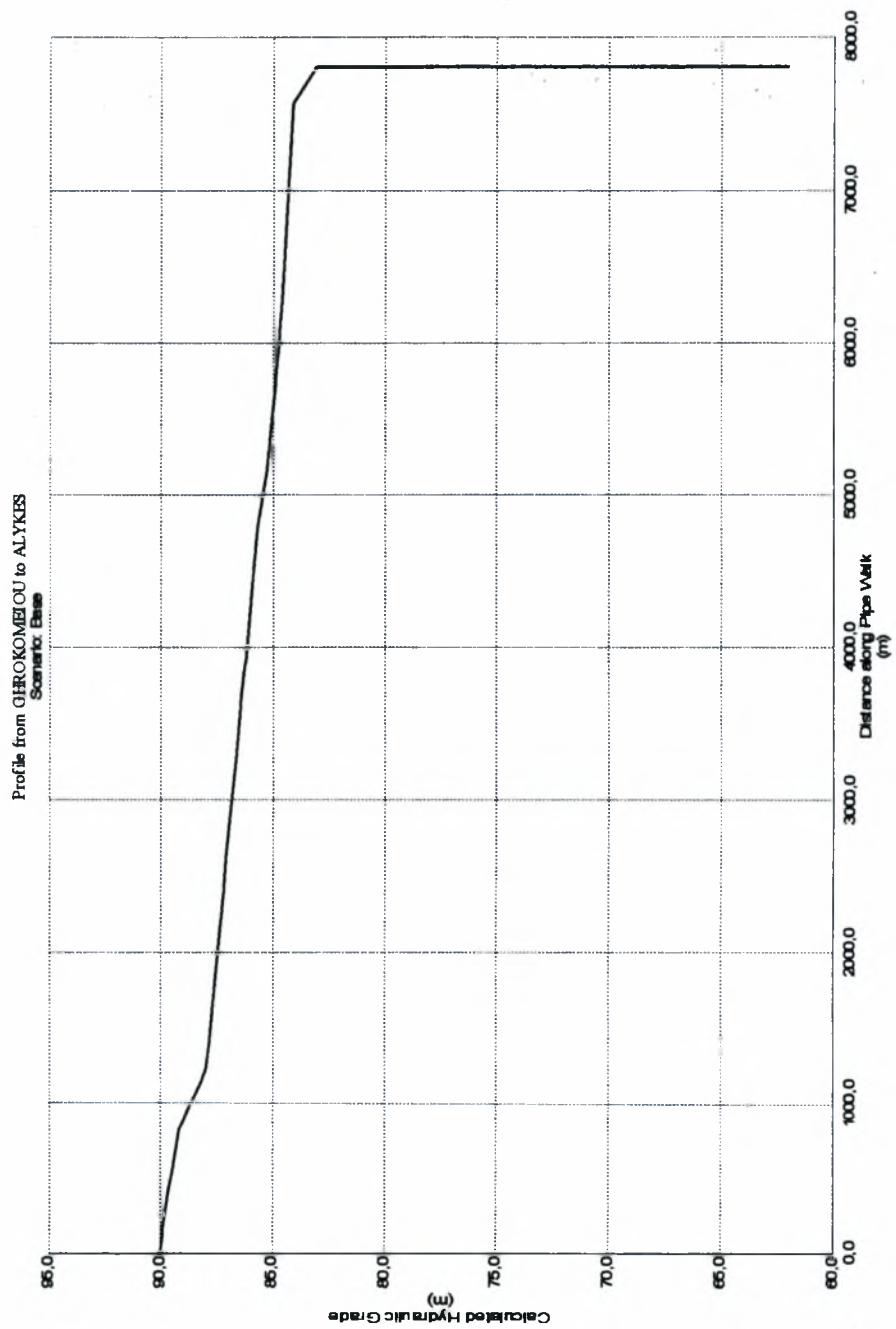
ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ



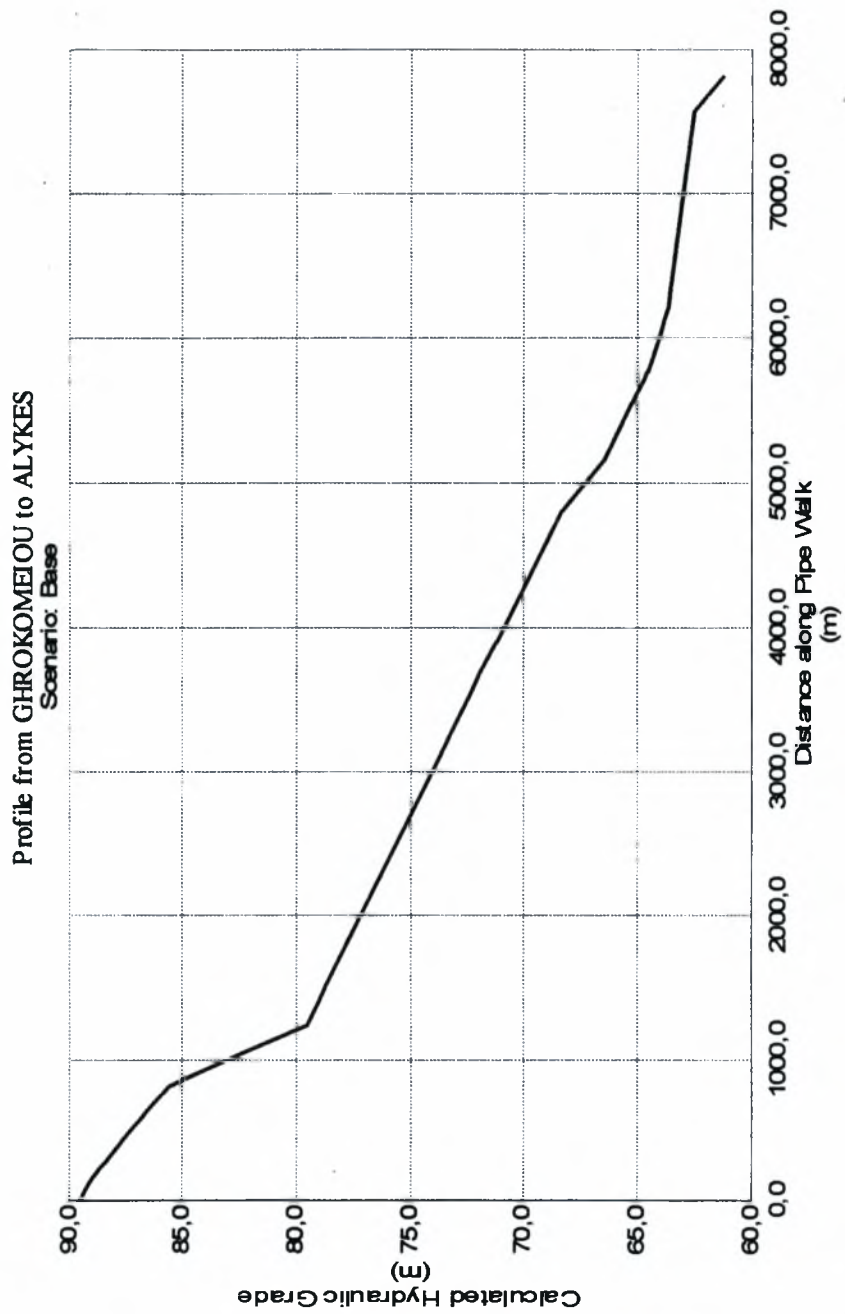
E1.1 - Υδραυλική βαθμίδα του αγωγού της Ζάχου από τη δεξαμενή του Γηροκομείου μέχρι τον κόμβο 3,530 , την ώρα μη αιχμής.



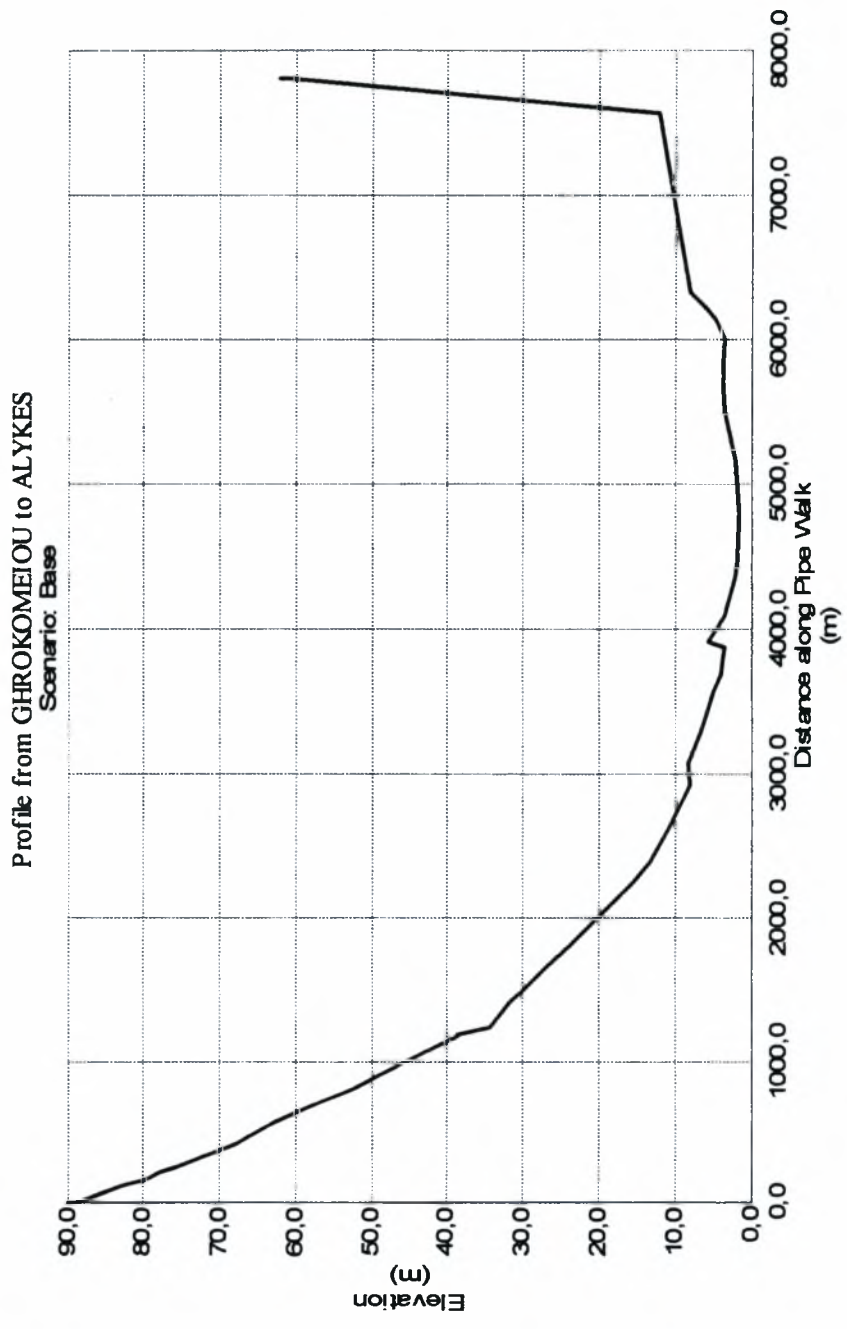
E1.2 - Υδραυλική βαθμίδα του αγωγού της Ζάχου από τη δεξαμενή του Γηροκομείου μέχρι τον κόμβο 3,530 την ώρα αιχμής



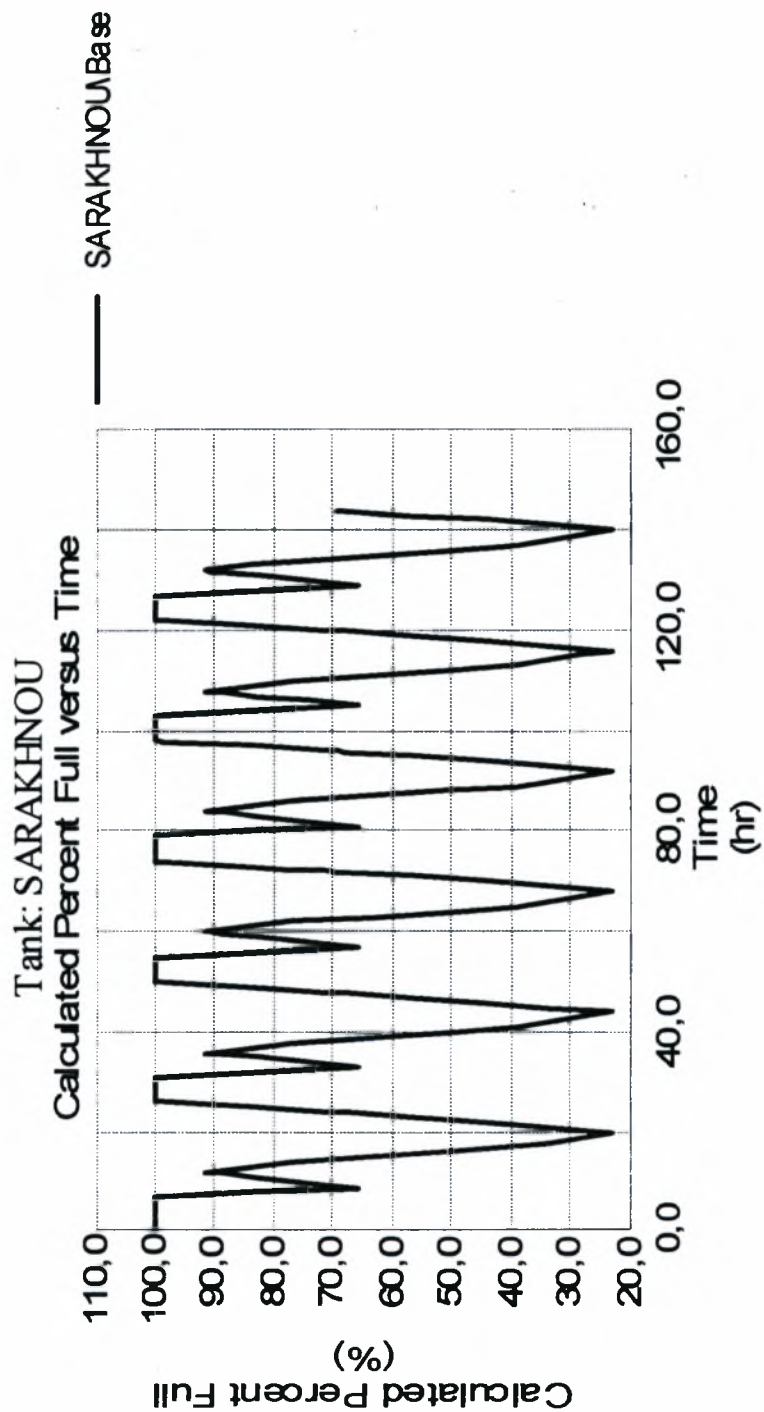
Ε2.1 - Υδραυλική βαθμίδα του αγωγού της Ζάχου από τη δεξαμενή του Γηροκομείου μέχρι των Αλυκών την ώρα μη αιχμής



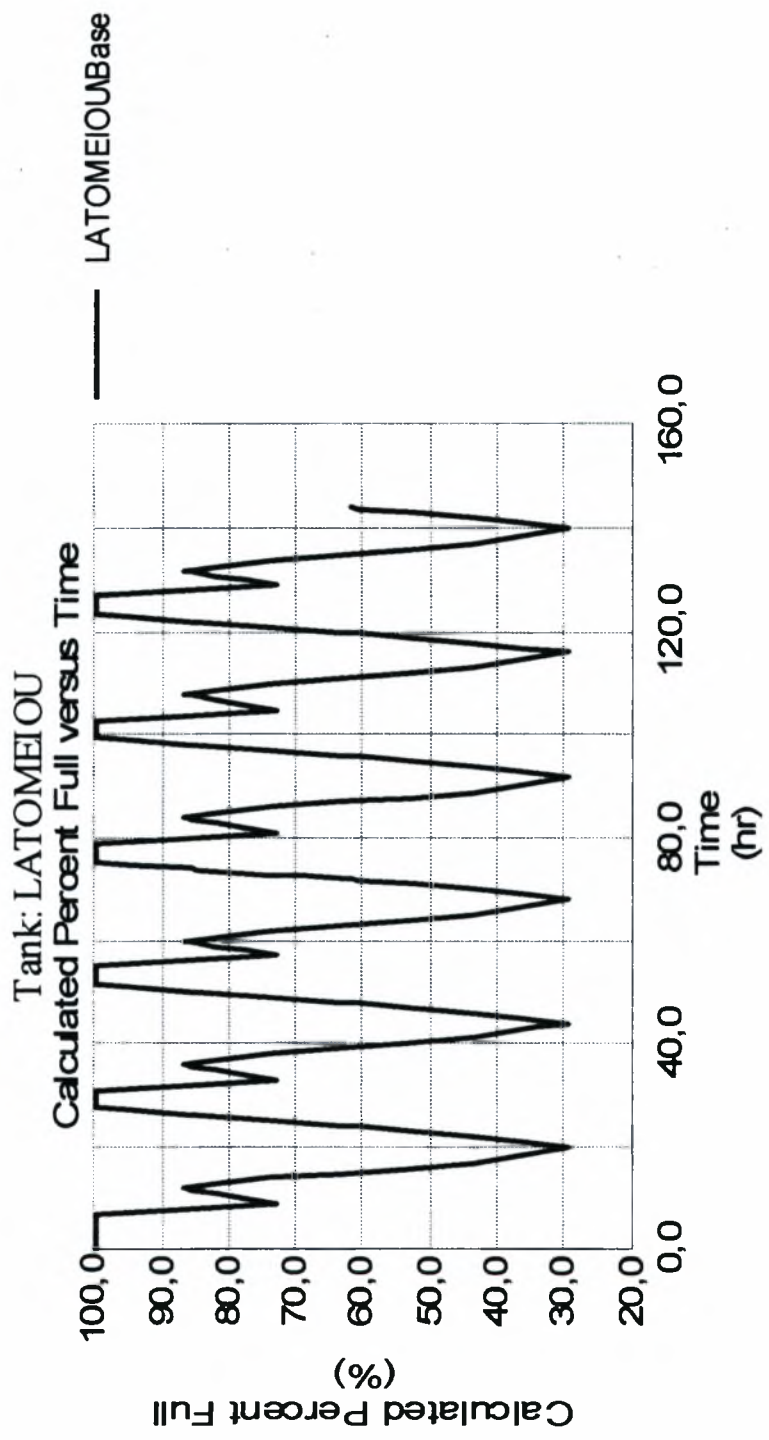
Ε2.2.1 - Υδραυλική βαθμίδα του αγωγού της Ζάχου από τη δεξαμενή του Γηροκομείου μέχρι των Αλυκών την ώρα αιχμής



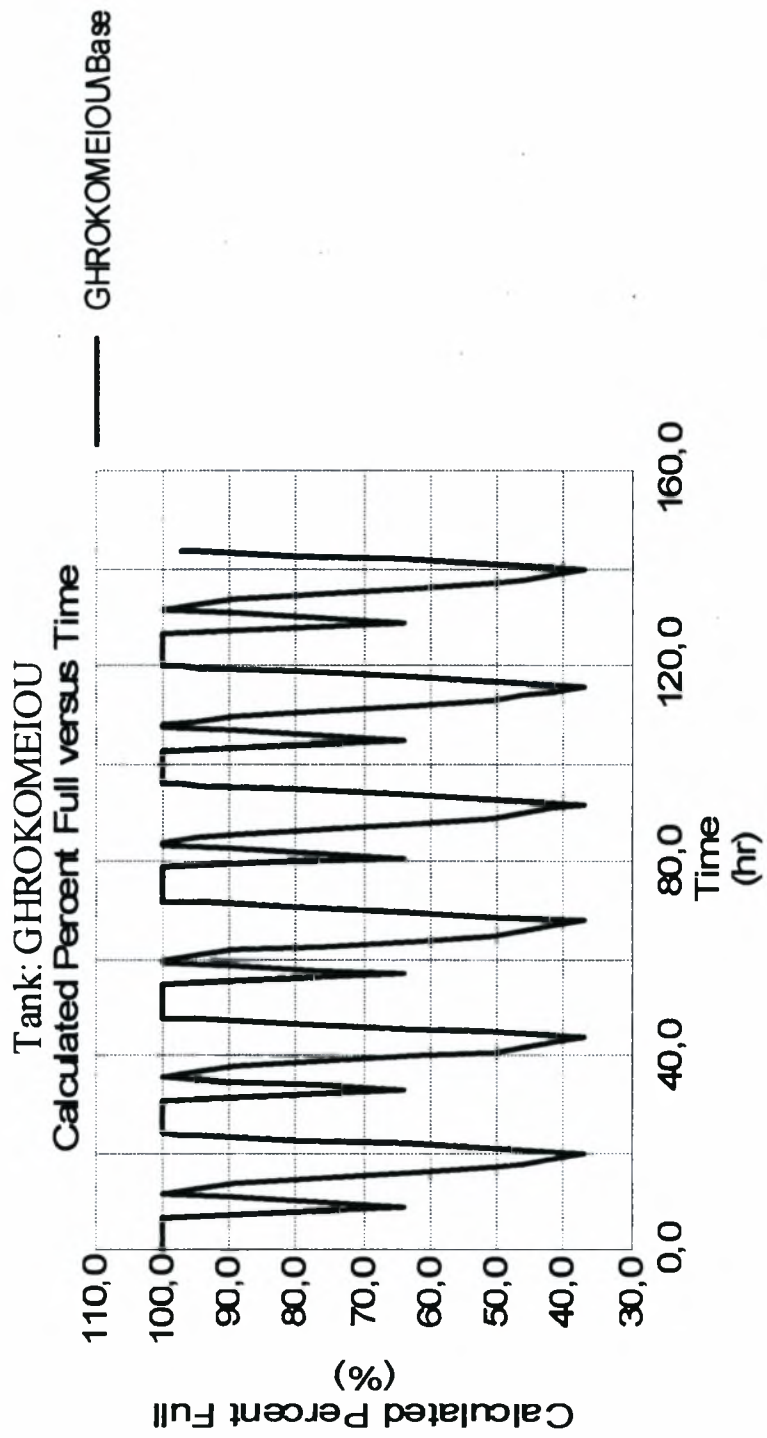
E2.2.2 – Υψόμετρα των κόμβων του αγωγού της Ζάχου από τη δεξαμενή του Γηροκομείου μέχρι των Αλυκών



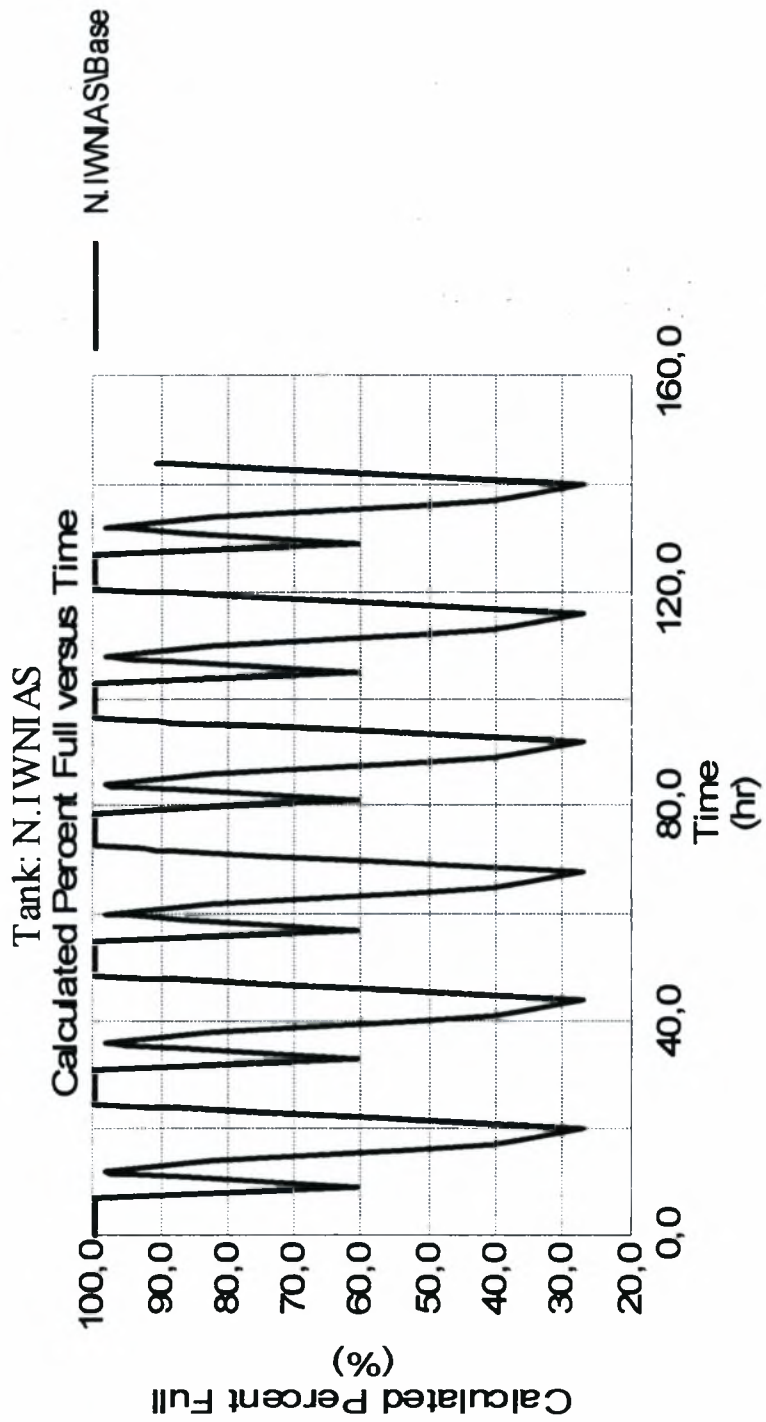
Z1 – Ποσοστό της δεξαμενής του Σαρακηνού ,σε συνάρτηση με το χρόνο – διάρκεια επίλυσης – , που είναι γεμάτη.



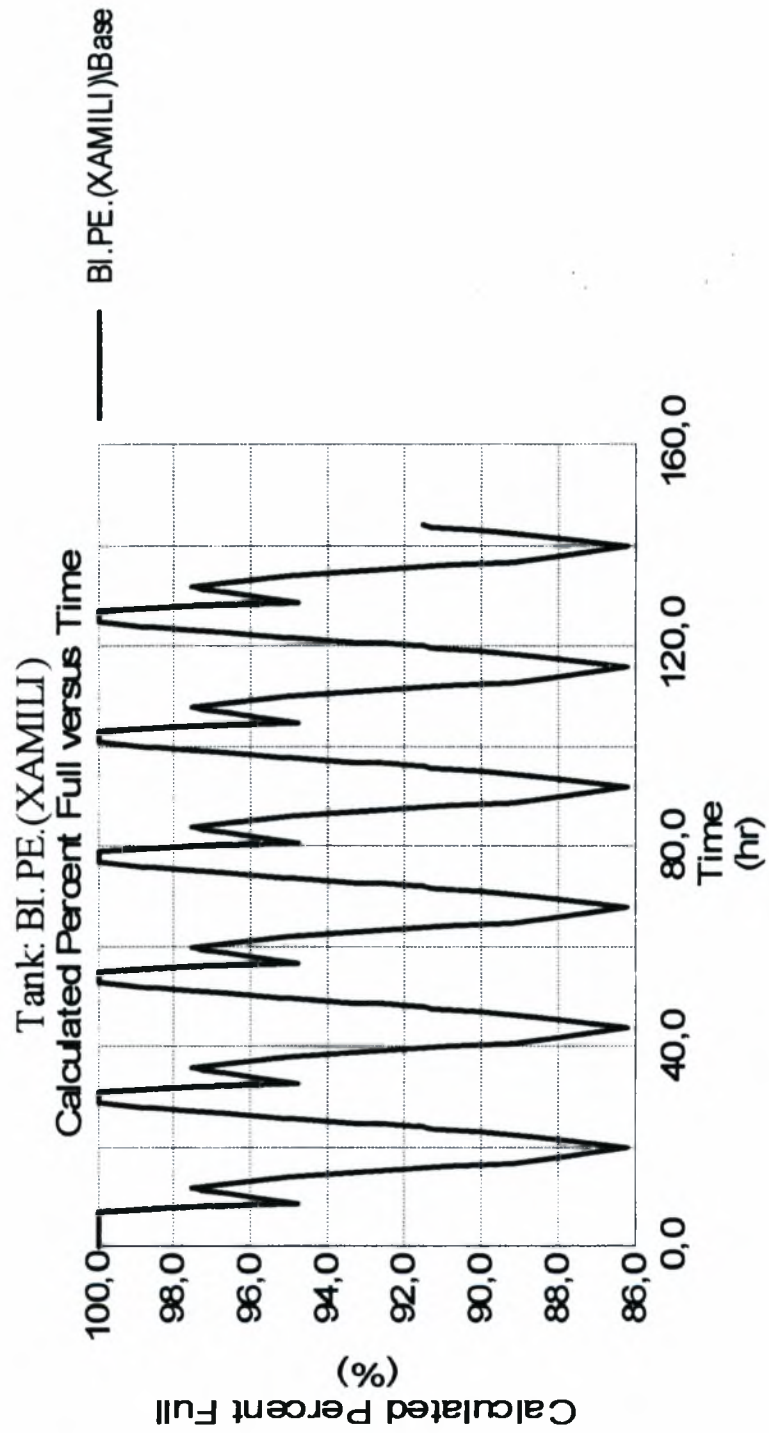
Z2 – Ποσοστό της δεξαμενής του Λατομείου ,σε συνάρτηση με το χρόνο – διάρκεια επίλυσης – , που είναι γεμάτη.



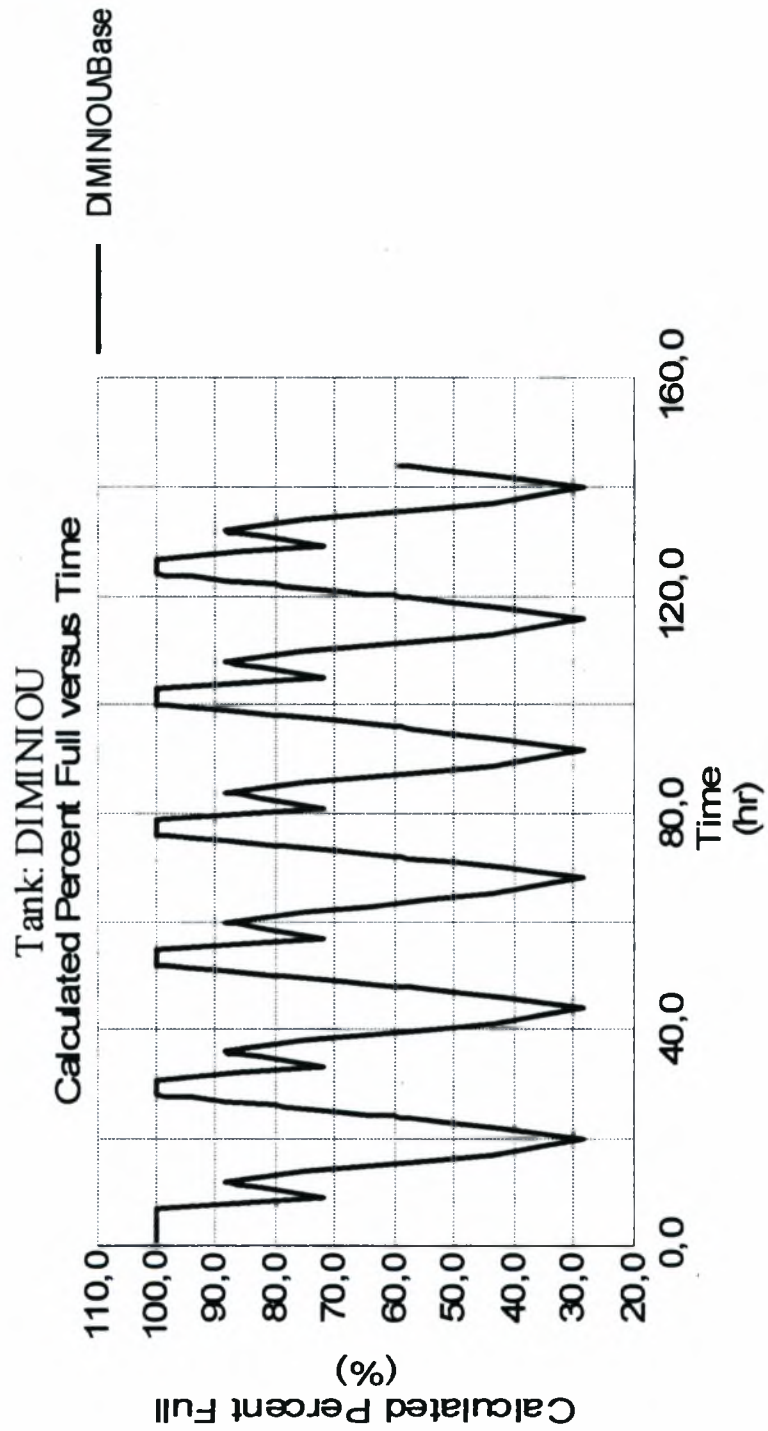
Z3 – Ποσοστό της δεξαμενής του Γηροκομείου ,σε συνάρτηση με το χρόνο – διάρκεια επίλυσης – , που είναι γεμάτη.



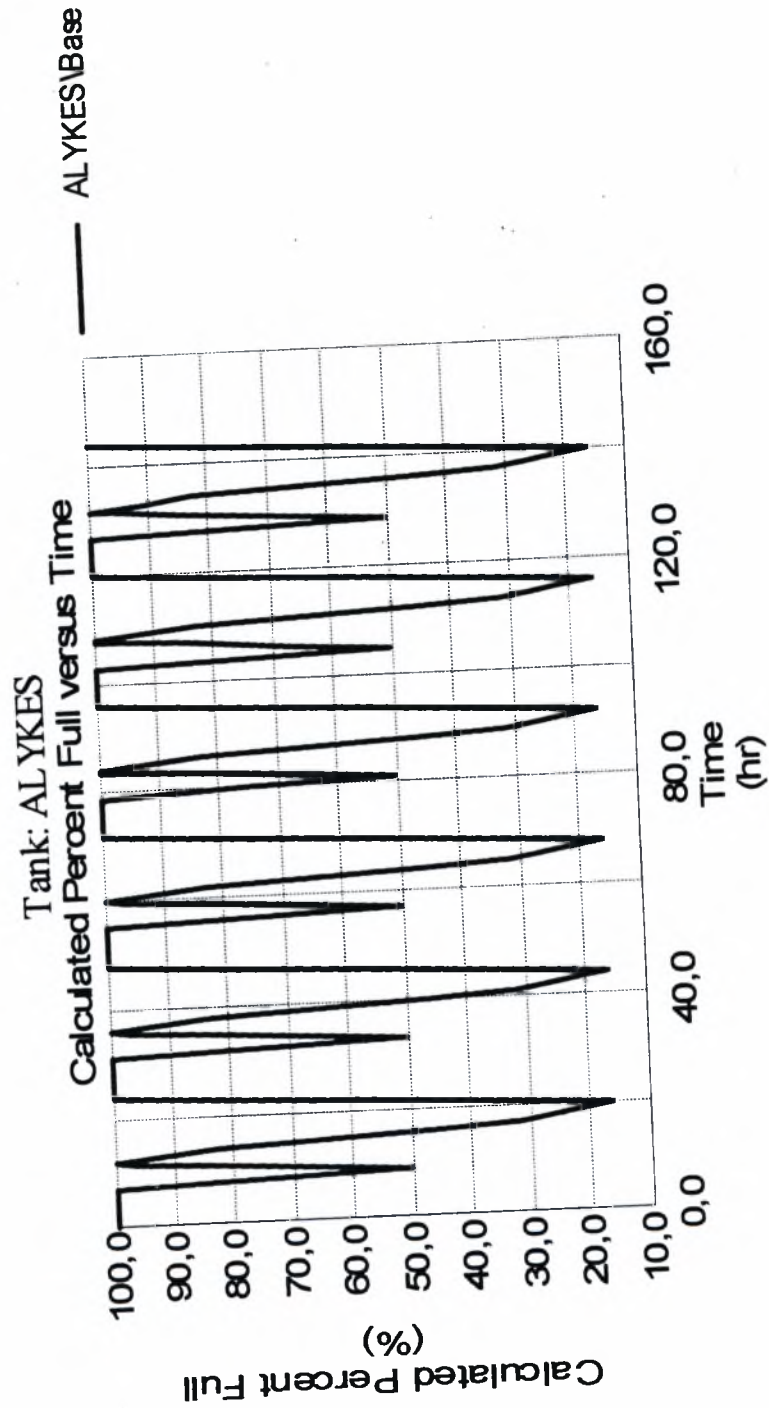
Z4 – Ποσοστό της δεξαμενής της Ν.Ιωνίας ,σε συνάρτηση με το χρόνο – διάρκεια επίλυσης – , που είναι γεμάτη.



Z5 – Ποσοστό της δεξαμενής της ΒΙ.ΠΕ. ,σε συνάρτηση με το χρόνο – διάρκεια επίλυσης – , που είναι γεμάτη.



Z6 – Ποσοστό της δεξαμενής του Διμηνίου ,σε συνάρτηση με το χρόνο – διάρκεια επίλυσης – , που είναι γεμάτη.



Z7 – Ποσοστό της δεξαμενής των Αλυκών ,σε συνάρτηση με το χρόνο – διάρκεια επίλυσης – , που είναι γεμάτη.

Tank: SARAKHNOU

General | Demand | Section | Quality | Capital Cost | User Data | Messages

Section

Section:

Inactive Volume: m³

Total Active Volume: m³

Cross Section

Cross Section:

Average Area: m²

Operating Range

	Elevations (m)	Levels (m)
Maximum:	<input type="text" value="120.000"/>	<input type="text" value="3.000"/>
Initial:	<input type="text" value="120.000"/>	<input type="text" value="3.000"/>
Minimum:	<input type="text" value="117.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>
Base:	<input type="text" value="117.000"/>	<input type="text" value="0.000"/>

OK Cancel Report Help 0,000 hr 1,000 hr

Demand (Calculated)

Times

Start Time:

Stop Time:

Volumes

Net Volume:	<input type="text" value="4.569,94"/> m ³
Positive Volume:	<input type="text" value="11.954,95"/> m ³
Negative Volume:	<input type="text" value="7.395,01"/> m ³
Total Volume:	<input type="text" value="19.349,96"/> m ³

Γραφή Help

H1 – Στοιχεία της δεξαμενής του Σαρακηνού.

Bank ATOM1000

General | Demand | Section | Quality | Capital Cost | User Data | Messages

Section

Section:

Inactive Volume: m³

Total Active Volume: m³

Cross Section

Cross Section:

Average Area: m²

Operating Range

	Elevations (m)	Levels (m)
Maximum:	<input type="text" value="65,000"/>	<input type="text" value="3,000"/>
Initial:	<input type="text" value="65,000"/>	<input type="text" value="3,000"/>
Minimum:	<input type="text" value="62,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>
Base:	<input type="text" value="62,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>

OK Cancel Report Help 0,000 hr 1,000 hr

Demand (Calculated)

Time

Start Time:

Stop Time:

Volumes

Net Volume: m³

Positive Volume: m³

Negative Volume: m³

Total Volume: m³

Close Help

H2 – Στοιχεία της δεξαμενής του Λατομείου.

Tank: ΓΗΡΟΚΟΜΕΙΟΥ

General | Demand | Section | Quality | Capital Cost | User Data | Messages

Section

Section: Constant Area

Inactive Volume: 0,00 m³

Total Active Volume: 3.600,00 m³

Cross Section

Cross Section: Non-Circular

Average Area: 1.200,0000 m²

Operating Range

	Elevations (m)	Levels (m)
Maximum:	90,000	3,000
Initial:	90,000	3,000
Minimum:	87,000	0,000
Base:	87,000	0,000

OK Cancel Report Help 0,000 hr 1,000 hr

Demand (Calculated)

Times

Start Time: 0,000 hr

Stop Time: 144,000 hr

Volumes

Net Volume: 33.616,73 m³

Positive Volume: 55.028,04 m³

Negative Volume: 21.411,31 m³

Total Volume: 76.439,34 m³

Close Help

H3 – Στοιχεία της δεξαμενής του Γηροκομείου.

Tank: NIWNIAS

General | Demand | Section | Quality | Capital Cost | User Data | Messages

Section

Section: Constant Area

Inactive Volume: 0,00 m³

Total Active Volume: 3.000,00 m³

Cross Section

Cross Section: Non-Circular

Average Area: 1.000,00000 m²

Operating Range

	Elevations (m)	Levels (m)
Maximum:	65,000	3,000
Initial:	65,000	3,000
Minimum:	62,000	0,000
Base:	62,000	0,000

OK Cancel Report Help 0,000 hr 1,000 hr

Demand (Calculated)

Times

Start Time: 0,000 hr

Stop Time: 144,000 hr

Volumes

Net Volume:	20.017,97	m ³
Positive Volume:	40.007,61	m ³
Negative Volume:	19.989,64	m ³
Total Volume:	59.997,26	m ³

Close Help

H4 – Στοιχεία της δεξαμενής της Ν.Ιωνίας.

Tank: BI.PE.(XAMILI) X

General | Demand | Section | Quality | Capital Cost | User Data | Messages |

Section

Section:

Inactive Volume: m³

Total Active Volume: m³

Cross Section

Cross Section:

Average Area: m²

Operating Range

	<input checked="" type="radio"/> Elevations (m)	<input type="radio"/> Levels (m)
Maximum:	<input type="text" value="90,000"/>	<input type="text" value="4,000"/>
Initial:	<input type="text" value="90,000"/>	<input type="text" value="4,000"/>
Minimum:	<input type="text" value="86,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>
Base:	<input type="text" value="86,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>

Demand (Calculated) X

Times

Start Time:

Stop Time:

Volumes

Net Volume: m³

Positive Volume: m³

Negative Volume: m³

Total Volume: m³

H5 – Στοιχεία της δεξαμενής της ΒΙ.ΠΕ.

Tank: DIMINI00

General | Demand | Section | Quality | Capital Cost | User Data | Messages

Section

Section:

Inactive Volume: m³

Total Active Volume: m³

Cross Section

Cross Section:

Average Area: m²

Operating Range

	Elevations (m)	Levels (m)
Maximum:	<input type="text" value="90,000"/>	<input type="text" value="3,000"/>
Initial:	<input type="text" value="90,000"/>	<input type="text" value="3,000"/>
Minimum:	<input type="text" value="87,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>
Base:	<input type="text" value="87,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>

OK Cancel Report Help 0,000 hr 1,000 hr

Demand (Calculated)

Times

Start Time:

Stop Time:

Volumes

Net Volume: m³

Positive Volume: m³

Negative Volume: m³

Total Volume: m³

Close Help

H6 – Στοιχεία της δεξαμενής του Διμηνίου

Tank: ALYKFS

General | Demand | Section | Quality | Capital Cost | User Data | Messages

Section

Section:

Inactive Volume: m³

Total Active Volume: m³

Cross Section

Cross Section:

Average Area: m²

Operating Range

	<input checked="" type="radio"/> Elevations (m)	<input type="radio"/> Levels (m)
Maximum:	<input type="text" value="62,000"/>	<input type="text" value="3,000"/>
Initial:	<input type="text" value="62,000"/>	<input type="text" value="3,000"/>
Minimum:	<input type="text" value="59,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>
Base:	<input type="text" value="59,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>

OK Cancel Report Help 0,000 hr 1,000 hr

Demand (Calculated)

Times

Start Time:

Stop Time:

Volumes

Net Volume:	<input type="text" value="4,210,15"/> m ³
Positive Volume:	<input type="text" value="10,849,80"/> m ³
Negative Volume:	<input type="text" value="6,439,66"/> m ³
Total Volume:	<input type="text" value="17,089,46"/> m ³

Close Help

H7 – Στοιχεία της δεξαμενής των Αλυκών

