



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Θέμα: “Διαχείριση υδροδοτικών συστημάτων & αξιολόγηση
σωστικών παρεμβάσεων - η περίπτωση της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.”**



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΧΑΡΑΥΓΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ. ΚΑΝΑΚΟΥΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Βόλος, Σεπτέμβριος 2004



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

Αριθ. Εισ.: 4249/1
Ημερ. Εισ.: 23-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΠΜ
2004
ΧΑΡ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	σελ. 1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 2
1.1. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	σελ. 2
1.2. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	σελ. 4
1.3. Η ΝΕΑ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΟΛΙΣΤΙΚΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	σελ. 5
1.4. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ. 5
1.5. ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ. 6
1.6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ. 7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ	σελ. 8
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 8
2.2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ	σελ. 8
2.2.1. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΝΕΡΟΥ	σελ. 9
2.2.2. ΦΥΣΙΚΗ ΑΚΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ	σελ. 10
2.2.3. ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ	σελ. 11
2.2.4. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	σελ. 13
2.3. ΑΙΤΙΕΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ	σελ. 13
2.3.1. ΔΙΑΒΡΩΣΗ	σελ. 14
2.3.2. ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	σελ. 15
2.3.3. ΔΙΑΡΡΟΕΣ	σελ. 15
2.3.4. ΘΡΑΥΣΕΙΣ	σελ. 16
2.3.5. ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	σελ. 17
2.3.6. ΑΛΛΕΣ ΑΙΤΙΕΣ	σελ. 17
2.4. ΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ	σελ. 17
2.4.1. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	σελ. 18
2.4.2. ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	σελ. 19
2.4.3. ΤΡΟΠΟΥ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	σελ. 20
2.5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	σελ. 20
2.5.1. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	σελ. 20
2.5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ	σελ. 21
2.5.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ	σελ. 22
2.6. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ	σελ. 23
2.6.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ	σελ. 23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΘΕΣΠΙΣΗΣ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	σελ. 26
3.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	σελ. 26
3.1.1. ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΘΡΑΥΣΕΩΝ	σελ. 26
3.2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	σελ. 27

3.2.1.	ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ	σελ. 27
3.2.2.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ	σελ. 28
3.2.2.1.	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	σελ. 28
3.2.2.2.	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΒΗΣ	σελ. 28
3.2.3.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	σελ. 29
3.2.3.1.	Ο ΝΕΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΘΡΑΥΣΤΟΣ (BREAK-FREE)	σελ. 29
3.2.3.2.	Ο ΝΕΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΕΙΝΑΙ ΤΟΥ ΙΔΙΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΑΙΟ	σελ. 31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ		σελ. 34
4.1.	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ	σελ. 34
4.2.	ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	σελ. 37
4.3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	σελ. 37
4.3.1.	ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	σελ. 37
4.3.2.	ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ	σελ. 39
4.3.3.	ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΝΕΡΟΥ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ	σελ. 40
4.3.4.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	σελ. 41
4.3.5.	ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	σελ. 42
4.3.6.	ΑΓΩΓΟΙ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	σελ. 43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.		σελ. 45
5.1.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	σελ. 45
5.1.1.	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΓΩΓΩΝ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	σελ. 46
5.2.	ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 51
5.3.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	σελ. 52
5.3.1.	ΕΥΡΕΣΗ ΜΕΣΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΓΩΓΩΝ	σελ. 53
5.3.2.	ΕΜΦΑΝΕΙΣ ΚΑΙ ΑΦΑΝΕΙΣ ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.	σελ. 54
5.3.3.	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΩΝ ΚΑΙ ΑΦΑΝΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	σελ. 57
5.3.4.	ΕΞΑΓΩΓΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΕΜΦΑΝΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	σελ. 57
5.3.4.1.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 62
5.3.5.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΒΛΑΒΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.	σελ. 63
5.3.5.1.	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	σελ. 63
5.3.5.2.	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ	σελ. 63
5.3.6.	ΒΕΛΤΙΣΤΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	σελ. 66
5.3.6.1.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	σελ. 67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ		σελ. 68
6.1.	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	σελ. 68
6.2.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	σελ. 68
6.3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕΙΩΤΩΝ ΠΙΕΣΗΣ	σελ. 69
6.3.1.	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ	σελ. 71

6.3.2.	ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕΙΩΤΩΝ ΠΙΕΣΗΣ	σελ. 72
6.4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. - ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ **σελ. 75**

7.1.	ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	σελ. 75
7.2.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΑΥΤΩΝ	
7.2.1.	ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ	σελ. 75
7.2.2.	ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ	σελ. 76
7.3.	ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ. 77

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ **σελ. 78**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΜΦΑΝΩΝ ΚΑΙ ΑΦΑΝΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ **σελ. 80**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ **σελ. 84**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ **σελ. 91**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας νιώθω ότι θα πρέπει να ευχαριστήσω κάποια άτομα τα οποία συνέβαλλαν τα μέγιστα και χωρίς την βοήθεια των οποίων το έργο μου θα ήταν πολύ δυσκολότερο έως αδύνατο :

-τον επιβλέποντα καθηγητή κ. **Βασίλειο Κανακούδη** ο οποίος με προέτρεψε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο και του οποίου η επιστημονική κατάρτιση αλλά και οι γνώσεις στο πεδίο της εργασίας αποτέλεσαν τις βάσεις πάνω στις οποίες θεμελιώθηκε και αναπτύχθηκε αυτή. Εκτός αυτού, οφείλω να αναφερθώ στην αμέριστη συμπαράσταση αλλά και στην πλήρη εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά τη διάρκεια της εργασίας, γεγονός που με ώθησε να αναλάβω πρωτοβουλίες και να εξελίξω το γνωστικό μου πεδίο και την κριτική μου σκέψη, πάντα με γνώμονα την βελτίωση της ποιότητας της εργασίας.

-τους υπόλοιπους καθηγητές της τριμελούς επιτροπής κ. **Λιακόπουλο Αντώνιο**, Καθηγητή και Πρόεδρο του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και κ. **Παπανικολάου Παναγιώτη**, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για το γεγονός ότι αφιέρωσαν τον πολύτιμο χρόνο τους για την κατανόηση και εξέταση της εργασίας.

-όλο το προσωπικό της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. για το ενδιαφέρον και τη βοήθεια που μου προσέφεραν απλόχερα. Από τους εργατές της εταιρείας, που μου εξήγησαν στο πεδίο όλες τις λεπτομέρειες για τις επισκευές διαρροών και θραύσεων μέχρι και τα στελέχη και το εξειδικευμένο προσωπικό της εταιρείας που μου έδωσαν απλόχερα όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την πολιτική, τις δραστηριότητες, την διαχείριση του δικτύου αλλά και τα οικονομικά στοιχεία της εταιρείας. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Υπεύθυνη του Εσωτερικού Ελέγχου της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. κα **Δούκα Ζαφείρω**, χωρίς την βοήθεια της οποίας, την πολύχρονη εμπειρία της και τις “πόρτες” που μου άνοιξε, η διπλωματική δεν θα μπορούσε να έχει την σημερινή της μορφή.

-τους γονείς μου, **Ντίνο** και **Ηρώ** για την τεράστια ηθική στήριξη αλλά και τις πληροφορίες που μου παρείχαν. Ότι και να πω είναι λίγο...

-όλους τους συμφοιτητές μου. Και εδώ περιττεύουν τα σχόλια...

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το νερό αποτελεί ένα από τα βασικότερα αγαθά, απολύτως απαραίτητο για την επιβίωση του ανθρώπου και άρρηκτα συνδεδεμένο με την πορεία του πάνω στην γη. Ένα από τα πρωταρχικά κριτήρια για την επιλογή τόπου διαβίωσης, ήταν η παρουσία σε κοντινή απόσταση κάποιας πηγής νερού. Αργότερα όμως, ο άνθρωπος δρούσε σαν κατακτητής απέναντι στο φυσικό περιβάλλον, με χαρακτηριστική έλλειψη σεβασμού απέναντι του. Το μόνο που τον ενδιέφερε ήταν η άμεση κάλυψη των αναγκών του με την ελάχιστη καταβολή προσπάθειας αλλά και κόστους, χωρίς να υπολογίζει τις επιπτώσεις των ενεργειών του στην φύση.

Όπως είναι γνωστό, η σημαντική πληθυσμιακή αύξηση στον 20^ο αιώνα και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου συνέβαλλαν στην αλματώδη αύξηση της κατανάλωσης του νερού. Μεγάλες προσπάθειες έλαβαν χώρα με σκοπό την εκμετάλλευση του νερού με τον ελάχιστο δυνατό κόπο. Αρχικά, ο άνθρωπος μοχλούσε για την εύρεση νερού, πράγμα που τον έκανε να το σεβαστεί, ενώ τώρα υπάρχει σε αφθονία μέσα σε κάθε κατοικία και απλά αρκεί το άνοιγμα μιας βρύσης για την απόκτηση του. Βέβαια, το γεγονός αυτό αποτελεί τεράστιο βήμα προόδου, αλλά ταυτόχρονα ευτέλισε την πολύτιμη αυτή πηγή ζωής στο υποσυνείδητο του ανθρώπου με αποτέλεσμα την αλόγιστη χρήση του. Η συνεχής διόγκωση των αναγκών για νερό, σε συνδυασμό με την αύξηση των σύγχρονων μεγαλουπόλεων και την πεπερασμένη δυναμικότητα παροχής των γειτονικών πόρων, οδήγησε στην αναζήτηση νέων, πιο μακρινών πόρων και προκάλεσε τον γιγαντισμό των υδροσυστημάτων και κυρίως των έργων μεταφοράς και διανομής του νερού. Για να καταλάβουμε τη σημαντικότητα του νερού, καθώς και την κρίση που θα υποστεί η ανθρωπότητα εξαιτίας της έλλειψης αυτού στο μέλλον παρατίθενται τα παρακάτω:

Αν και το υγρό στοιχείο καλύπτει το 70% της επιφάνειας της Γης, μόνο το 2,5% είναι γλυκό νερό και από αυτό μόλις το 1% είναι διαθέσιμο στον άνθρωπο. Από την ποσότητα της βροχής που πέφτει κάθε χρόνο, περίπου 110.000 κυβ. χλμ., μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο τα 9.000 κυβ. χλμ. Το νερό είναι είδος σε ανεπάρκεια για πολλούς λαούς εξαιτίας της άδικης κατανομής του. Στο 40% της επιφάνειας της Γης που πλήττεται από ξηρασία υπάρχει μόνο ένα 2% του συνολικού τρεχούμενου νερού που υπάρχει στον πλανήτη. Χαρακτηριστικό στοιχείο απόδειξης αυτού είναι ότι, ενώ Αμερικανοί και Ευρωπαίοι χρειάζονται καθημερινά 300 λίτρα

νερού για τις ανάγκες τους, οι Σενεγαλέζοι, για παράδειγμα, πρέπει να αρκεστούν σε 30. Κάθε χρόνο 771 εκατομμύρια Αφρικανοί χρειάζονται 40 δισεκατομμύρια ώρες για τις μετακινήσεις που θα τους εξασφαλίσουν πόσιμο νερό. Στις αναπτυσσόμενες χώρες 1,2 δις άνθρωποι δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε πόσιμο νερό, 2,9 δις δεν διαθέτουν υδραυλικές εγκαταστάσεις και περίπου ο μισός πληθυσμός των περιοχών αυτών υποφέρει από ασθένειες που σχετίζονται με την έλλειψή του. Οι ειδικοί επισημαίνουν ότι το έτος 2025 η έλλειψη του νερού θα επηρεάσει σημαντικά 52 χώρες και 3,2 δις ανθρώπους, δηλαδή το 37% του συνολικού πληθυσμού της γης. Στις μέρες μας, το 8% του παγκόσμιου πληθυσμού υποφέρει από έλλειψη νερού και τουλάχιστον το 1/3 των κατοίκων ζει με οριακή επάρκεια. Δύο δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Κάθε χρόνο περίπου 5-10 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν από προβλήματα υγείας που δημιουργεί η κακή ποιότητα του νερού, ενώ 30 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν μονάχα από την έλλειψή του. Σήμερα, η γεωργία απορροφά το 70% των υδάτινων αποθεμάτων, ενώ ο χώρος της ενέργειας και της βιομηχανίας απορροφά το 22%. Αντίθετα, για να πιούμε και να καλύψουμε τις οικιακές μας ανάγκες ξοδεύουμε μονάχα το 8%. [Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.]

Ο πλανήτης, ως σύνολο, δεν έχει ελλείμματα νερού, αφού διαθέτει, σύμφωνα με υπολογισμούς, 1,36 δις κυβικά μέτρα νερού. Στην πραγματικότητα, το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αστρονομικής ποσότητας είναι αλμυρό ή υφάλμυρο νερό, που δεν ενδείκνυται για κατανάλωση. Μόνον το 2,5% της συνολικής ποσότητας είναι πόσιμο και από αυτό το 88% περίπου είναι «εγκλωβισμένο» στους πάγους. Ο άνθρωπος δεν μπορεί να ζήσει φυσιολογικά, αν δεν χρησιμοποιεί τουλάχιστον 20 λίτρα νερού την ημέρα. Βέβαια, οι κάτοικοι των πλουσίων χωρών καταναλώνουν τουλάχιστον δωδεκαπλάσια ποσότητα για να βελτιώσουν τις συνθήκες υγιεινής και άνεσης: καθημερινά ντους, φροντίδα κήπου, πλύσιμο αυτοκινήτου κτλ.

Είναι αποδεδειγμένο ότι, όσο πιο πλούσιο είναι ένα κράτος, τόσο περισσότερο νερό καταναλώνει. Οι οικονομικές διαφορές όμως δεν εξηγούν τα πάντα. Υπάρχει επίσης μια πολιτιστική πρακτική, συνδεδεμένη με το νερό και την κατάχρησή του. Στην Ελλάδα έχουν χαθεί τα 2/3 των υδροτόπων, που υπήρχαν στις αρχές του αιώνα: τα έλη αποξηράθηκαν, καταστρέφονται οι λιμνοθάλασσες, περιορίστηκε η έκταση πολλών λιμνών, στέρεψαν κυριολεκτικά τα περισσότερα ποτάμια και άλλαξε μορφή η κοίτη τους. Χάθηκαν έτσι μαζί τους όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι επιφανειακές συγκεντρώσεις του νερού: ο εμπλουτισμός των υπογείων υδροφορέων, η ευεργετική επίδραση στο κλίμα, η διατήρηση της υδρόβιας ζωής. Σαν να μην έφταναν όλα αυτά, καταναλώνεται το 7% των μέσων ετήσιων ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων ή το 11% του διαθέσιμου ετήσιου δυναμικού, ποσοστά που δείχνουν επίσης την ύπαρξη μη ορθολογικής διαχείρισης υδατικών πόρων. Από τα 8.000 εκατ. m³/έτος περίπου, που σήμερα καταναλίσκονται σε όλη τη χώρα, 45% περίπου, δηλαδή 3.300 εκατ. m³/έτος, αποτελούν διάφορες απώλειες, που θα μπορούσαν να περιοριστούν σημαντικά με την εφαρμογή κατάλληλων διαχειριστικών παρεμβάσεων. [Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.]

Η διαχείριση των υδροσυστημάτων και ειδικότερα των δικτύων, αποτελεί μία διαδικασία που απαιτεί την σφαιρική γνώση των μηχανισμών λειτουργίας τους και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραμέτρων που τα ορίζουν. Η γνώση αυτή παλιότερα αποκτώνταν εμπειρικά, ενώ τώρα αποκτάται με τη χρήση μοντέλων προσομοίωσης της λειτουργίας των δικτύων, που βασίζονται σε δεδομένα προερχόμενα από μετρήσεις πεδίου. Η ορθολογική διαχείριση επιτυγχάνεται μέσω μιας διαδικασίας βελτιστοποίησης της λειτουργίας του δικτύου, κατά την οποία επιτυγχάνονται ένας ή περισσότεροι στόχοι. Βέβαια, ο χαρακτηρισμός μιας λύσης ως βέλτιστης είναι υποκειμενικός καθώς εξαρτάται από τις προτεραιότητες, τις παραδοχές και τους περιορισμούς που έχουν τεθεί. [Loucks D.P. et al., 1977]

1.2. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κατά τη διάρκεια της ενεργού ζωής ενός δικτύου, δηλαδή μετά το πέρας της κατασκευής του, διακρίνονται οι εξής περίοδοι:

- της κανονικής συνεχούς λειτουργίας του.
- των διακοπών λειτουργίας του.

Η πρώτη καλύπτει το μεγαλύτερο διάστημα της ζωής του δικτύου και αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό των συνολικών εξόδων λειτουργίας του.

Η δεύτερη περιλαμβάνει:

- τις τακτικές προληπτικές συντηρήσεις, που συνιστούν προγραμματισμένες διακοπές, για την πραγματοποίηση εκτεταμένων ελέγχων, συντηρήσεων αλλά και αντικαταστάσεων των στοιχείων του δικτύου.
- τις βλάβες - αστοχίες, που αποτελούν έκτακτα γεγονότα, κατά τη διάρκεια των οποίων λαμβάνουν χώρα επιτακτικού χαρακτήρα επισκευές, αλλά κυρίως αντικαταστάσεις των στοιχείων του δικτύου που προκάλεσαν τη διακοπή.

Ειδικότερα, το χρονικό διάστημα που έπεται μίας βλάβης διακρίνεται σε τρεις χρονικές υποπεριόδους-φάσεις. Οι φάσεις αυτές, κατά σειρά εμφάνισης, είναι οι εξής:

- το χρονικό διάστημα από τη στιγμή που συμβαίνει η βλάβη σε ένα σημείο-τμήμα του δικτύου έως τη στιγμή που γίνεται αυτή αντιληπτή από το κέντρο ελέγχου του δικτύου, οπότε το συγκεκριμένο σημείο-τμήμα που έχει υποστεί βλάβη απομονώνεται από το υπόλοιπο δίκτυο και αρχίζουν οι εργασίες επισκευής του. Το διάστημα αυτό ονομάζεται “χρόνος αντίδρασης” ή “επίπεδο ετοιμότητας-εγρήγορσης του δικτύου”.
- η περίοδος των εργασιών που άμεσα σχετίζονται με την αποκατάσταση της βλάβης. Το διάστημα αυτό ονομάζεται “χρόνος επισκευής της βλάβης”.
- το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την επαναφορά του δικτύου στην προ της βλάβης κατάσταση λειτουργίας του. Το διάστημα αυτό ονομάζεται “χρόνος επαναφοράς του δικτύου”.

Η επικρατούσα αντίληψη διαχείρισης ενός δικτύου, μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1970, βασιζόταν στην αποσπασματική θεώρηση των επιμέρους περιόδων λειτουργίας του, με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κόστους “λειτουργίας” του δικτύου για κάθε μία από αυτές τις περιόδους ξεχωριστά, θεωρώντας ταυτόχρονα ότι το αποτέλεσμα που προέκυπτε από αυτού του είδους τη διαχείριση του δικτύου ήταν ταυτόχρονα μερικά και ολικά βέλτιστο.

Σύμφωνα με τις αρχές της προαναφερθείσας αντίληψης, οι απαιτήσεις που έπρεπε να ικανοποιεί το δίκτυο σε κάθε μία από τις περιόδους λειτουργίας του ήταν:

- **κανονική λειτουργία** : ικανοποίηση των απαιτήσεων της κατανάλωσης (παροχή και πίεση διατιθέμενου νερού) με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας,
- **τακτικές διακοπές λειτουργίας - προληπτικές συντηρήσεις** : ικανοποίηση των απαιτήσεων της κατανάλωσης με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης,
- **έκτακτες διακοπές λειτουργίας - βλάβες** : ικανοποίηση των απαιτήσεων της κατανάλωσης ανεξαρτήτως κόστους.

Με αυτόν όμως τον τρόπο, δεν διερευνάται η σημασία των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των περιόδων λειτουργίας ενός δικτύου. Εντούτοις οι αλληλεπιδράσεις αυτές είναι δυνατόν, όταν συνεκτιμώνται σε ορισμένες περιπτώσεις δικτύων και για μεγάλα χρονικά διαστήματα μελέτης, να οδηγούν σε μία ολικά πιο συμφέρουσα από οικονομικής απόψεως λειτουργία του δικτύου, ακόμα και αν οι προτεινόμενες λύσεις δεν είναι οι βέλτιστες για κάθε μία περίοδο λειτουργίας του χωριστά. [Κανακούδης Β., 1998]

1.3. Η ΝΕΑ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΟΛΙΣΤΙΚΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τις τελευταίες δεκαετίες του αιώνα που διανύουμε άρχισε να αναπτύσσεται μία νέα αντίληψη διαχείρισης, γνωστή ως ολιστική θεώρηση, των καταστάσεων της λειτουργίας των δικτύων. Σύμφωνα με αυτήν, όλες οι περίοδοι λειτουργίας ολοκληρώνονται σε ένα ενιαίο πλαίσιο μακρόχρονης διαχείρισης, με απώτερο σκοπό την επίτευξη της ολικά βέλτιστης, από οικονομικής απόψεως, λύσης. Βασικό μέλημα της είναι η ανίχνευση και η περαιτέρω ανάλυση των μηχανισμών αλληλεπίδρασης μεταξύ των διαφορετικών περιόδων λειτουργίας ενός δικτύου [Κανακούδης Β., 1998].

Στην προσπάθεια αυτή, απαραίτητο εργαλείο για την πλήρη γνώση των παραμέτρων που περιγράφουν τους μηχανισμούς αυτούς, είναι το μοντέλο προσομοίωσης της λειτουργίας του δικτύου υπό κανονικές και έκτακτες συνθήκες για διάφορα σενάρια προσφοράς και ζήτησης νερού. Για την επίτευξη της οικονομικότερης λύσης απαιτείται και η χρήση ενός μοντέλου βελτιστοποίησης. Στην πραγματικότητα τα δύο αυτά μοντέλα αποτελούν τμήματα ενός Ειδικευμένου Συστήματος Λήψης Αποφάσεων (**E.D.S.S. : Expert Decision Support System**).

1.4. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία υιοθετεί την προαναφερθείσα αντίληψη διαχείρισης των δικτύων και μελετά το δίκτυο διανομής νερού που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών μιας μεγαλούπολης. Οι κύριοι στόχοι της εργασίας διακρίνονται στους εξής :

- Μελέτη των βλαβών που παρουσιάζονται στα δίκτυα, διαχωρισμός των ειδών αυτών, εύρεση των αιτιών πρόκλησης, των συνεπειών και προτάσεις για την αποκατάσταση της λειτουργίας του δικτύου.
- Έλεγχος των παραγόντων εξάρτησης των βλαβών και ποσοτικοποίησης αυτών.

- Σφαιρική εξέταση και κατανόηση του υπό μελέτη δικτύου και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αυτού.
- Καθορισμός της στρατηγικής των προληπτικών συντηρήσεων και αντικαταστάσεων στο δίκτυο διανομής, έτσι ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη οικονομικά και αποτελεσματικότερη λύση.
- Προτάσεις για την βελτίωση του δικτύου και των παρερχομένων υπηρεσιών στους καταναλωτές.

Για την επίτευξη όλων των παραπάνω στόχων θα μελετηθεί διεξοδικά το δίκτυο διανομής της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης. Η μεθοδολογία όμως που θα ακολουθηθεί είναι γενικότερης εφαρμογής.

1.5. ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία, με σκοπό την αποτελεσματικότερη επίτευξη των στόχων, κρίθηκε σκόπιμο να χωριστεί σε επτά κεφάλαια:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : Περιλαμβάνει την εισαγωγή, την επεξήγηση κάποιων θεμελιωδών ζητημάτων για την συνέχεια της εργασίας, τους στόχους, την δομή της και την περιγραφή της πορείας της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Βιβλιογραφική αναφορά στο θέμα της σφαιρικής μελέτης των προβλημάτων που παρουσιάζονται στα δίκτυα. Αρχικά επισημαίνονται τα συμπτώματα των προβλημάτων αυτών, βάσει των οποίων είναι δυνατή η έγκαιρη και ασφαλής αναγνώριση τους. Στη συνέχεια περιγράφονται οι γενεσιουργές τους αιτίες, καθώς και οι μηχανισμοί που οδηγούν στην εμφάνιση τους. Τελικά, παρατίθενται οι επιβαλλόμενες απαραίτητες ενέργειες για τη βραχυπρόθεσμη αλλά και μακροπρόθεσμη επίλυση του κάθε ενός από αυτά τα προβλήματα χωριστά. Ειδική μέριμνα δίνεται στην ανάλυση των εμφανών διαρροών (θραύσεων) των αγωγών στα δίκτυα, καθώς αυτές αποτελούν τις κυριότερες αιτίες των διακοπών λειτουργίας του δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : Στο κεφάλαιο αυτό διαμορφώνεται και επεξηγείται η επιλεγείσα από τη βιβλιογραφία μεθοδολογία θέσπισης κριτηρίου για τον προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των αγωγών δικτύου ύδρευσης. Επιτυγχάνεται η κοστολόγηση των διαρροών και των θραύσεων, παρουσιάζεται η εξίσωση μοντέλου πρόγνωσης θραύσεων και τελικά βρίσκονται οι εξισώσεις του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των αγωγών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : Μελέτη και παρουσίαση στοιχείων για το δίκτυο αγωγών διανομής και μεταφοράς της Θεσσαλονίκης και την εταιρεία που το διαχειρίζεται [Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : Εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας το δίκτυο διανομής της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : Παρουσίαση διορθωτικών παρεμβάσεων στο δίκτυο της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε., καταγραφή και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και μια συνοπτική μελέτη σκοπιμότητας της εγκατάστασης αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : Συνολικά συμπεράσματα, προτάσεις για την βελτίωση της κατάστασης του δικτύου και του επιπέδου εξυπηρέτησης των καταναλωτών, καθώς και απολογισμός των επιτευγμάτων της εργασίας.

1.6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αναλυτικότερα, η πορεία της εργασίας κατά την φάση της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο δίκτυο διανομής της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. έχει ως εξής :

- ✓ Συγκεντρώθηκαν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν στη χωρική διάταξη, το ολικό μήκος, τα υλικά κατασκευής, το μέγεθος και την ηλικία των αγωγών, καθώς και χαρακτηριστικά του μεταφερόμενου νερού και του εδάφους έδρασης του δικτύου.
- ✓ Συλλέχθηκαν όλα τα διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα εμφάνισης αφανών και εμφανών διαρροών στους αγωγούς και έγινε η διάκριση τους σε κατηγορίες-ομάδες, ανάλογα με το υλικό κατασκευής. Για λόγους ευκολίας, οι αφανείς και οι εμφανείς διαρροές ονομάστηκαν “ΔΙΑΡΡΟΕΣ” και “ΒΛΑΒΕΣ” αντίστοιχα.
- ✓ Γνωρίζοντας τις μέσες ηλικίες των αγωγών ανά υλικό κατασκευής, από τα στοιχεία τοποθέτησης τους όπως αυτά περιλαμβάνονται στα αρχεία της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. , διαμορφώθηκε για κάθε έναν από αυτούς, χωριστά το αριθμητικό μοντέλο, βάσει του οποίου υπολογίζεται ο ετήσιος αριθμός των βλαβών που εμφανίζονται σε αυτόν.
- ✓ Με τον συνυπολογισμό όλων των ειδών μοναδιαίου κόστους που λαμβάνουν χώρα στις διαδικασίες επισκευής και αντικατάστασης των αγωγών, συμπεριλαμβανομένου και του κοινωνικού κόστους, προσδιορίστηκαν οι βέλτιστοι χρόνοι αντικατάστασης τους.
- ✓ Τέλος, διερευνήθηκε η ευαισθησία της μεθόδου υπολογισμού των προαναφερθέντων βέλτιστων χρόνων αντικατάστασης, δίνοντας τη δυνατότητα για ασφαλή διαμόρφωση στρατηγικής διαχείρισης του δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το περιεχόμενο του κεφαλαίου που ακολουθεί διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο στην πλήρη κατανόηση των προβλημάτων ενός δικτύου, θέμα άρρηκτα συνδεδεμένο με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας καθώς συμβάλει στην επιτυχή προσέγγιση πολλών θεμάτων που θα διαπραγματευτούμε αργότερα. Η διεθνής πρακτική έχει να επιδείξει πολλά επιτεύγματα στον τομέα αυτό. Από αυτά, τα σημαντικότερα και πιο χρήσιμα για την παρούσα εργασία, παρουσιάζονται, συνδυάζονται και εμπλουτίζονται στις επόμενες παραγράφους. [Πηγές: Hudson W.D., 1966-1966 - Larson T.E. and F.W. Sollo, 1967 - Hudson W.D., 1973 - Gillette S.D. and J. Dolezal, 1978 - Luksa R.A., 1980 - Lamont P.A., 1981 - Jordan J.K., 1981 - Carpenter C.H., 1982 - Sharp W.W. and T.M. Walski, 1988 - Skorez D., 1983 - Κανακούδης Β., 1998 - Αρχαία Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.]

2.2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

Αρχικά, το μόνο κριτήριο για τη διαχείριση της λειτουργίας του δικτύου ήταν η πλήρης κάλυψη των απαιτήσεων κατανάλωσης με το μικρότερο δυνατό λειτουργικό κόστος. Όμως, η εμφάνιση στα δίκτυα αστοχιών και η ποικιλομορφία των επιπτώσεων αυτών, δημιούργησε την ανάγκη της περαιτέρω μελέτης και αντιμετώπισης των προβλημάτων αυτών.

Τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα δίκτυα διανομής είναι: α) οι απώλειες νερού, β) η μείωση της φυσικής τους ακεραιότητας, γ) η μείωση της παροχρητευτικής τους ικανότητας και δ) η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού κατά τη μεταφορά του σε αυτά. Ο βαθμός σημαντικότητας τους εξαρτάται από τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περίπτωση δικτύου, είναι όμως κοινά αποδεκτή η ευαισθησία των κοινωνιών στην εξασφάλιση της επιβαλλόμενης από τα διεθνή πρότυπα ποιότητας του νερού, που παρέχεται στην κατανάλωση, καθώς η ακαταλληλότητα του νερού έχει σημαντικές συνέπειες στην υγεία του καταναλωτή. [Κανακούδης Β., 1998]

Στη συνέχεια αναπτύσσονται εκτενέστερα τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν και αναλύονται τα συμπτώματά τους και οι γενεσιουργίες τους αιτίες, γίνεται αναφορά στις επιπτώσεις τους και τέλος προτείνονται οι απαραίτητες ενέργειες για την βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση τους.

2.2.1. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΝΕΡΟΥ

Οι απώλειες νερού σε ένα δίκτυο αποτελούν την ποσότητα εκείνη που εισέρχεται στο δίκτυο και δε χρησιμοποιείται νόμιμα ή ωφέλιμα, αλλά χάνεται λόγω των διαρροών, των θραύσεων και της παράνομης χρήσης νερού. Οι απώλειες δεν περιλαμβάνουν την εξουσιοδοτημένη μη μετρούμενη χρήση, καθώς και ένα λογικό περιθώριο λάθους μέτρησης (υπομέτρηση) των μετρητών. Προσδιορίζονται πολύ δύσκολα λόγω της αδυναμίας υπολογισμού της ποσότητας που οφείλεται σε: α) λάθος μέτρηση, β) μη μετρούμενη δημόσια-κοινωνική χρήση, γ) πυρόσβεση.

Από την εμπειρία της λειτουργίας των δικτύων το μέγεθος των απωλειών νερού ως ποσοστό της εισερχόμενης στο δίκτυο ποσότητας μπορεί να φτάσει και το 40%, ενώ τα διεθνώς αποδεκτά όρια είναι της τάξης του 10%. Στο δίκτυο διανομής της Θεσσαλονίκης οι απώλειες νερού είναι από 65.000 έως 83.000m³/ημέρα. Αυτό σημαίνει ότι οι απώλειες νερού φτάνουν το 30% της συνολική ποσότητας που εισέρχεται στο δίκτυο [Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.]. Σημαντικό έργο για τον υπολογισμό των απωλειών νερού διαδραματίζουν οι δείκτες απωλειών νερού, που προκύπτουν από υπολογισμούς, ενδείξεις απωλειών νερού και από επί τόπου παρατηρήσεις πεδίου (Κανακούδης 1998).

Το **μη τιμολογούμενο νερό (U.W. : Unaccounted-for-Water)** είναι ο σημαντικότερος δείκτης του επιπέδου λειτουργίας του δικτύου και αποτελεί τη διαφορά μεταξύ της παροχής εισόδου στο δίκτυο και της μετρούμενης κατανάλωσης. Περιλαμβάνει τις νόμιμες κοινωνικές χρήσεις, τις μη νόμιμες και τις απώλειες λόγω θραύσεων και διαρροών. Ένα δίκτυο με δείκτη U.W. μικρότερο του 15% θεωρείται ότι βρίσκεται σε καλή κατάσταση, ενώ ένα δίκτυο με δείκτη μεγαλύτερο του 30% χρειάζεται άμεση επέμβαση. Μεγάλη τιμή του δείκτη μπορεί να είναι σύμπτωμα παράνομης σύνδεσης, κλοπής νερού, μη ολοκληρωμένης ή εσφαλμένης μέτρησης της κατανάλωσης και διαρροής.

Ένας άλλος σημαντικός δείκτης είναι η **ειδική κατανάλωση νερού** που ορίζεται σαν το πηλίκο της παροχής εισόδου στη διάρκεια μιας ημέρας προς τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό. Η τιμή του δείκτη αυτού αυξάνει όσο αυξάνει το μέσο εισόδημα των κατοίκων και όσο αυξάνει το ποσοστό της βιομηχανικής κατανάλωσης. Η διεθνώς αποδεκτή τιμή της ειδικής κατανάλωσης είναι της τάξης των 200 λίτρων ανά κάτοικο και ανά ημέρα. Μεγαλύτερη τιμή του δείκτη υποδηλώνει προβλήματα υπομέτρησης και απώλειες λόγω διαρροών. Ένας τρόπος να ελεγχθεί το κατά πόσο η υψηλή τιμή της ειδικής κατανάλωσης οφείλεται στην υπομέτρηση της κατανάλωσης ή στις διαρροές είναι ο υπολογισμός των δεικτών της **ειδικής οικιακής κατανάλωσης** και της **μη εμπορο-βιομηχανικής ειδικής κατανάλωσης**. Ο πρώτος ορίζεται ως ο λόγος της μετρούμενης οικιακής κατανάλωσης προς τους οικιακούς καταναλωτές. Όσο μικρότερος είναι αυτός ο δείκτης (μικρότερος των 100 λίτρων ανά κάτοικο και ανά ημέρα) τόσο αυξάνει η πιθανότητα να λαμβάνει χώρα σημαντική υπομέτρηση. Ο δεύτερος ορίζεται ως ο λόγος της εισερχόμενης παροχής στο δίκτυο, μη συμπεριλαμβανομένης της εμποροβιομηχανικής κατανάλωσης, προς τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης αυτός (μεγαλύτερος των 200 λίτρων ανά κάτοικο και ανά ημέρα), τόσο αυξάνει η πιθανότητα να είναι σημαντική η διαρροή στο δίκτυο.

Επίσης, ο δείκτης της **νοχτερινής χρήσης** χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ύπαρξης απωλειών νερού λόγω διαρροών στο δίκτυο και τον χωρικό προσδιορισμό των επιμέρους τμημάτων του δικτύου στα οποία συμβαίνει η διαρροή. Ορίζεται ως ο λόγος της ελάχιστης ωριαίας κατανάλωσης νερού (κατά την διάρκεια της νύχτας) προς τη μέση ωριαία χρήση. Αν η τιμή του δείκτη υπερβαίνει το 30% τότε πιθανότατα

υπάρχουν σημαντικές διαρροές στο δίκτυο, αφού η κατανάλωση τη νύχτα είναι σχεδόν μηδενική.

Εκτός από τους δείκτες, ένας άλλος τρόπος εντοπισμού απωλειών νερού είναι η εμφάνιση επιφανειακού νερού και τα συγκεντρωμένα παράπονα των καταναλωτών. Αναβλύζον νερό, υγροί λεκέδες στο έδαφος, τοπική ανάπτυξη πρασινάδας και παράπονα για μειωμένη πίεση, θολότητα και χρώμα νερού, υποδηλώνουν πιθανή διαρροή ή θραύση αγωγού.

Η αναγκαιότητα του ελέγχου των απωλειών νερού είναι προφανής, καθώς θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα ικανοποίησης των απαιτήσεων των καταναλωτών, έχει ως συνέπεια την μείωση των εσόδων της εταιρείας ύδρευσης, λόγω απώλειας των εσόδων που θα είχε αν πουλούσε το νερό που χάνεται, και αύξηση των εξόδων, λόγω των απαιτούμενων εξόδων επισκευής και αποκατάστασης του δικτύου. Για τους παραπάνω λόγους θεωρείται κρίσιμο ο φορέας ύδρευσης να έχει ένα οργανωμένο πρόγραμμα επίβλεψης λειτουργίας, ελέγχου διαρροών και επισκευών των βλαβών του δικτύου. Επίσης απαιτείται σωστή, συνεχής συντήρηση, επίβλεψη και έλεγχος της λειτουργίας των μετρητών με σκοπό την μείωση του U.W. Η σωστή μέτρηση της κατανάλωσης βοηθά στην εξοικονόμηση του και ταυτόχρονα διασφαλίζει τα απαραίτητα έσοδα στην εταιρεία που το διανέμει. Απαραίτητα εργαλεία αποτελούν τα συστήματα τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού του καθώς και οι ηλεκτρονικές συσκευές εντοπισμού των διαρροών. Ακόμα, είναι σημαντική η τήρηση αρχείων διαφόρων παραμέτρων λειτουργίας του δικτύου, όπως υλικά κατασκευής, παροχών και αιχμών λειτουργίας, αναπτυσσόμενων ταχυτήτων και πιέσεων, απαιτήσεων κατανάλωσης, προληπτικών συντηρήσεων και επισκευών. [Κανακούδης Β., 1998]

2.2.2. ΦΥΣΙΚΗ ΑΚΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η σημαντικότητα του προβλήματος της μείωσης της φυσικής ακεραιότητας του δικτύου είναι πολύ μεγάλη διότι αναφέρεται στην ικανότητα των αγωγών να αντεπεξέρχονται σε συνθήκες ανάπτυξης εσωτερικών πιέσεων αλλά και εξωτερικών φορτίσεων. Η μείωση της ικανότητας αυτής σε ένα δίκτυο αντανακλάται στον αριθμό και τον τύπο των θραύσεων του. Ως μέτρο αποτίμησης της φυσικής ακεραιότητας του δικτύου συνολικά ή τοπικά χρησιμοποιείται η τιμή του ρυθμού εμφάνισης των βλαβών (**B.R.V.: Brake Rate Value**), που ορίζεται, ως ο αριθμός των βλαβών ανηγμένος στο μήκος των αγωγών και το χρονικό διάστημα στο οποίο εμφανίστηκαν. Ο κυριότερος τρόπος πρόβλεψης των αστοχιών αυτών είναι η όσο γίνεται καλύτερη γνώση του δικτύου, η ανάλυση των δεδομένων λειτουργίας του και η τήρηση αρχείων εμφάνισης των αστοχιών για τον ακριβή υπολογισμό του B.R.V. και της τάσης μεταβολής του, με σκοπό τον προσδιορισμό των αιτιών τους. Οι πληροφορίες, που απαιτούνται και αναλύονται παρακάτω, διευκολύνουν και ταυτόχρονα καθιστούν αποτελεσματικότερη τη διαδικασία των προληπτικών και θεραπευτικών εργασιών, με την αντιμετώπιση και εξουδετέρωση της πηγής του προβλήματος. Ταυτόχρονα καθορίζουν το κατά πόσο η εμφάνιση μίας βλάβης αποτελεί ένα μεμονωμένο τυχαίο γεγονός ή ένδειξη σοβαρών προβλημάτων όλου του συστήματος που απαιτούν τη λήψη άμεσων μέτρων. [Κανακούδης Β., 1998]

Ένα πρώτο στοιχείο, που βοηθά στον προσδιορισμό των αιτιών των αστοχιών, είναι ο τύπος της θραύσης του αγωγού. Οι κυριότεροι τύποι θραύσεων είναι:

α) η περιμετρική, β) η αξονική ή διαμήκης, γ) η σημειακή, δ) τα σκασίματα στις ενώσεις, ε) η ανομοιόμορφη τυχαία και στ) η κωδωνοειδής θραύση.

Η περιμετρική θραύση αποτελεί αστοχία αγωγού, που λειτουργεί ως φέρον στοιχείο και παρουσιάζεται σε όλη την έκταση της περιμέτρου, κυρίως στους αγωγούς μικρής διαμέτρου (<Φ250). Μπορεί να οφείλεται σε κακοτεχνία τοποθέτησης, υπέρβαση εξωτερικών φορτίων αντοχής, ομοιόμορφη διάβρωση ή κακή ποιότητα του υλικού κατασκευής του αγωγού και σε έντονη διαβρωτική επίδραση του εδάφους που με τη σειρά της υποβοηθάται και από την παρουσία νερού από διαρροές ή την ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Η αξονική ή διαμήκης θραύση είναι ακριβώς το αντίθετο φαινόμενο, που εκτείνεται κατά μήκος του άξονα κυρίως στους αγωγούς μεγάλης διαμέτρου (>Φ300). Οφείλεται σε υπέρβαση της αντοχής του αγωγού εξαιτίας εξωτερικών φορτίσεων ή εσωτερικών πιέσεων (λόγω λειτουργικών αναγκών, από το πάγωμα του μεταφερόμενου νερού ή ανάπτυξη πλήγματος κριού).

Η σημειακή θραύση ξεκινά ως μικρή οπή στο τοίχωμα του αγωγού, λόγω σταδιακής εσωτερικής ή εξωτερικής διάβρωσης και η οποία σταδιακά μεγαλώνει προκαλώντας τη θραύση του αγωγού.

Οι υπόλοιποι τύποι θραύσεων οφείλονται σε κακοτεχνίες κατά την τοποθέτηση του αγωγού ή την κατασκευή των ενώσεων του. Επίσης, τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος εδάφους βοηθούν στην εξακρίβωση των αιτιών των αστοχιών. Όταν το έδαφος αυτό συγκρατεί υγρασία (π.χ. άργιλος), τότε μετατρέπεται σε καλό αγωγό του ηλεκτρισμού και υποβοηθά στην εμφάνιση προβλημάτων, λόγω εξωτερικής διάβρωσης των αγωγών. Τα προβλήματα διάβρωσης ευνοούνται επίσης όταν παρουσιάζονται και άλλες συνθήκες, όπως απευθείας επαφή του αγωγού με ρεύμα ή ύπαρξη διμεταλικών ενώσεων μέσω των επαφών του με στοιχεία του περιβάλλοντος του.

Η κατάσταση των τοιχωμάτων των αγωγών, πριν την τοποθέτησή τους, δίνει μία εικόνα της φυσικής ακεραιότητας του δικτύου. Η οξειδωση - διάβρωση τους, η οποία είναι ορατή ως λακκούβες ή κρούστα, εσωτερικά ή εξωτερικά, αποτελεί ένδειξη της κατάστασης του αγωγού. Έλεγχος της κατάστασης των τοιχωμάτων ενός αγωγού σε κάποιο δίκτυο, μπορεί να γίνει κατά τη λειτουργία του δειγματοληπτικά, αρχικά με την τοποθέτηση στον αγωγό εσωτερικής επένδυσης από υλικό όμοιο με εκείνο του αγωγού, η οποία μετά την παραμονή της για ένα εύλογο χρονικό διάστημα, στη συνέχεια αφαιρείται και αφού υποστεί ζύγιση προσδιορίζεται ο βαθμός έντασης της διάβρωσης στην οποία υπόκεινται τα τοιχώματα του αγωγού.

Τέλος σημαντικό ρόλο στους ρυθμούς εμφάνισης των θραύσεων στους αγωγούς ενός δικτύου παίζουν και άλλα στοιχεία όπως:

α) οι καιρικές συνθήκες και ειδικότερα οι ελάχιστες θερμοκρασίες που καταγράφονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι οποίες σε συνδυασμό με το είδος του εδάφους και το βάθος τοποθέτησης του αγωγού, μπορεί να οδηγήσουν σε πάγωμα είτε του μεταφερόμενου νερού στον αγωγό, είτε του νερού που κατακρατά το έδαφος. Αποτέλεσμα αυτών είναι η αύξηση των εσωτερικών και εξωτερικών φορτίσεων αντίστοιχα στον αγωγό, οι οποίες συνήθως οδηγούν σε ακαριαίες θραύσεις του.

β) η απόσταση των αγωγών από παρακείμενες κατασκευές ή δίκτυα, που σχετίζεται με την απόσβεση εξωγενών προς το δίκτυο δονήσεων και φορτίσεων.

2.2.3. ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

Βασικός στόχος της λειτουργίας ενός δικτύου είναι η κάλυψη των απαιτήσεων κατανάλωσης όσον αφορά στην ποσότητα και την πίεση του παροχетеυόμενου νερού. Αδυναμία στην εκπλήρωση αυτού του στόχου προκαλεί η μειωμένη παροχетеυτική ικανότητα των αγωγών του, ως αποτέλεσμα της υποδιαστασιολόγησης τους ή της

δημιουργίας θρόμβων ή κρούστας στα τοιχώματα τους. Για τον προσδιορισμό της έκτασης και της αιτίας του προβλήματος αυτού απαιτείται να συλλεχθούν οι πληροφορίες που αναφέρονται στη συνέχεια.

Η ικανότητα του υφισταμένου δικτύου να ανταπεξέλθει στην σημερινή αλλά και στην μελλοντική ζήτηση των καταναλωτών πρέπει να εκτιμηθεί ώστε να αναγνωρισθεί σε ποια σημεία, ως τμήμα του προγράμματος αποκατάστασης των αγωγών, απαιτούνται αγωγοί μεγαλύτερης διαμέτρου, ή ποιες περιοχές του δικτύου θα μπορούσαν να ορθολογικοποιηθούν (π.χ. ακύρωση αγωγών, αναδιάταξη ή αντικατάσταση) για την επίτευξη καλύτερης λειτουργίας του δικτύου.

Από την παρακολούθηση αλλά και τους απαραίτητους ελέγχους της λειτουργίας του δικτύου, όσον αφορά στις παροχές, στις αναπτυσσόμενες πιέσεις και ταχύτητες, στην επάρκεια και καταλληλότητα κατά τα πρότυπα I.S.O. των αντλιών, των πάσης φύσεως βαλβίδων - βαννών και των πυροσβεστικών κρουνών, μπορούν να διαπιστωθούν ενδείξεις του συγκεκριμένου προβλήματος. Τέτοιες ενδείξεις αποτελούν η μείωση των πιέσεων κατά την περίοδο αιχμής της ζήτησης και η δυσκολία στην επαναπλήρωση των δεξαμενών αποθήκευσης νερού του δικτύου κατά την ίδια περίοδο ή σε περίπτωση πυρόσβεσης. Στις δεξαμενές αυτές οι μεγάλες ή μικρές διακυμάνσεις στις στάθμες τους υποδηλώνουν ότι έχουν υπό- ή υπέρ- διαστασιολογηθεί αντίστοιχα, προκαλώντας προβλήματα παροχетеυτικής ικανότητας στο δίκτυο.

Ακόμα, σημαντικό ρόλο παίζει η γνώση της ευαισθησίας του υλικού κατασκευής των αγωγών σε διάβρωση, καθώς και ο βαθμός της διαβρωτικής ικανότητας του μεταφερόμενου νερού. Η μελέτη αυτών των δυο παραγόντων μπορεί να προσδιορίσει τη μεταβολή με το χρόνο των εσωτερικών χαρακτηριστικών του αγωγού λόγω οξειδωσης – διάβρωσης και κυρίως του συντελεστή τραχύτητας (C). Επίσης, η αυξημένη θολότητα του νερού αποτελεί ένδειξη συγκέντρωσης φυσαλίδων στα υψηλότερα σημεία του δικτύου, κυρίως όταν δεν υπάρχουν βαλβίδες εξαέρωσης εκεί, που εμποδίζουν την κυκλοφορία του νερού στους αγωγούς. Τέλος, η ποσότητα και η συχνότητα των παραπόνων των καταναλωτών είναι δείκτες της σημασίας και του μεγέθους του προβλήματος. [Larson T.E. and F.W. Sollo, 1967 – Lamont P.A., 1981 – Sharp W.W. and T.M. Walski, 1988]

Στρατηγικής σημασίας για την αντιμετώπιση του προβλήματος της παροχетеυτικότητας αποτελεί η αξιοποίηση του υδραυλικού μοντέλου προσομοίωσης, το οποίο μπορεί να εντοπίζει περιοχές του υφιστάμενου δικτύου που τώρα ή στο άμεσο μέλλον θα έχουν πρόβλημα τροφοδοσίας. Η λεπτομερής μοντελοποίηση του δικτύου διανομής θα κάνει εφικτή την αξιολόγηση της παροχетеυτικότητας που απαιτείται για κάθε αγωγό και θα συνδράμει σημαντικά στον επιτυχημένο σχεδιασμό του προγράμματος αποκατάστασης., ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στη μελλοντική ζήτηση.

Μια σημαντική αιτία ανησυχίας αποτελεί το μεγάλο ποσοστό αγωγών μικρής διαμέτρου που εμφανίζεται στο δίκτυο της E.Y.A.Θ. A.E. καθώς περίπου το 72% των αγωγών του δικτύου έχουν διάμετρο μικρότερη των 100mm. Ορισμένοι από αυτούς τους αγωγούς πιθανότατα περιορίζουν την τροφοδοσία νερού, είτε γιατί είναι περιορισμένης χωρητικότητας είτε γιατί έχουν φραχθεί μερικώς. Αυτοί οι περιορισμοί παροχетеυτικότητας θα αποτελέσουν μεγαλύτερα προβλήματα καθώς θα αυξάνεται η ζήτηση νερού από τους καταναλωτές.

2.2.4. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα χαρακτηριστικά του μεταφερόμενου νερού μπορεί, όπως ήδη αναφέρθηκε, να επηρεάζουν ή να επηρεάζονται από τη διαμορφωμένη κατάσταση του δικτύου, στα πλαίσια μιας δυναμικής ισορροπίας αλληλεξάρτησης και αλληλοεπηρεασμού. Είναι λοιπόν απαραίτητη η συλλογή των πληροφοριών, που σχετίζονται με τις συνθήκες λειτουργίας του δικτύου και με τα χαρακτηριστικά του νερού.

Η γνώση της ποιότητας του νερού στην είσοδο και στην έξοδο του από το δίκτυο, προσδιορίζει τις προαναφερθείσες αλληλεπιδράσεις. Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά του νερού (γεύση, χρώμα, σκληρότητα, Ρ.Η., περιεκτικότητα σε σίδηρο και σουλφίδια υδρογόνου) οφείλονται κυρίως στην πηγή του. Μπορεί όμως να προέρχονται και από την διέλευση του νερού μέσα από το δίκτυο (π.χ. σίδηρος από τα τοιχώματα) ή ακόμα και από την επεξεργασία του νερού λόγω της προσθήκης χημικών για την εξάλειψη επιβλαβών στοιχείων του χωρίς μετέπειτα χρήση των απαραίτητων εξουδετερωτικών.

Μεγάλη σημασία έχουν τα παράπονα των καταναλωτών για κόκκινο ή βρώμικο νερό. Το πρώτο είναι ένδειξη μεγάλης περιεκτικότητας σε σίδηρο οφειλόμενης στο δίκτυο ή στην πηγή, ενώ το δεύτερο δείγμα πρόσφατης θραύσης, απόπλυσης καθιζουσών ουσιών λόγω χαμηλών ταχυτήτων, ή εισροής ουσιών από το εξωτερικό περιβάλλον μέσω ανοιγμάτων στον αγωγό. Η τελευταία μπορεί να προκλήθηκε από την ανάπτυξη υποπίεσης κοντά σε αντλιοστάσια (άντλησης ή ώθησης -boosters-). Τέλος, η διαπίστωση της αύξησης των δεικτών διαβρωτικότητας του νερού μπορεί να δώσει το έναυσμα για περαιτέρω έλεγχο των αιτιών της. [Κανακούδης Β., 1998]

Γενικά, η ποιότητα του νερού που εισέρχεται στο δίκτυο παροχής της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. είναι ικανοποιητική. Ωστόσο, έχουν υπάρξει αναφορές για συσσώρευση κατακρημνισμάτων και ιζημάτων, ειδικότερα σε αγωγούς μεγάλης διαμέτρου. Αυτό είναι πιθανό να προκαλεί παράπονα καταναλωτών, ειδικότερα κατά τις περιόδους όπου παρατηρούνται αλλαγές στη συνηθισμένη ταχύτητα του νερού στους αγωγούς. Η διαθεσιμότητα κατάλληλων μέσων και ένα τακτικό πρόγραμμα καθαρισμού και πλύσης των αγωγών είναι απαραίτητο να τεθεί σε εφαρμογή. Επίσης, πρέπει να επέλθουν βελτιώσεις στο έλεγχο του καθαρισμού των δεξαμενών νερού, ώστε εμποδιστεί η μεταφορά στερεών υλικών στο δίκτυο των αγωγών διανομής. Τέλος, είναι πιθανό να υπάρξουν απαιτήσεις αποκατάστασης οι οποίες προέρχονται από την κατάσταση των αγωγών του δικτύου, η οποία επηρεάζει την ποιότητα του νερού που διανέμεται στους καταναλωτές. Ωστόσο δεν υπάρχουν επί του παρόντος στοιχεία για παράπονα πελατών.

2.3. ΑΙΤΙΕΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

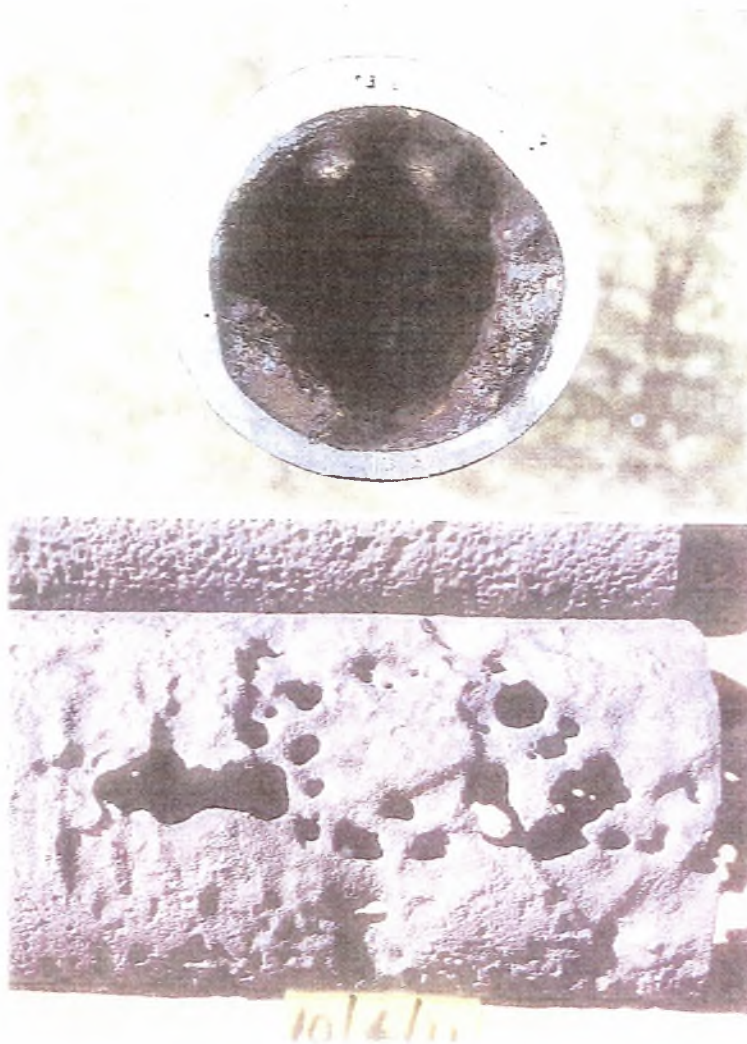
Τις περισσότερες φορές είναι εύκολη η διαπίστωση ενός προβλήματος, που παρουσιάζεται σε κάποιο δίκτυο, αλλά αντιθέτως είναι δύσκολος ο προσδιορισμός των γενεσιουργών αιτιών του. Η βιώσιμη αντιμετώπιση του κάθε προβλήματος επιβάλλει την εξάλειψη των αιτιών που το προκαλούν και όχι απλά την επιδιόρθωση του με “πυροσβεστικές” μεθόδους, που απλά το αναστέλλουν ή το μεταφέρουν σε κάποιο άλλο σημείο του δικτύου. Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή και η κατηγοριοποίηση των αιτιών που προκαλούν τα προβλήματα, που παρουσιάζονται στα δίκτυα, στα πλαίσια μιας προσπάθειας, που χαρακτηρίζεται αντικειμενικά ως ιδιαίτερα δύσκολη διότι, οι σχέσεις μεταξύ των προβλημάτων και των αιτιών εμφάνισης τους δεν είναι μονοσήμαντα καθορισμένες. Είναι δυνατόν ένα πρόβλημα να έχει πολλές αιτίες, αλλά και μία αιτία να ευθύνεται για περισσότερα από ένα προβλήματα. Επίσης, κάποιος

παράγοντας μπορεί να είναι αιτία ενός προβλήματος και ταυτόχρονα αποτέλεσμα της επίδρασης άλλων παραγόντων (π.χ. η διάβρωση).

Ειδικότερα οι γενεσιουργές αιτίες των προβλημάτων, που παρουσιάζονται σε ένα δίκτυο, διακρίνονται σε εξωτερικές και σε εσωτερικές του δικτύου αυτού. Επίσης οι αιτίες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε έξι κατηγορίες, ανάλογα με το αν προκαλούν διάβρωση των μεταλλικών αγωγών, μείωση της παροχαρακτηριστικής τους ικανότητας, διαρροές, θραύσεις, υποβάθμιση της ποιότητας νερού ή άλλα προβλήματα.

2.3.1. ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Η διάβρωση των στοιχείων και ειδικότερα των αγωγών ενός δικτύου, αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία αλλά ταυτόχρονα και πρόβλημα, που αντιμετωπίζουν οι διαχειριστές του. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η διάβρωση ευθύνεται για την αύξηση των ρυθμών εμφάνισης διαρροών και θραύσεων, καθώς και την μείωση της παροχαρακτηριστικής ικανότητας του δικτύου και της πίεσης του νερού. Ως αποτέλεσμα της επίδρασης άλλων παραγόντων, που αναφέρονται παρακάτω, η διάβρωση διακρίνεται σε εσωτερική, όπου το νερό αποτελεί το διαβρωτικό παράγοντα και σε εξωτερική, που οφείλεται σε παραμέτρους του περιβάλλοντος χώρου του αγωγού. [Υφαντής Δ.Κ., 1995](Εικόνα 3.1.-Εικόνα 3.2.)



Εικόνα 3.1.-3.2. Σιδερένιος αγωγός που έχει υποστεί διάβρωση [Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.]

Οι κυριότερες αιτίες εμφάνισης της διάβρωσης σε αγωγό ενός δικτύου είναι [Κανακούδης Β., 1998] :

- η ένταση του διαβρωτικού χαρακτήρα του μεταφερόμενου νερού.
- η ένταση του διαβρωτικού χαρακτήρα του περιβάλλοντος υλικού πλήρωσης του.
- οι διμεταλλικές ενώσεις κατά μήκος του αγωγού.
- η άμεση επαφή του αγωγού με συνεχές ρεύμα.
- η έλλειψη επένδυσης στον αγωγό.

2.3.2. ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Το πρόβλημα της μείωσης της παροχетеυτικής ικανότητας ενός αγωγού, που συνεπάγεται μείωση του ολικού φορτίου στο δίκτυο, που αυτός ανήκει, αποτελεί κατ'επέκταση πρόβλημα με συνέπειες σε ολόκληρο το δίκτυο. Οι αιτίες του προβλήματος αυτού, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες :

- σε λειτουργικά σφάλματα ή ελλείψεις ελέγχων στο δίκτυο,
- σε εσφαλμένη διαστασιολόγηση του αγωγού,
- σε έλλειψη απαραίτητων στοιχείων - συσκευών - στο δίκτυο,
- σε φαινόμενα που οφείλονται στο ίδιο το μεταφερόμενο από το δίκτυο νερό και τα χαρακτηριστικά του.

Αναλυτικότερα, η υποδιαστασιολόγηση των δεξαμενών αποθήκευσης προκαλεί μεγάλες διακυμάνσεις στάθμης κατά την αιχμή της ζήτησης, μειώνοντας έτσι το διαθέσιμο φορτίο και ταυτόχρονα την παροχетеυτική ικανότητα του δικτύου. Η ανεπάρκεια της δυναμικότητας των αντλητικών συγκροτημάτων μπορεί να ευθύνεται για την αδυναμία κάλυψης των απαιτήσεων, όσον αφορά στην ποσότητα και την πίεση με την οποία το νερό παρέχεται στον καταναλωτή. Για το γεγονός αυτό ευθύνονται κυρίως οι μεγάλες γραμμικές απώλειες που εμφανίζονται στο δίκτυο όταν οι αγωγοί του έχουν υποδιαστασιολογηθεί. Σημαντικό όμως ρόλο μπορεί να διαδραματίζει και η εμφάνιση αυξημένων τοπικών απωλειών στο δίκτυο, ως αποτέλεσμα της λανθασμένης λειτουργίας των βαλβίδων και των βανών σε αυτό, που με τη σειρά της μπορεί να οφείλεται σε εσφαλμένο έλεγχο και συντήρηση τους.

Εμπόδια στην κυκλοφορία του νερού προκαλούν επίσης οι φυσαλίδες αέρα που συγκεντρώνονται στα υψηλότερα σημεία του δικτύου όταν δεν υπάρχουν οι απαραίτητες βαλβίδες εξαερισμού. Τέλος, εμπόδια προκαλεί και η δημιουργία επίστρωσης (πουρί) και θρόμβων στα τοιχώματα των αγωγών, είτε λόγω της υψηλής συγκέντρωσης αιουμένων σωματιδίων, είτε λόγω υψηλών ταχυτήτων καθίζησης, που οφείλεται στις μικρές ταχύτητες ροής. [Hudson W.D., 1966-1966-1973]

2.3.3. ΔΙΑΡΡΟΕΣ

Οι διαρροές εντοπίζονται κυρίως στις ενώσεις των αγωγών και στις συνδέσεις του δικτύου με τους αγωγούς των καταναλωτών. Συνήθως η δυσκολία του εντοπισμού τους ευθύνεται για το μεγάλο ποσοστό των απωλειών νερού στα δίκτυα και ταυτόχρονα δημιουργεί τις συνθήκες για την εμφάνιση και άλλων προβλημάτων, όπως της ποιότητας του νερού, της εξωτερικής διάβρωσης των αγωγών σε άλλα σημεία κ.ά.

Η κυριότερη αιτία για την καταστροφή των τοιχωμάτων των αγωγών είναι η διάβρωση τους, από εσωτερικά, ή από εξωτερικά αίτια και η οποία προκαλεί μικρές οπές ή διαμήκη ανοίγματα στα τοιχώματα του αγωγού, από όπου διαρρέει το νερό. Οι διαρροές στις ενώσεις οφείλονται και στη σταδιακή με το χρόνο μετατροπή των υλικών των ενώσεων σε σαθρά που σπάνουν εύκολα από πίεση που προέρχεται είτε από μόνιμες ή απότομες - υδραυλικό πλήγμα - εσωτερικές πιέσεις, είτε από εξωτερικές φορτίσεις.

Η επίδραση των εσωτερικών πιέσεων είναι ακόμα πιο σημαντική, όταν παρατηρείται ανεπάρκεια συστημάτων περιορισμού τους, με αποτέλεσμα το βαθμιαίο χαλάρωμα των ενώσεων και των συνδέσεων. [Κανακούδης Β., 1998]



Εικόνα 3.3. Επισκευή διαρροής [Πηγή : Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ.]

2.3.4. ΘΡΑΥΣΕΙΣ

Οι θραύσεις προκαλούν τη μεγαλύτερη κοινωνική αντίδραση, κυρίως λόγω του φανερού τους χαρακτήρα, αλλά και της έκτασης των επιπτώσεων τους. Διακρίνονται ανάλογα με την εξέλιξη της εμφάνισής τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Σε εκείνες που είναι αποτέλεσμα της σταδιακής εξέλιξης των διαρροών και σε εκείνες που πραγματοποιούνται ουσιαστικά χωρίς να προϋπάρξει εμφανές σημείο διαρροής. Ωστόσο παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές συγκρινόμενες με τις διαρροές, αφού οι θραύσεις είναι μεγαλύτερες όσον αφορά στο μέγεθος των εμφανιζόμενων καταστροφών στους αγωγούς, στον ρυθμό απώλειας νερού, καθώς και στη διάρκεια και στο κόστος των απαιτούμενων επισκευών. Εμφανίζονται κυρίως στο σώμα των αγωγών σε αντίθεση με τις διαρροές που εμφανίζονται κυρίως στις ενώσεις και τις συνδέσεις του δικτύου. Ο εντοπισμός τους είναι άμεσος σε αντίθεση με τον εντοπισμό των διαρροών, με αποτέλεσμα οι διαρροές να είναι δυνατόν να περνούν απαρατήρητες για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα, οπότε τελικά οι απώλειες νερού που προκαλούνται εξαιτίας τους να είναι πολλαπλάσιες εκείνων που προκαλούνται λόγω των θραύσεων.

Αιτία μιας θραύσης ενός αγωγού μπορεί να είναι η υπέρβαση της αντοχής του σε εξωτερικές φορτίσεις ή σε εσωτερικές πιέσεις - αναπτυσσόμενες κατά τη λειτουργία, υδραυλικό πλήγμα, πάγωμα μεταφερόμενου νερού -, ή απλά η αστοχία του λόγω μείωσης της αντοχής του εξαιτίας είτε της φυσιολογικής του γήρανσης, είτε ακόμη και λόγω κακοτεχνίας ή “τραυματισμού” κατά τη φάση της τοποθέτησής του. Επίσης,

μπορεί να οφείλεται σε διάβρωση εσωτερική ή εξωτερική, σε επαφή του με γειτονικές κατασκευές ή τέλος σε σεισμική δραστηριότητα. [Κανακούδης Β., 1998]

2.3.5. ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στο σημείο αυτό αναφέρονται τα αίτια μεταβολής των χαρακτηριστικών του νερού κατά τη μεταφορά του από το δίκτυο. Ένα από τα σημαντικότερα αίτια είναι η διείσδυση ρυπαντικών ουσιών μέσω οπών στους αγωγούς που λειτουργούν με χαμηλές πιέσεις. Η διείσδυση αυτή μπορεί να οφείλεται και σε συνθήκες υποπίεσης που αναπτύσσονται στον αγωγό. Επίσης αιτία υποβάθμισης της ποιότητας του νερού μπορεί να αποτελούν και τα φυσικά του χαρακτηριστικά, που όταν το καθιστούν διαβρωτικό, προκαλούν ξέπλυμα ουσιών από τα τοιχώματα του αγωγού λόγω της διάβρωσης τους.

2.3.6. ΑΛΛΕΣ ΑΙΤΙΕΣ

Άλλες αιτίες προβλημάτων που παρουσιάζονται στα δίκτυα είναι οι εσφαλμένες ενδείξεις των μετρητών κατανάλωσης, που έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια εσόδων, την αδυναμία ελέγχου αλλά και την ενθάρρυνση της σπατάλης του νερού και επομένως την ταυτόχρονη αποτυχία κάθε προγράμματος εξοικονόμησης του. Τα ίδια αποτελέσματα έχει και η κλοπή του νερού μέσω παράνομων συνδέσεων. Τέλος προβλήματα στην απρόσκοπτη λειτουργία του δικτύου και στην ορθολογική του διαχείριση, προκαλούν οι ανεπαρκείς ή μη λειτουργούσες συσκευές - όπως βαλβίδες κάθε είδους - στο δίκτυο.

2.4. ΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Οι ενέργειες για την επίλυση των προβλημάτων των δικτύων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τα εξής κριτήρια:

- το πλήθος των στόχων τους και
- τον βιώσιμο ή μη χαρακτήρα τους.

Σύμφωνα με το πρώτο κριτήριο, οι ενέργειες για την επίλυση των προβλημάτων των δικτύων, διακρίνονται στις μονοσήμαντες και στις πολλαπλών στόχων, όπου μία ενέργεια έχει στόχο την επίλυση ενός και μόνο ή περισσότερων προβλημάτων αντίστοιχα. Σύμφωνα με το δεύτερο κριτήριο διακρίνονται σε εκείνες που αποσκοπούν στην εξάλειψη της αιτίας του προβλήματος, ενεργώντας απευθείας σε αυτήν και σε εκείνες που αναστέλλουν τη βλάβη, δίνοντας προσωρινή λύση με το να αντιμετωπίζουν το αποτέλεσμα και όχι την αιτία της.

Οι εξυγιαντικές ενέργειες σε ένα δίκτυο χωρίζονται ανάλογα με το αντικείμενο τους. Ειδικότερα διακρίνονται:

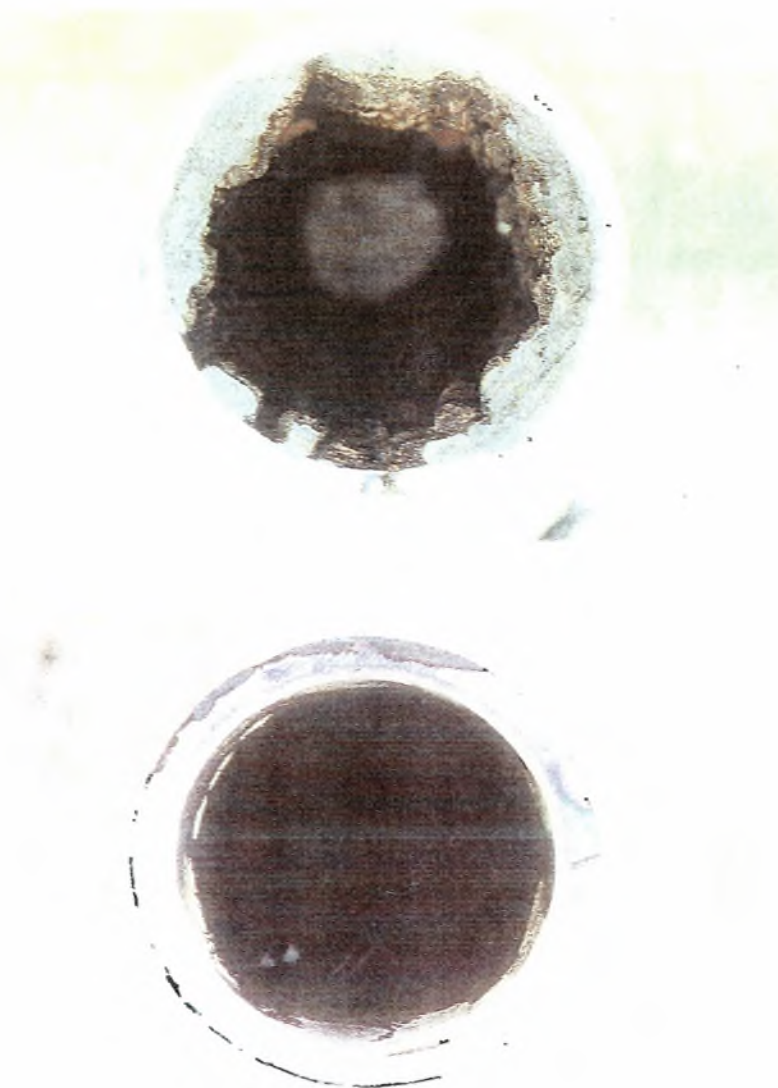
- σε εκείνες που αποσκοπούν στη βελτίωση των φυσικών χαρακτηριστικών του.
- σε εκείνες που συνιστούν αλλαγή των πρακτικών λειτουργίας και συντήρησης του.

- σε εκείνες που επιδιώκουν τη βελτίωση του τρόπου συλλογής πληροφοριών των σχετικών με τη λειτουργία του.

2.4.1. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Πριν από κάθε ενέργεια απαιτείται η διασφάλιση της σωστής μέτρησης της κατανάλωσης νερού με επισκευή των ελαττωματικών μετρητών και εξάλειψη των φαινομένων κλοπής του. Ταυτόχρονα, είναι αναγκαία η προσθήκη βαλβίδων απομόνωσης - αποκλεισμού και βαλβίδων εξαερισμού στα υψηλότερα σημεία του δικτύου. Τέλος, είναι απαραίτητος ο έλεγχος και η αντιπληγματική προστασία του δικτύου με ειδικές βάννες και πύργους.

Η πλέον διαδεδομένη εξυγιαντική ενέργεια που αποσκοπεί στη βελτίωση των φυσικών χαρακτηριστικών ενός δικτύου είναι ο καθαρισμός των εσωτερικών τοιχωμάτων των αγωγών από πουρί και θρόμβους με ειδικές “ξύστρες”. (Εικόνα 3.4. - 3.5)



Εικόνα 3.4.-3.5. Αγωγός πριν και μετά τον καθαρισμό του με “ξύστρα”

Ταυτόχρονα για την αποφυγή εκ νέου του σχηματισμού τους επιδιώκεται η αντικατάσταση, όπου είναι δυνατόν, των κλάδων ροής από βρόγχους για την αποφυγή νεκρών σημείων και τερμάτων, καθώς και η εγκατάσταση ενδοδικτυακής χλωρίωσης. Για την αντιμετώπιση όμως του φαινομένου της διάβρωσης απαιτείται η επένδυση των αγωγών με τσιμεντοκονία ή με σταδιακά σκληρυνόμενη μεμβράνη.

Επίσης μπορεί να γίνει επένδυση του αγωγού εσωτερικά με αγωγό ελαφρώς μικρότερης διαμέτρου, ή εξωτερικά με μεγαλύτερης διαμέτρου αγωγό. Στη δεύτερη περίπτωση ακολουθεί η σταδιακή καταστροφή του υπάρχοντος αγωγού. Ταυτόχρονα πραγματοποιείται η καθοδική προστασία του αγωγού, που θα αναλυθεί εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο. επισκευάζονται οι ενώσεις των αγωγών και επιδιώκεται η αποφυγή ή εξουδετέρωση όλων των σημείων διμεταλλικών επαφών, καθώς και η εξουδετέρωση κάθε πηγής συνεχούς ρεύματος, σε περίπτωση που αυτή επηρεάζει τους αγωγούς. Τέλος, θα πρέπει να ενισχυθεί εξωτερικά η αντοχή των τοιχωμάτων των αγωγών.

Αν τα μέτρα αυτά δε λύσουν το πρόβλημα τότε θα πρέπει να λάβουν χώρα οι κατάλληλες ενέργειες για την αύξηση της δυναμικότητας του δικτύου. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη νέων ή επέκταση της δυναμικότητας των δεξαμενών αποθήκευσης, που ήδη υπάρχουν, την αύξηση της δυναμικότητας των αντλιοστασίων και την προσθήκη boosters και βαλβίδων μείωσης πίεσης (Pressure Reducing Valves). Τελευταία λύση στην περίπτωση ανεπαρκούς αγωγού, λόγω αύξησης της ζήτησης ή σταδιακής υποβάθμισης των χαρακτηριστικών του (αντοχή, παροχетеυτική ικανότητα κ.ά.), είναι η αντικατάσταση του με άλλον ή η δημιουργία παράλληλης γραμμής δικτύου όταν αυξάνει η ζήτηση αλλά η υπάρχουσα γραμμή βρίσκεται σε καλή κατάσταση λειτουργίας. Στις περιπτώσεις εντοπισμού σημείων διαρροής ή μειωμένης αντοχής είναι συχνή η τοποθέτηση δακτυλίων υπό μορφή σφικτήρων για την αντιμετώπιση του προβλήματος. [Κανακούδης Β., 1998]

2.4.2. ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Η επίτευξη αυτού του στόχου πραγματοποιείται αρχικά με τη βελτίωση των πρακτικών εκσκαφής, κατασκευής και τοποθέτησης των αγωγών. Αναφορικά με τον τρόπο λειτουργίας του δικτύου απαιτείται: α) η πρόληψη της δημιουργίας πάγου στα νεκρά σημεία, με την αποφυγή χαμηλών ταχυτήτων, β) η προσαρμογή του PH και αναστολή της οξείδωσης, με εισαγωγή ειδικών χημικών ουσιών και μετέπειτα εξουδετέρωση τους και τέλος γ) η τροποποίηση της λειτουργίας τόσο των αντλιών, με σκοπό την βελτιστοποίηση του βαθμού απόδοσης των αντλιοστασίων, όσο και των βαλβίδων πίεσης, με σκοπό τη διαμόρφωση ζωνών πίεσης στο δίκτυο.

Σχετικά με τη συντήρηση του δικτύου, απαιτείται: α) η διενέργεια τακτικών ξεπλυμάτων των εσωτερικών τοιχωμάτων των αγωγών με νερό, μέσω ειδικού προγραμματισμού της λειτουργίας του δικτύου και β) η οργάνωση συνεργείων με σκοπό την εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας των βαλβίδων απομόνωσης - αποκλεισμού, την ανίχνευση και επισκευή των διαρροών, τον τακτικό έλεγχο και συντήρηση των μετρητών κατανάλωσης νερού, καθώς και τον εντοπισμό της μη εξουσιοδοτημένης χρήσης. [Gillette S.D. and J. Dolezal, 1978 - Jordan J.K., 1981 - Carpenter C.H., 1982 - Skorz D., 1983]

2.4.3. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η επίτευξη αυτού του στόχου αποσκοπεί στην πληρέστερη γνώση του δικτύου και των χαρακτηριστικών λειτουργίας του, που αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη λήψη των καταλληλότερων μέτρων αντιμετώπισης των προβλημάτων του. Απαραίτητη ενέργεια για την απόκτηση της καλύτερης ποιότητας δεδομένων είναι η διαμόρφωση ενός μοντέλου προσομοίωσης της λειτουργίας του δικτύου εφοδιασμένο με σύστημα τηλεμετρίας-τηλεέλεγχου-τηλεχειρισμού (S.C.A.D.A.). Αναγκαία κρίνεται η λεπτομερειακή απεικόνιση-χαρτογράφηση του δικτύου. Ταυτόχρονα απαιτείται η δημιουργία συνεργειών για την ανίχνευση των διαρροών, καθώς και η διατήρηση αρχείων λειτουργίας, βλαβών, επισκευών, συντήρησης και επιμέρους κόστους. Τέλος, σημαντικό ρόλο παίζει στον εντοπισμό εσφαλμένων μετρήσεων, λόγω ελαττωματικών μετρητών, ο τακτικός έλεγχος των λογαριασμών χρέωσης των καταναλωτών. [Luksa R.A., 1980]

2.5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Επίσης, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη ενός αναλυτικού προγράμματος αποκατάστασης η οποία θα ακολουθήσει τα παρακάτω στάδια :

- Στρατηγικός σχεδιασμός: αναφέρεται στην υφιστάμενη δυνατότητα εξυπηρέτησης και προσδιορίζει τις προβληματικές περιοχές.
- Σχεδιασμός ζωνών: μελέτη που εστιάζει σε προβληματικά σημεία ή περιοχές του δικτύου ώστε να ποσοτικοποιηθούν τα προβλήματα.
- Εφαρμογή: για την επίλυση των προβλημάτων.

Το εγχειρίδιο του **W.R.C. (Water and Rivers Commission)** “Σχεδιασμός της αποκατάστασης των δικτύων ύδρευσης” αποτελεί ένα αναγνωρισμένο εγχειρίδιο στις βιομηχανίες νερού και παρέχει λεπτομερή καθοδήγηση όσον αφορά τις προτεινόμενες μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στα στάδια στρατηγικού σχεδιασμού και σχεδιασμού ζωνών. Οι κυριότερες δραστηριότητες συνοψίζονται στις ακόλουθες ενότητες μαζί με πληροφορίες για το στάδιο εφαρμογής.

2.5.1. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο στρατηγικός σχεδιασμός είναι μια κεντρική δραστηριότητα που εκπονείται για να παράγει ένα μακροπρόθεσμο σχέδιο αποκατάστασης για όλο το δίκτυο υδροδότησης. Τα βασικά του στάδια είναι:

- Καθορισμός ενός κοινού πλαισίου από κριτήρια και διαδικασίες σχεδιασμένες για να προάγουν αποδοτικούς και σωστούς μηχανισμούς λήψης αποφάσεων που να εφαρμόζονται σε όλο το δίκτυο.
- Διαχωρισμός του δικτύου σε ζώνες οι οποίες θα αποτελέσουν τις βασικές μονάδες για λεπτομερή έλεγχο.
- Ευρεία εκτίμηση του μεγέθους των προβλημάτων σε κάθε ζώνη και κατάταξη των ζωνών σε σειρά προτεραιότητας για λεπτομερή έλεγχο.
- Σχεδιασμός ενός στρατηγικού σχεδίου αποκατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των λεπτομερών ελέγχων στις ζώνες του δικτύου καθώς αυτά θα

είναι διαθέσιμα, καθορισμός συγκεκριμένων στόχων και κατευθύνοντας τους διαθέσιμους πόρους εκεί όπου είναι αναγκαίοι.

- Αυτές οι δραστηριότητες αναλύονται περαιτέρω στις ακόλουθες ενότητες :

Τα κριτήρια και οι κανόνες λήψης αποφάσεων πρέπει να καθοριστούν σε στρατηγικό επίπεδο και να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια των σταδίων του στρατηγικού σχεδιασμού και του σχεδιασμού ζωνών.

Τα κριτήρια παροχής υπηρεσιών που θα καθοριστούν θα πρέπει να καλύπτουν :

- Θεσπισμένες ή ρυθμιστικές απαιτήσεις της Ε.Ε., σε εθνικό και τοπικό επίπεδο.
- Το επίπεδο παροχής υπηρεσιών της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. στους καταναλωτές (π.χ. πίεση, ποιότητα νερού, διακοπές τροφοδοσίας)
- Τα κριτήρια λήψης αποφάσεων της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. (π.χ. 1 αποδεκτά, 2 μετρίως αποδεκτά, 3 μη αποδεκτά)

Κανόνες για την εκτίμηση του συνολικού οφέλους από το πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει επίσης να καθιερωθούν. Η εκτίμηση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της σχετικής σημασίας στη βελτίωση των διαφόρων επιπέδων παροχής υπηρεσιών (π.χ. πίεση, ποιότητα νερού, διακοπές τροφοδοσίας) και στα διάφορα επίπεδα βελτίωσης (από το 3 στο 2 ή από το 2 στο 1). Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορα θέματα όπως ο αριθμός των καταναλωτών ο οποίος θα επηρεαστεί, ο βαθμός εμπιστοσύνης στις προτεινόμενες λύσεις και το πιθανό κόστος των εργασιών.

Το δίκτυο πρέπει να χωριστεί σε μικρότερες ζώνες για τις λεπτομερείς έρευνες αποκατάστασης και για στάδιο του σχεδιασμού. Οι στρατηγικοί κύριοι αγωγοί μπορούν να εξεταστούν χωριστά.

Για την καταγραφή των ζωνών χρησιμοποιούνται οι πληροφορίες που είναι διαθέσιμες για να αποτιμηθεί η πιθανή έκταση των προβλημάτων σε κάθε ζώνη και να προετοιμαστεί ένας κατάλογος με ζώνες κατά σειρά προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση. Οι χειρότερες ζώνες θα εξεταστούν πρώτα.

Μετά την ολοκλήρωση της λεπτομερούς έρευνας των ζωνών, το σχέδιο θα ολοκληρωθεί ή θα αναθεωρηθεί. Το σχέδιο θα περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

- Κριτήρια, κανόνες και διαδικασίες που παρέχουν το πλαίσιο για έρευνες και διαδικασίες λήψης αποφάσεων.
- Περίληψη της υφιστάμενης κατάστασης σε κάθε ζώνη ύδρευσης.
- Εκτίμηση των δαπανών που απαιτούνται για την ικανοποίηση των προτύπων.
- Διερεύνηση της επίδρασης των περιορισμών (constraints).
- Αναφορά συγκεκριμένων στόχων.
- Σχέδιο εργασιών προγράμματος.

2.5.2. ΣΧΕΛΙΑΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ

Οι έρευνες των ζωνών και ο σχεδιασμός είναι τοπικές δραστηριότητες που σχεδιάζονται για τον προσδιορισμό των προβλημάτων που υπάρχουν σε κάθε ζώνη και για την επιλογή της πιο αποδοτικής και οικονομικής λύσης.

Τα πιο σημαντικά στάδια είναι:

- Να βρεθεί η έκταση και η σοβαρότητα των υφιστάμενων προβλημάτων στην ανεπαρκή εξυπηρέτηση των καταναλωτών σε θέματα ποιότητας νερού, πίεσης και διακοπών τροφοδοσίας.
- Να ερευνηθούν τα αίτια της ανεπαρκούς εξυπηρέτησης των καταναλωτών και η εξέταση πιθανών λύσεων.

- Να εξεταστούν τα πιθανά προβλήματα της μελλοντικής εξυπηρέτησης καταναλωτών (ειδικά με αυξημένη ζήτηση νερού).
- Να εξεταστούν τα περιθώρια βελτίωσης της αποδοτικότητας (πρακτικά αυτό είναι πιθανόν να αφορά μειώσεις στο κόστος άντλησης)
- Να βρεθούν οι “ευαίσθητοι αγωγοί” (π.χ. αυτοί για τους οποίους οι συνέπειες από βλάβες μπορεί να είναι σοβαρές) και να αποτιμηθούν οι κίνδυνοι από την ύπαρξη βλαβών.
- Να ενοποιηθούν τα αποτελέσματα από τις έρευνες που αναφέρονται παραπάνω και από άλλες δραστηριότητες και να επιλεγούν οι πιο αποτελεσματικές και οικονομικές λύσεις στα προβλήματα των ζωνών.
- Να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί ένα σχέδιο για την αποκατάσταση των ζωνών που να είναι σύμφωνο με το στρατηγικό σχέδιο αποκατάστασης.
- Πραγματοποίηση αποτίμησης μετά την υλοποίηση του έργου.

2.5.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Οι Εργολάβοι που διαθέτουν εμπειρία στην τοποθέτηση αγωγών δικτύων ύδρευσης θα πρέπει να μπορούν να πραγματοποιήσουν εργασίες αποκατάστασης των αγωγών. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες διαφορές στη μορφή αυτών των εργασιών από τις εργασίες τοποθέτησης νέων αγωγών, οι οποίες απαιτούν κάποιες συγκεκριμένες ικανότητες και ιδιαίτερη εμπειρία από τους εργολάβους που θα αναλάβουν αυτές τις εργασίες.

Αυτά περιλαμβάνουν:

- Σχεδιασμό των εργασιών: Συνήθως περιλαμβάνει την εργασία σε μικρά τμήματα ενός αγωγού ώστε να αποφεύγονται σημαντικές διακοπές στην τροφοδοσία των καταναλωτών. Η αποτελεσματικότητα των εργασιών μπορεί να απαιτεί την εργασία σε διάφορα τμήματα του δικτύου κατά το ίδιο χρονικό διάστημα.
- Καλή εξυπηρέτηση των καταναλωτών: Οι εργασίες θα πραγματοποιηθούν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Οι κάτοικοι των περιοχών αυτών πρέπει να μπορούν να συνεχίζουν απρόσκοπτα τις εργασίες τους και να έχουν πρόσβαση στα σπίτια τους. Η έγκαιρη ενημέρωση των καταναλωτών είναι απαραίτητη.
- Συνεργασία με την Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.: Οι εργασίες θα περιλαμβάνουν προσωρινές αλλαγές στη λειτουργία του δικτύου. Θα πρέπει να υπάρχει μία συνεχής επαφή με το προσωπικό λειτουργίας του δικτύου, ώστε να είναι εν γνώση τους όλες οι εργασίες του εργολάβου έτσι ώστε να προκαλείται η κατά το δυνατό ελάχιστη διαταραχή στην παροχή νερού προς τους καταναλωτές.
- Ειδικές τεχνικές: Η εμπειρία χρήσης ειδικών τεχνικών στην Ελλάδα αποκατάστασης είναι περιορισμένη. Θα είναι πιθανόν απαραίτητο για τους εργολάβους με έδρα την Ελλάδα να χρειαστούν την συνδρομή εξειδικευμένων εταιριών από την Ευρώπη, είτε για την παροχή ειδικών υλικών και εξοπλισμού είτε για την απόσπαση εξειδικευμένου προσωπικού για εκπαίδευση στη χρήση αυτών των τεχνικών.

Η προτεινόμενη μέθοδος δημοπράτησης θα ήταν η ανάθεση σε ένα ή περισσότερους εργολάβους με τη μέθοδο της ύπαρξης σύμβασης-πλαισίου και κλήση σύμφωνα με τις ανάγκες. Με αυτό τον τρόπο θα παρέχεται ένα εξασφαλισμένο πρόγραμμα εργασιών για τους ανάδοχους εργολάβους και θα δικαιολογείται η επένδυση που θα χρειαστεί να πραγματοποιήσουν στον απαιτούμενο εξοπλισμό και

εκπαίδευση. Η συνέχεια των εργασιών επίσης θα καθιστούσε δυνατή την ανάπτυξη των απαιτούμενων ικανοτήτων για τις εργασίες αποκατάστασης και θα συνέβαλε ιδιαίτερα στην ανάπτυξη της συνεργασίας με το προσωπικό της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. υπεύθυνο για τη διαχείριση του δικτύου και την παροχή υπηρεσιών προς τους καταναλωτές.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών αποκατάστασης σε μία περιοχή του δικτύου, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μία αποτίμηση των εργασιών για να επιβεβαιωθεί η επίτευξη των στόχων που είχαν τεθεί. Αυτή η αποτίμηση θα περιλαμβάνει αξιολόγηση των βελτιώσεων που έχουν επέλθει σε τομείς όπως :

- Επίπεδο διαρροών.
- Ποιότητα νερού.
- Υδραυλική απόδοση.
- Παράπονα πελατών.
- Διακοπές στην τροφοδοσία.

2.6. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

Από το προαναφερθέντα στοιχεία καθίσταται φανερό ότι στις περισσότερες περιπτώσεις πριν από την εμφάνιση μιας αστοχίας-θραύσης σε έναν αγωγό προηγείται κάποια αφανής διαρροή. Άρα, είναι φανερή η σημασία του να υπάρχουν ειδικά συνεργεία που έχουν σαν σκοπό τον εντοπισμό και την επισκευή των διαρροών. Όπως αναφέρθηκε η ποσότητα του νερού που χάνεται, εξαιτίας κυρίως των διαρροών, είναι αρκετά σημαντική (φτάνει το 30% της συνολικής ποσότητας που εισέρχεται στο δίκτυο) και άρα είναι πολύ σημαντική η λήψη μέτρων για τη μείωση της.

Η διοίκηση της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. κατανοώντας την σημαντικότητα των παραπάνω προβλημάτων εκπονεί με ανάθεση το σχετικό έργο: «ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ Ε.Υ.Α.Θ.», που έχει αντικειμενικό σκοπό τον εντοπισμό διαρροών στο δίκτυο ύδρευσης της Θεσσαλονίκης (υπό την ευθύνη της) και την συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ύδατος. Το έργο πραγματοποιείται από ομάδα ειδικών εντοπισμού διαρροών που συστάθηκε ειδικά γι'αυτόν το σκοπό. Η κάλυψη του δικτύου γίνεται κατά περιοχές αντίστοιχες των καθορισμένων τομέων ευθύνης των συνεργείων της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.

2.6.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

Θα ήταν ενδιαφέρον να εξετάσουμε τη μεθοδολογία εντοπισμού διαρροών, τα στάδια της οποίας απαριθμούνται και περιγράφονται παρακάτω:

- Προετοιμασία χαρτών
- Σχεδιασμός προγράμματος τοποθέτησης ακουστικών καταγραφέων
- Τοποθέτηση Ακουστικών Καταγραφέων
- Απόκτηση δεδομένων από τους ακουστικούς καταγραφείς, συλλογή και επανατοποθέτηση τους
- Ανάλυση των δεδομένων
- Περαιτέρω έρευνες
- Επισκευή διαρροών

Στάδιο 1-Προετοιμασία χαρτών

Χρησιμοποιούνται ψηφιακοί χάρτες του δικτύου ύδρευσης, κλίμακας 1:2000 ή 1:1000, με τις παρακάτω πληροφορίες :

- χαρτογράφηση του κτιριακού υπόβαθρου και ονόματα βασικών οδών.
- αγωγοί του δικτύου με το υλικό και τη διάμετρο τους.
- δικλείδες.
- πυροσβεστικοί κρουνοί.
- αεροεξαγωγοί.
- εκκενωτές

Στάδιο 2-Σχεδιασμός προγράμματος τοποθέτησης ακουστικών καταγραφέων

Η εφαρμογή ακουστικών καταγραφέων συνεπάγεται την τοποθέτηση των ακουστικών καταγραφέων συστηματικά και προοδευτικά σε ένα δίκτυο. Οι καταγραφείς προσκολλώνται σε κάθε μεταλλικό τμήμα του δικτύου όπως δικλείδες, κρουνοί ή δικλείδες παροχής των καταναλωτών. Η τεχνική που ακολουθείται είναι η παρακολούθηση του θορύβου προερχόμενου από κάποιο σημείο, όπως ένας αγωγός, ο οποίος καταγράφεται από τους καταγραφείς θορύβου. Η ένταση του θορύβου εξαρτάται από τον τύπο του αγωγού, από τη διαμόρφωση του δικτύου και από τη φύση της διαρροής.

Χρησιμοποιώντας του ψηφιακούς χάρτες του δικτύου αναπτύσσεται ένα πρόγραμμα τοποθέτησης των καταγραφέων. Ο σκοπός του προγράμματος είναι να επιλεγούν θέσεις δικλείδων που βελτιστοποιούν τη χρήση των ακουστικών καταγραφέων με βάση τα στοιχεία των αγωγών του δικτύου και την προτεινόμενη απόσταση μεταξύ των καταγραφέων.

Στάδιο 3-Τοποθέτηση Ακουστικών Καταγραφέων

Η ειδική ομάδα τοποθετεί τους ακουστικούς καταγραφείς σε δικλείδες και τα σημεία τοποθέτησης σημειώνονται στους χάρτες. Ταυτόχρονα συμπληρώνεται μια φόρμα τοποθέτησης/συλλογής, στην οποία σημειώνονται στοιχεία όπως:

- Σειριακός αριθμός (ID) του καταγραφέα (Permalog).
- Αριθμός δικλείδας.
- Αναφορά του χάρτη και της ημερομηνίας.
- Περιοχή τοποθέτησης.
- Σχόλια που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για την ομάδα έρευνας.

Στάδιο 4-Απόκτηση δεδομένων από τους ακουστικούς καταγραφείς, συλλογή και επανατοποθέτηση τους

Μετά την τοποθέτηση των καταγραφέων χρησιμοποιείται ο αναλυτής σήματος των καταγραφέων (Patroller) για την συλλογή των εξής στοιχείων:

- Ταυτότητα του καταγραφέα (Permalog ID).
- Αριθμός δικλείδας.
- Αναφορά του χάρτη και της ημερομηνίας.
- Περιοχή τοποθέτησης.
- Σχόλια που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για την ομάδα έρευνας.

Τα παραπάνω στοιχεία καταγράφονται στην μνήμη του αναλυτή σήματος από τους ακουστικούς καταγραφείς (Patrollers) και μεταφέρονται στην Φόρμα Τοποθέτησης/Συλλογής. Τα στοιχεία του καταγραφέα καταχωρούνται επίσης στον υπολογιστή του γραφείου σαν πρόχειρα στοιχεία και αποθηκεύονται με το όνομα της περιοχής και την ημερομηνία της συλλογής των στοιχείων. Μετά, οι καταγραφείς μηδενίζονται (περνώντας ένα μαγνήτη πάνω από το παράθυρο του καταγραφέα ή περνώντας ένα καταγραφέα πάνω από τον άλλο) πριν επανατοποθετηθούν.

Στάδιο 5-Ανάλυση των δεδομένων

Κατά το στάδιο αυτό τα δεδομένα αναλύονται ώστε να εντοπιστούν οι ενδείξεις πιθανής διαρροής και να παραπεμφθούν για περαιτέρω έρευνα (στάδιο 6). Ενδείξεις πιθανής διαρροής θεωρούνται αυτές στις οποίες καταγράφηκε υψηλό επίπεδο θορύβου με μικρό εύρος. Όλες οι θέσεις που θεωρούνται ως πιθανές για διαρροή καταγράφονται στην Έκθεση Αποτελεσμάτων Συλλογής. Η έκθεση αυτή παραδίδεται στην ομάδα ερευνών, η οποία χρησιμοποιώντας τον συσχετιστή θορύβου (Noise Correlator), το ηλεκτρονικό μικρόφωνο και τα μηχανικά ακουστικά, αξιολογεί κάθε ένδειξη διαρροής που υπάρχει στην έκθεση. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι οι ενδείξεις διαρροών δεν αποτελούν όλες πραγματικές διαρροές, καθώς ένας ήχος διαρροής μπορεί να εντοπιστεί από πλήθος γειτονικών σημείων.

Στάδιο 6-Περαιτέρω έρευνες

Με σκοπό την επιβεβαίωση των πραγματικών σημάτων διαρροών και του σημείου της διαρροής, η ομάδα πραγματοποιεί περαιτέρω έρευνες γύρω από τα πιθανά σημεία διαρροών που εντοπίστηκαν από τα προηγούμενα στάδια. Αρχικά, η πιθανή διαρροή ελέγχεται χρησιμοποιώντας τον συσχετιστή (Noise Correlator). Κατά τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται δυο αισθητήρες τοποθετημένοι στην περιοχή της πιθανής διαρροής με σκοπό τον καθορισμό της αρχικής θέσης της διαρροής. Οι αισθητήρες προσκολλώνται μαγνητικά στις δικλίδες και εκπέμπουν το φάσμα του ήχου που λαμβάνουν στον συσχετιστή για ανάλυση. Μεταβλητές όπως η απόσταση μεταξύ σημείων συσχετισμού, υλικό και διάμετρος αγωγού καθορίζονται έτσι ώστε ο συσχετιστής να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα. Ο συσχετισμός δείχνει την κατά προσέγγιση τοποθεσία των πιθανών διαρροών. Περαιτέρω έρευνες για την επιβεβαίωση της ακριβούς θέσης της διαρροής πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό μικρόφωνο εδάφους (Electronic Ground Microphone) και το μηχανικό ακουστικό (Listening Stick). Στη συνέχεια το σημείο εκσκαφής σημειώνεται στο έδαφος με σπρέι ώστε να είναι έτοιμο για εκσκαφή.

Στάδιο 7-Επισκευή διαρροών

Η ομάδα εύρεσης διαρροών ειδοποιεί το συνεργείο της E.Y.A.Θ. A.E. που είναι υπεύθυνο για την εκάστοτε περιοχή το οποίο αναλαμβάνει την εκσκαφή την εκσκαφή των επιβεβαιωμένων διαρροών, καθώς και την επισκευή των διαρροών. Ένα μέλος της ομάδας είναι παρών για να προσφέρει οποιαδήποτε βοήθεια χρειαστεί. [Πηγή: Αρχεία E.Y.A.Θ. A.E.]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΘΕΣΠΙΣΗΣ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

3.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Οι θραύσεις των αγωγών στα δίκτυα ύδρευσης προκαλούν ιδιαίτερα δυσμενείς επιπτώσεις στους καταναλωτές, όταν εξαιτίας των έκτακτων συνθηκών που διαμορφώνονται στα δίκτυα, αυτά αδυνατούν να ικανοποιήσουν τους προκαθορισμένους σκοπούς της λειτουργίας τους. Στην περίπτωση κατά την οποία η αδυναμία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την διακοπή ή την μείωση της υδροδότησης προκαλείται η δυσαρέσκεια τους η οποία είναι συνέπεια της μη φυσιολογικής ροής των δραστηριοτήτων τους. Προφανώς, από την όχληση αυτή επηρεάζονται και οι οικονομικές-επαγγελματικές συναλλαγές του καταναλωτή.

Εκτός από τον καταναλωτή, απώλεια εσόδων έχει και η ίδια η εταιρεία που διαχειρίζεται το δίκτυο λόγω: α) της μείωσης της κατανάλωσης νερού κατά τη διάρκεια της βλάβης, β) του κόστους επισκευής της βλάβης και γ) των απαραίτητων δαπανών από πλευράς της εταιρείας έτσι ώστε με περισσότερο δαπανηρές εναλλακτικές λύσεις τροφοδότησης ή λειτουργίας του δικτύου να καλύψει προσωρινά τις ανάγκες των καταναλωτών. Τέλος, δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε ότι δ) η κοινωνική δυσαρέσκεια που προκαλείται από τις συχνές βλάβες στα δίκτυα έχει ως αποτέλεσμα τις αντιδράσεις των καταναλωτών σε μελλοντικές αποφάσεις της εταιρείας και κυρίως σε επικείμενες αυξήσεις τιμολογίων, καθώς η εταιρεία χάνει την αξιοπιστία της.

3.1.1. ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΘΡΑΥΣΕΩΝ

Όλες οι δυσμενείς συνέπειες των θραύσεων στα δίκτυα διανομής είχαν σαν αποτέλεσμα η επιστημονική έρευνα να επικεντρωθεί στην επινόηση καλύτερων και αποτελεσματικότερων μεθόδων πρόβλεψης και μεθόδων αντιμετώπισης των θραύσεων, προληπτικά ή θεραπευτικά. Οι προσπάθειες αυτές κατέληξαν στην εξαγωγή μαθηματικών νόμων-μοντέλων που, βάσει τους ρυθμούς εμφάνισης των ήδη καταγεγραμμένων θραύσεων, έχουμε μια ικανοποιητική πρόγνωση των μελλοντικών θραύσεων.

Το έργο των επιστημονικών ομάδων ήταν αρκετά δύσκολο, καθώς η χωρική και η χρονική εμφάνιση μιας θραύσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, η επίδραση των οποίων δύσκολα προσδιορίζεται επακριβώς και ποσοτικοποιείται μονοσήμαντα. Ένα από τα πρώτα επιτεύγματα στον τομέα αυτό είναι η ανακάλυψη ότι ο ρυθμός εμφάνισης των θραύσεων αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας του αγωγού. Λίγο αργότερα, από άλλες μελέτες, διαπιστώθηκε η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ της διαμέτρου του αγωγού και του ρυθμού αλλά και του είδους των θραύσεων. [O’Day D.K., 1982] Τέλος, μια ακόμα σημαντική ανακάλυψη στον επιστημονικό αυτόν τομέα είναι ότι σε ένα δίκτυο η πιθανότητα επανεμφάνισης μιας θραύσης σε πολύ μικρό διάστημα χώρου και χρόνου είναι σημαντική μεγαλύτερη από κάθε άλλη θέση και στιγμή. [Ciottoni A., 1983]

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η εφαρμογή μιας μεθοδολογίας η οποία να βασίζεται σε τέτοιου είδους κριτήρια και να ασχολείται με τον προγραμματισμό των αντικαταστάσεων των αγωγών ενός δικτύου διανομής, βασισμένο στο βέλτιστο χρόνο αντικατάστασης τους και στην διατύπωση και έλεγχο ενός μοντέλου ρυθμού εμφάνισης των βλαβών.

3.2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται στην παρούσα εργασία, αποσκοπεί στον προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των αγωγών ενός δικτύου, μέσω μιας πλήρους οικονομοτεχνικής μελέτης. Η μελέτη λαμβάνει υπόψη όλα τα είδη κόστους που περιλαμβάνει η επισκευή ή η αντικατάσταση του εκάστοτε προβληματικού τμήματος του δικτύου.

3.2.1. ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ

Οι μελέτες των Walski & Pelliccia (1982) κατέληξαν ότι ο μαθηματικός νόμος, που προσεγγίζει καλύτερα τα πραγματικά δεδομένα εμφάνισης των βλαβών-θραύσεων στους αγωγούς των δικτύων διανομής, συναρτήσε του χρόνου t από την τοποθέτησή τους, είναι της εκθετικής μορφής :

$$N(t) = a \cdot e^{bt} \quad (3.1.)$$

Στην παρούσα μεθοδολογία, υιοθετείται αυτή η παραδοχή και προσδιορίζονται μέσω γραμμικής παλινδρόμησης οι συντελεστές (α) και (b) του εκθετικού αυτού νόμου, με βάση τα ολοκληρωμένα αρχεία των θραύσεων.

Κατά τη διαδικασία αυτή απαιτείται η γνώση του έτους t_0 τοποθέτησης των αγωγών στο δίκτυο. Στην πραγματικότητα, επειδή η τοποθέτηση των αγωγών διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα, προσδιορίζεται η μέση τιμή του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της. Η τιμή αυτή είναι απλά ο αριθμητικός μέσος ή όπου είναι δυνατόν ο βαρυκεντρικός μέσος όρος, που προκύπτει από τα αρχεία τοποθέτησης των αγωγών (έτος τοποθέτησης, μήκος αγωγού) συνολικά ή για κάθε υλικό ξεχωριστά. [Κανακούδης Β., 1998]

3.2.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι εναλλακτικές λύσεις διαχείρισης ενός δικτύου διανομής, όσον αφορά τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπιση των θραύσεων που εμφανίζονται στους αγωγούς, είναι η συνεχής επισκευή ή η αντικατάστασή τους. Για την απάντηση αυτού του ερωτήματος θα πρέπει να γίνει μια οικονομοτεχνική μελέτη η οποία να υπολογίζει το χρονικό σημείο, από το οποίο και πέρα κρίνεται ασύμφορη, σε σχέση φυσικά πάντα με την αντικατάστασή του, η επισκευή του αγωγού. Το πρώτο βήμα της οικονομοτεχνικής μελέτης είναι ο ακριβής προσδιορισμός του κόστους αντικατάστασης και επισκευής του αγωγού.

3.2.2.1 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ

Το κόστος αντικατάστασης ενός αγωγού μπορεί να προσδιοριστεί σχεδόν απόλυτα από το υλικό κατασκευής του, τις διαστάσεις (μήκος και διάμετρος) και τη θέση του αγωγού (εάν τοποθετείται στο έρεισμα, στο δρόμο ή στο πεζοδρόμιο). Από αυτές τις παραμέτρους και με τη βοήθεια ειδικών πινάκων και επίσημων καταλόγων υπολογίζεται το κόστος αντικατάστασης ανηγμένο στη μονάδα μήκους του αγωγού.

3.2.2.2. ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΒΗΣ

Αντίθετα με την ευκολία προσδιορισμού του κόστους αντικατάστασης ενός αγωγού, ο υπολογισμός του κόστους επισκευής μιας βλάβης του δεν είναι απλός, διότι σε αυτό συμπεριλαμβάνονται πολλά επιμέρους κόστη, που δεν είναι προκαθορισμένα, αλλά εξαρτώνται από τις επιτόπου συνθήκες κάθε βλάβης (έκταση και σημαντικότητα), και την μέθοδο επισκευής που εφαρμόζεται για την αποκατάστασή της. Το τελικό κόστος επισκευής που προκύπτει από τη σύνθεση των επιμέρους αυτών δαπανών, συνήθως υπολογίζεται ανά είδος βλάβης.

Τα επιμέρους κόστη που περιλαμβάνει το συνολικό κόστος επισκευής μιας βλάβης διακρίνονται: α) σε εκείνα που αφορούν άμεσα τις εργασίες της επισκευής και β) σε εκείνα που ποσοτικοποιούν τις επιπτώσεις της βλάβης κυρίως όσον αφορά τους καταναλωτές, αλλά και την εταιρεία που διαχειρίζεται το δίκτυο.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν αναλυτικότερα τα επιμέρους κόστη:

- Εργατικών συνεργείων.
- Μεταφορικών συνεργείου και υλικών.
- Εξοπλισμού συνεργείου (συσκευών και μηχανημάτων).
- Υλικών επισκευής.
- Χωματοργικών εργασιών (εκσκαφών ή επιχώσεων).
- Επίβλεψης από εξειδικευμένο τεχνικό ή μηχανικό.
- Γενικών εξόδων.
- Απρόβλεπτων εξόδων.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, στα επιμέρους κόστη τα οποία περιλαμβάνει το συνολικό κόστος επισκευής μιας βλάβης συμπεριλαμβάνονται και εκείνα που ποσοτικοποιούν τις επιπτώσεις της βλάβης στην ίδια την εταιρεία, αλλά κυρίως ως προς τους καταναλωτές. Τα κόστη αυτά οφείλονται στα εξής:

- Μη ανταποδοτικός χαρακτήρας των εξόδων που πραγματοποιήθηκαν από την εταιρεία για την υδροληψία, την επεξεργασία και την μεταφορά του νερού που χάνεται κατά τη θραύση, λόγω διαρροής,
- Αδυναμία κάλυψης αναγκών κατανάλωσης νερού, κατά τη διάρκεια των επισκευών με συνέπεια την απώλεια εσόδων από τη μείωση της κατανάλωσης,
- Πτώση πίεσης παρεχόμενου νερού στις θέσεις ζήτησης του, που συνεπάγεται την μείωση της κατανάλωσης, με αποτέλεσμα την απώλεια εσόδων,
- Πτώση πίεσης νερού για πυρόσβεση,
- Ζημίες σε τρίτους κατά τις εργασίες επισκευής (π.χ. σε άλλα δίκτυα, θεμέλια ή υπόγεια κατασκευών),
- Δυσαρέσκεια κοινού - όγληση από τα έργα (κοινωνική πτυχή του κόστος των προαναφερθεισών περιπτώσεων). Το "κοινωνικό" αυτό κόστος μπορεί να είναι ακόμα και το διπλάσιο (για τους δευτερεύοντες) έως και το τετραπλάσιο (για τους κύριους) του κόστους που άμεσα σχετίζεται με την καθαυτή επισκευή της βλάβης.

Στο παρελθόν, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες να αποτιμηθούν οικονομικά τα παραπάνω κοινωνικά κόστη. Τα αποτελέσματα των ερευνών είναι ότι για τους δευτερεύοντες αγωγούς, το κοινωνικό κόστος που συνοδεύει την επισκευή της εκάστοτε βλάβης είναι περίπου το διπλάσιο του αντίστοιχου άμεσου κόστους επισκευής, ενώ για τους κύριους αγωγούς το επιπλέον αυτό κόστος υπολογίζεται γύρω στο τετραπλάσιο του αντίστοιχου άμεσου.(Κανακούδης Β., 1998)

3.2.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Στο σημείο αυτό παρατίθεται το υπολογιστικό τμήμα της μεθοδολογίας που προσδιορίζει το βέλτιστο χρόνο αντικατάστασης αγωγού σε ένα δίκτυο. Η μεθοδολογία που αναπτύσσεται είναι βασισμένη στις μελέτες των Shamir U. & C.D.D. Howard, 1979 και των Walski T.M. & Pellicia A., 1982 και εξελίχθηκε από τον Β. Κανακούδη (1998). Στην μεθοδολογία είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι χρησιμοποιείται η μέθοδος της παρούσας αξίας (Present Value) και ότι αρχικά γίνεται διάκριση για το αν ο νέος αγωγός είναι πρακτικά άθραυστος ή του ίδιου υλικού με αυτόν τον οποίο αντικαθιστά.

3.2.3.1. Ο ΝΕΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΘΡΑΥΣΤΟΣ (BREAK-FREE)

Η οικονομική ανάλυση πραγματοποιείται με την προϋπόθεση ότι είναι γνωστή η μαθηματική έκφραση που προσδιορίζει τη χρονική μεταβολή του αριθμού(ή του ρυθμού) των εμφανιζόμενων θραύσεων στους αγωγούς του δικτύου (age-break function). Στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται η παραδοχή ότι η προαναφερθείσα σχέση εμφανιζόμενων θραύσεων και ηλικίας αγωγού, αναφέρεται σε ρυθμό βλαβών και είναι εκθετική:

$$N(t) = N(t_0) \cdot e^{A(t-t_0)} \quad (3.2.)$$

όπου :

- t = ο χρόνος μετρούμενος σε έτη
- t_0 = ο χρόνος έναρξης της ανάλυσης (έτος τοποθέτησης του αγωγού)
- $N(t)$ = ρυθμός βλαβών (βλάβες ανά χιλιόμετρο αγωγού) το έτος t
- A = συντελεστής ρυθμού αύξησης των βλαβών (1/έτος)

Επίσης, γίνεται η θεώρηση ότι η ανάλυση αναφέρεται σε ένα σταθερό τύπο θραύσεων, η αντιμετώπιση των οποίων δεν μεταβάλλεται με το χρόνο. Οι παραδοχές αυτές εξασφαλίζουν ότι, τόσο το εμπλεκόμενο μήκος αγωγού κατά τη διάρκεια μιας θραύσης, όσο και το κόστος επισκευής ή αντικατάστασης του παραμένουν σταθερά με το χρόνο, καθιστώντας γνωστό το μοναδιαίο κόστος επισκευής της κάθε βλάβης UC_{Rr} (€ ανά επισκευή).

Το κόστος των επισκευών των εμφανιζόμενων βλαβών στο έτος (t) θα δίνεται από τον τύπο (3.3.):

$$C_{Rr}(t) = UC_{Rr} \cdot N(t) = UC_{Rr} \cdot N(t_0) \cdot e^{A(t-t_0)} \quad (3.3.)$$

Αν η παρούσα χρονική στιγμή είναι το έτος (t_p), τότε η παρούσα αξία του ετήσιου κόστους επισκευών θα δίνεται από τον τύπο (3.4.):

$$PV[C_{Rr}(t)] = \frac{C_{Rr}(t)}{(1+R)^{(t-t_p)}} = \frac{UC_{Rr} \cdot N(t)}{(1+R)^{(t-t_p)}} = \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_0) \cdot e^{A(t-t_0)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \quad (3.4.)$$

Θεωρώντας ότι η αντικατάσταση του αγωγού γίνεται το έτος t_r τότε η παρούσα αξία του συνολικού κόστους όλων των επισκευών κατά τα προηγούμενα έτη (t_r-t_p) θα είναι:

$$PV[\sum C_{Rr}(t)] = \sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{C_{Rr}(t)}{(1+R)^{(t-t_p)}} = \sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_0) \cdot e^{A(t-t_0)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \quad (3.5.)$$

Όσον αφορά στην αντικατάσταση ενός αγωγού, θεωρείται ότι το κόστος της έχει σταθερή μοναδιαία τιμή UC_{Rm} (€ ανά χιλιόμετρο αγωγού). Επομένως η παρούσα αξία του δίνεται από τον τύπο:

$$PV[C_{Rm}(t_r)] = \frac{UC_{Rm}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \quad (3.6.)$$

Από τους τύπους (3.5.) και (3.6.) προκύπτει ότι η παρούσα αξία του συνολικού κόστους των επισκευών αυξάνει με την αύξηση του t_r διότι προστίθεται και ένας καινούριος όρος για κάθε έτος. Αντίθετα η παρούσα αξία του κόστους της αντικατάστασης μειώνεται διότι αυξάνει ο παρονομαστής, λόγω αύξησης του εκθέτη του. Η παρούσα αξία του συνολικού κόστους επισκευών και αντικατάστασης δίνεται από την άθροιση των (3.5.) και (3.6.):

$$PV[C_{tot}(t_r)] = PV[\sum C_{Rr}(t_r)] + PV[C_{Rm}(t_r)] = \left[\sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_0) \cdot e^{A(t-t_0)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \right] + \frac{UC_{Rm}}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \quad (3.7.)$$

Ο βέλτιστος χρόνος αντικατάστασης t_r^* είναι εκείνος κατά τον οποίο ελαχιστοποιείται η παραπάνω μαθηματική έκφραση. Προσδιορίζεται επομένως από τον μηδενισμό της πρώτης της παραγώγου ως προς το χρόνο t_r . Στην πράξη είναι ο χρόνος κατά τον οποίο η ετήσια αύξηση της παρούσας αξίας του κόστους των επισκευών, που

ορίζεται από τον τύπο (3.5.), ισούται με την ετήσια μείωση της παρούσας αξίας της αντικατάστασης, που ορίζεται από τον τύπο (3.6.).

$$t_r^* = t_o + \frac{1}{A} \cdot \ln \left[\frac{UC_{Rm} \cdot \ln(1+R)}{UC_{Rr} \cdot N(t_o)} \right] \quad (3.8.)$$

3.2.3.2. Ο ΝΕΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΕΙΝΑΙ ΤΟΥ ΙΔΙΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΑΙΟ

Σε αυτήν την περίπτωση οι βλάβες του νέου αγωγού ακολουθούν τον ίδιο νόμο με εκείνες του παλαιού αγωγού. Επομένως θεωρητικά ενώ στο έτος της αντικατάστασης (t_r^*) ο αριθμός των εμφανισθεισών θραύσεων στον παλαιό αγωγό δίνονται από τον τύπο (1) για $t = t_r^*$, μετά την αντικατάσταση του από τον νέο θα δίνονται από τον ίδιο τύπο για $t = t_o$.

Για λόγους συνέχειας ως “χρόνος μηδέν” ορίζεται το έτος τοποθέτησης του παλαιού αγωγού. Τότε με βάση την ανάλυση της προηγούμενης παραγράφου η πρώτη αντικατάσταση θα πραγματοποιηθεί το έτος t_r^* και κάθε επόμενη αντικατάσταση θα γίνεται μετά από $t_c = t_r^* - t_o$ έτη. Επομένως ο βέλτιστος χρονικός κύκλος αντικαταστάσεων t_c ορίζεται από τον τύπο:

$$t_c = t_r^* - t_o = \frac{1}{A} \cdot \ln \left[\frac{UC_{Rm} \cdot \ln(1+R)}{UC_{Rr} \cdot N(t_o)} \right] \quad (3.9.)$$

Αν μελετηθεί κάθε κύκλος χωριστά και τόσο το συνολικό κόστος των επισκευών κατά τη διάρκεια του, όσο και το κόστος της αντικατάστασης που δαπανάται στο τέλος του, μεταφερθούν ως παρούσες αξίες στην αρχή του, τότε είναι φανερό ότι κάθε κύκλος αυτοεξισορροπείται όσον αφορά τα κόστη αυτά.

$$PV \left[\sum C_{Rr}(t_c^*) \right] = \sum_{t=1}^{t_c^*} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_o) \cdot e^{At}}{(1+R)^t} \quad (3.10.)$$

$$PV \left[C_{Rm}(t_c^*) \right] = \frac{UC_{Rm}}{(1+R)^{t_c^*}} \quad (3.11.)$$

$$PV \left[C_{tot}(t_c^*) \right] = PV \left[\sum C_{Rr}(t_c^*) \right] + PV \left[C_{Rm}(t_c^*) \right] = \sum_{t=1}^{t_c^*} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_o) \cdot e^{At}}{(1+R)^t} + \frac{UC_{Rm}}{(1+R)^{t_c^*}} \quad (3.12.)$$

Η παρούσα αξία στο έτος t_p όλων των ειδών κόστους για όλους τους κύκλους αντικατάστασης (έστω n) θα δίνεται συναρτήσεσι του t_r .

Αρχικά, για το ολικό κόστος των επισκευών σε όλους τους κύκλους:

$$\begin{aligned}
 PV_{t_p}[TOTC_{Rr}(t_r)] &= \left[\sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_o) \cdot e^{A(t-t_o)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \right] + \left[\sum_{n=1}^{\infty} \frac{PV[\sum C_{Rr}(t_c^*)]}{(1+R)^{(t_r-t_p+nt_c^*)}} \right] = \\
 &= \left[\sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_o) \cdot e^{A(t-t_o)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \right] + \left[\frac{PV[\sum C_{Rr}(t_c^*)]}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(1+R)^{(nt_c^*)}} \right] = \\
 &= \left[\sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_o) \cdot e^{A(t-t_o)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \right] + \left[\frac{PV[\sum C_{Rr}(t_c^*)]}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \cdot B(t_c^*) \right]
 \end{aligned} \tag{3.13}$$

$$\text{όπου: } B(t_c^*) = \left[\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(1+R)^{(nt_c^*)}} \right] = \frac{1}{(1+R)^{(t_c^*-1)}} \tag{3.14}$$

Για το ολικό κόστος των αντικαταστάσεων σε όλους τους κύκλους :

$$PV_{t_p}[TOTC_{Rm}(t_r)] = \frac{UC_{Rm}}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{UC_{Rm}}{(1+R)^{(t_r-t_p+nt_c^*)}} = \frac{UC_{Rm} + UC_{Rm} \cdot B(t_c^*)}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \tag{3.15}$$

Η παρούσα αξία του συνολικού κόστους επισκευών και αντικαταστάσεων σε όλους τους κύκλους είναι το άθροισμα των (3.13.) και (3.15.):

$$\begin{aligned}
 PV_{t_p}[TOTC_{TOT}(t_r)] &= PV_{t_p}[TOTC_{Rr}(t_r)] + PV_{t_p}[TOTC_{Rm}(t_r)] = \\
 &= \left[\sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_o) \cdot e^{A(t-t_o)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \right] + \left[\frac{PV[\sum C_{Rr}(t_c^*)]}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \cdot B(t_c^*) \right] + \left[\frac{UC_{Rm} + UC_{Rm} \cdot B(t_c^*)}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \right] = \\
 &= \left[\sum_{t=t_p}^{t_r} \frac{UC_{Rr} \cdot N(t_o) \cdot e^{A(t-t_o)}}{(1+R)^{(t-t_p)}} \right] + \left[\frac{UC_{Rm} + PV[\sum C_{Rr}(t_c^*)] \cdot B(t_c^*) + UC_{Rm}}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \right]
 \end{aligned} \tag{3.16}$$

Ο συνολικά βέλτιστος χρόνος t_r^{**} της πρώτης αντικατάστασης μπορεί πλέον να προκύψει ακριβέστερα από την ελαχιστοποίηση της εξίσωσης (3.16.), με μηδενισμό της πρώτης παραγώγου της ως προς t_r^* .

Από τη διαδικασία αυτή προκύπτει:

$$t_r^{**} = t_o + \frac{1}{A} \ln \left[\frac{\left\{ UC_{Rm} + PV[\sum C_{Rr}(t_c^*)] \cdot B(t_c^*) + UC_{Rm} \right\} \cdot [\ln(1+R)]}{(1+R)^{(t_r-t_p)}} \right] \tag{3.17}$$

Ο τύπος (3.17.) είναι ίδιος με τον (3.8.) που ισχύει για άθραυστο νέο αγωγό αλλά περιλαμβάνει επιπλέον τον όρο $\left[UC_{Rm} + PV \left[\sum C_{Rr}(t_c^*) \right] \right] \cdot B(t_c^*)$ λόγω του ότι λαμβάνει υπόψη του στον προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου της πρώτης αντικατάστασης και την επίδραση όλων των επόμενων κύκλων αντικαταστάσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα $t_r^{**} > t_r^*$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

4.1. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

Κατά την εποχή της Τουρκοκρατίας υπήρχε δίκτυο ύδρευσης της πόλης της Θεσσαλονίκης το οποίο τροφοδοτείτο από τις πηγές Χορτιάτη, Ρεντζικίου (Πεύκων) και Λεμπέτ (Σταυρούπολη). Το 1888, η υδροδότηση του κέντρου της πόλης παραχωρήθηκε με αυτοκρατορική διαταγή στον Τούρκο επιχειρηματία Χαμδή Εφέντη, ο οποίος με Βελγικά κεφάλαια ίδρυσε εταιρεία με τίτλο “Οθωμανική Εταιρία Υδάτων Θεσσαλονίκης”, η οποία λειτούργησε παράλληλα με την ύδρευση της πόλης από το Δήμο Θεσσαλονίκης μέχρι το 1939.



Εικόνα 4.1. Καπάκι φρεατίου δικλείδας πυρκαγιάς (1890)

Κατά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο στη Θεσσαλονίκη είχαν στρατοπεδεύσει τα συμμαχικά στρατεύματα και για να αντιμετωπίσουν την έλλειψη νερού κατασκεύασαν γεωτρήσεις στην περιοχή της πόλης. Το 1917 κατασκευάστηκε από Γάλλους μηχανικούς το “Υδραγωγείο Χαριλάου” για να καλύψει τις ανάγκες ύδρευσης των

γαλλικών στρατιωτικών μονάδων και ανήκε μέχρι το 1975 στην “Πρώτη Οικοδομική Εταιρεία Χαριλάου” οπότε και αγοράστηκε από τον Ο.Υ.Θ. πλην των εγκαταστάσεων υδρομάστευσης. Η μεγάλη πυρκαγιά του 1917 κατέστρεψε όχι μόνο μεγάλο μέρος της πόλης αλλά και το δίκτυο ύδρευσης.

Για πρώτη φορά το 1919 ο Δήμος αποφάσισε την χλωρίωση του νερού των προαναφερθέντων υδραγωγείων.

Έλλειψη νερού παρουσιάστηκε με τον ερχομό των προσφύγων το 1922, με αποτέλεσμα να ανακαινισθεί το δίκτυο, να εκτελεσθούν έργα πορισμού νέων ποσοτήτων νερού (Γεωτρήσεις) και να συντηρηθούν τα τρία υδραγωγεία. Συνολικά, την περίοδο αυτή (1913-1939) κατασκευάστηκαν δεξαμενές και γεωτρήσεις στις περιοχές Καλαμαριάς, Ντεπώ, Χαριλάου, Τούμπας, Χίρς, Εξοχών, Μαλακοπής, Αγ. Φανουρίου, Καλοχωρίου.

Μέχρι το 1939 και με ευθύνη της Βελγικής εταιρίας κατασκευάστηκε το εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης της πόλης χρησιμοποιώντας χυτοσιδήρους σωλήνες διαμέτρου 60 έως 100 χιλιοστών.

Το 1939 με τον Α.Ν. 1563/1939 συστάθηκε ο Οργανισμός Ύδρευσης Θεσσαλονίκης (Ο.Υ.Θ.), ο οποίος εξαγόρασε την “Οθωμανική Εταιρεία Ύδρευσης Θεσσαλονίκης” και στην συνέχεια ανέλαβε τις εγκαταστάσεις ύδρευσης (δίκτυα, δεξαμενές κ.λ.π.) και το αντίστοιχο προσωπικό από το Δήμο Θεσσαλονίκης. Η περίοδος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου ήταν μια πολύ δύσκολη περίοδος για τον Ο.Υ.Θ.. Μετά τον πόλεμο από το 1945 άρχισε μια titania προσπάθεια βελτίωσης των εγκαταστάσεων (δίκτυα, δεξαμενές, αντλιοστάσια, κ.λ.π.) του Ο.Υ.Θ. για την υδροδότηση των κατοίκων της πόλης. Η αστυφιλία δημιούργησε τεράστια προβλήματα μια και κατασκευάζονταν δίκτυα και άλλες υποδομές πρόχειρα, χωρίς μελέτες, με σκοπό την άμεση υδροδότηση των οικογενειών που εγκαθίσταντο στην πόλη. [Ταμιωλάκης Γ., 1985 - Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. - Λεύκωμα Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. , 2002]



Εικόνα 3.2. Εγκατάσταση αγωγού μέσα στην πόλη (1960)

Η ίδρυση της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. (Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης), με τη σημερινή της μορφή, έγινε το 1998 με τη συγχώνευση των εταιρειών Ο.Υ.Θ. (Οργανισμός Ύδρευσης Θεσσαλονίκης) και Ο.Α.Θ.(Οργανισμός Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης). Ως κύριος σκοπός της συνιστώμενης εταιρείας ορίστηκε η ύδρευση, αποχέτευση και αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής αρμοδιότητας της και η παροχή ομοίων ή συναφούς φύσης υπηρεσιών πέραν των ορίων αρμοδιότητας της, καθώς και κάθε άλλη συναφής εργασία στα πλαίσια του πλήρους κύκλου εκμετάλλευσης του νερού. Η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. εμφανίζεται ως επιχείρηση κοινής ωφέλειας ελεγχόμενη αποκλειστικά από το δημόσιο.

Μερικά από τα μεγάλα έργα υδροδότησης που πραγματοποιηθήκαν από το 1950 μέχρι και σήμερα είναι:

- Προμήθεια ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (αντλητικά συγκροτήματα, ηλεκτροκινητήρες κλπ.).
- Προμήθεια αγωγών διαφόρων διαμέτρων και υλικών (κυρίως χυτοσιδήρων αγωγών) υδρομέτρων.
- Ανακαίνιση του υδραγωγείου Καλοχωρίου (1953).
- Μελέτη και ανακαίνιση του εσωτερικού δικτύου της πόλης.
- Κατασκευή του κτιστού υδραγωγείου Καλοχωρίου-Δενδροποτάμου (λειτουργεί από το 1954).
- Κατασκευή του αντλιοστασίου Καλοχωρίου.
- Επέκταση υδραγωγείου Καλοχωρίου στην περιοχή Σίνδου με την κατασκευή γεωτρήσεων και αγωγού μεταφοράς του νερού (περίοδος 1965-1974). Η μέση ημερήσια παροχή μέσα στο χρόνο είναι 35.000 κ.μ.
- Κατασκευή υδραγωγείου περιοχής “Νάρρες” (στην κοίτη του Γαλλικού ποταμού). Μεταβαλλόμενη ημερήσια παροχή μέσα σε ένα χρόνο ανάλογα με τις χιονοπτώσεις από 5.000 μέχρι 45.000 κ.μ.
- Κατασκευή υδραγωγείου περιοχής Ελεούσας ποταμού Αξιού (1976). Από τις 14 γεωτρήσεις σήμερα λειτουργούν μόνο 6.
- Κατασκευή υδραγωγείου πηγών Αραβησσού. Λειτουργεί από το 1978 με μεταβαλλόμενη παροχή (ανάλογα με τις χιονοπτώσεις και βροχοπτώσεις) της τάξεως των 90.000 μέχρι 145.000 κ.μ. την ημέρα.
- Προγραμματίστηκε η ύδρευση από τα νερά του ποταμού Αλιάκμονα: συντάχθηκε η σχετική μελέτη η οποία και εγκρίθηκε το 1978. Η δημοπράτηση και έναρξη κατασκευής του έργου από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. έγινε το 1990.
- Προγραμματίστηκε η συντήρηση και επέκταση του δικτύου διανομής και το 1994 ανατέθηκε η εκπόνηση της σχετικής μελέτης με τίτλο «Βασικά Έργα Ύδρευσης Θεσσαλονίκης». Η προμελέτη βρίσκεται υπό τη διαδικασία της έγκρισης.
- Για την μείωση των απωλειών στο δίκτυο εκτελέστηκε πιλοτικό πρόγραμμα εντοπισμού των διαρροών και εκτελείται από το 2000 σχετικό πρόγραμμα εντοπισμού και αποκατάσταση των διαρροών σε ολόκληρο το δίκτυο της πόλης.
- Κατασκευή γεωτρήσεων περιοχής ποταμού Αξιού και Νέας Χαλκηδόνας, οι οποίες λειτουργούν από το 1987, ενώ ακόμη γίνονται γεωτρήσεις στην περιοχή.

4.2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Η περιοχή δραστηριότητας της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. καθορίζεται από το νόμου 2937/2001 (άρθρο 26). Το δίκτυο ύδρευσης εξυπηρετεί τις περιοχές των δήμων Θεσσαλονίκης, Καλαμαριάς, Αμπελοκήπων, Νεάπολης Συκεών, Αγίου Παύλου, Πολίχνης, Εύοσμου, Σταυρούπολης, Μενεμένης, Ελευθερίου - Κορδελιού, Τριανδρίας, Πανοράματος, Ρεντζικίου, Πυλαίας και της Βιομηχανικής Περιοχής Θεσσαλονίκης.

Το δίκτυο αποχέτευσης εξυπηρετεί τις περιοχές των δήμων Θεσσαλονίκης, Καλαμαριάς, Αμπελοκήπων, Νεάπολης Σταυρούπολης, Συκεών, Αγίου Παύλου, Πολίχνης, Μενεμένης, Τριανδρίας, Πυλαίας, Ιωνίας, Εύοσμου, Ελευθερίου -Κορδελιού, Πανοράματος, Ωραιοκάστρου, Ευκαρπίας, Μηχανιώνας, Καλοχωρίου, Θέρμης και Φιλύρου.

Το δίκτυο ύδρευσης, για την καλύτερη επόπτευση, του έχει χωριστεί σε οκτώ τομείς, τέσσερεις της δυτικής Θεσσαλονίκης και τέσσερεις της ανατολικής Θεσσαλονίκης ο καθένας εκ των οποίων έχει ξεχωριστό συνεργείο και μερικοί έχουν και υποσυνεργεία, υπεύθυνα για τη συντήρηση των δικτύων. Οι τομείς αυτοί είναι:

Δ1)Τομέας Εύοσμου (Υποσυνεργεία Εύοσμου, Ελευθερίου-Κορδελιού, Ηλιούπολης)

Δ2)Τομέας Κέντρο Πόλεως

Δ3)Τομέας Σταυρούπολης (Υποσυνεργεία Σταυρούπολης, Αμπελοκήπων, Νεάπολης)

Δ4)Τομέας Συκεών

A1)Τομέας Καλαμαριάς

A2)Τομέας Πανοράματος

A3)Τομέας Τούμπας (Υποσυνεργεία Τούμπας, Τριανδρίας)

A4)Τομέας Χαριλάου (Υποσυνεργεία Χαριλάου, Ντεπώ, Αγ. Τριάδας)

4.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Οι εγκαταστάσεις που διαθέτει ή διαχειρίζεται βάσει της από 27.7.2001 Σύμβασης με το Ελληνικό Δημόσιο η Εταιρία για την πραγμάτωση των σκοπών δημιουργίας της είναι (1) τα έργα υδροληψίας, (2) τα εξωτερικά υδραγωγεία με τις γεωτρήσεις και τους σχετικούς αγωγούς, (3) τα αντλιοστάσια και οι δεξαμενές και (4) το δίκτυο διανομής με τους αγωγούς και τα υδρόμετρα.

4.3.1. ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΤΗΣΗ ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

α. Υδροφορέας Πάικου

Η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. για την υδροδότηση της Θεσσαλονίκης χρησιμοποιεί το καρστικό σύστημα του υδροφορέα του όρους Πάικου και συγκεκριμένα την θέση εκφόρτισης αυτού στον χώρο των πηγών Αραβησσού. Η υδροληψία των πηγών Αραβησσού περιλαμβάνει δύο φρέατα τροφοδοσίας με φυσική ροή ένα φρέαρ (πηγάδα) τροφοδοσίας με άντληση και 10 υδρογεωτρήσεις εκμεταλλεύσεως, οι οποίες με άντληση, μέσω αγωγών συνδέσεως, τροφοδοτούν το υδραγωγείο Αραβησσού. Η λαμβανόμενη παροχή από τις υδροληψίες περιοχής πηγών Αραβησσού κυμαίνεται μεταξύ 16.000 - 100.000 m³/ημέρα και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις χιονοπτώσεις και βροχοπτώσεις κάθε έτους.

β. Υδροφόρα Συστήματα Πεδινής Περιοχής Δυτικά της Θεσσαλονίκης

➤ Υδροφορέας Καλοχωρίου

Η ποσότητα νερού που λαμβάνεται σήμερα από τον υδροφορέα Καλοχωρίου είναι πολύ μικρή λόγω του μεγάλου υποβιβασμού της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και του φαινομένου των καθιζήσεων του εδάφους. Η ποσότητα νερού που αντλείται σήμερα από την περιοχή Καλοχωρίου μέσω επτά (7) υδρογεωτρήσεων έχει ρυθμιστικό μόνο ρόλο στην λειτουργία του αντλιοστασίου Καλοχωρίου.

➤ Υδροφορέας Σίνδου

Η ποσότητα νερού που λαμβάνεται από τον υδροφορέα περιοχής Σίνδου μέσω 26 υδρογεωτρήσεων είναι της τάξεως των 45.000 m³ ημερησίως. Το νερό μέσω του υδραγωγείου Σίνδου φθάνει στο αντλιοστάσιο Καλοχωρίου αφού προηγουμένως περάσει από την δεξαμενή καθιζήσεων.

➤ Υδροφορέας περιοχής Αξιού

Στην ευρύτερη περιοχή Αξιού (περιοχές Γέφυρας, Ν. Χαλκηδόνας και Ελεούσας) υπάρχουν συνολικά 45 υδρογεωτρήσεις εκμεταλλεύσεως και η συνολικά λαμβανόμενη παροχή είναι της τάξεως των 90.000 m³ ημερησίως. Συγκεκριμένα στην περιοχή Αξιού έχουν ανορυχθεί 18 υδρογεωτρήσεις και στην περιοχή Ν. Χαλκηδόνας 21. Όσον αφορά την περιοχή Ελεούσας υπάρχουν 6 υδρογεωτρήσεις από τις οποίες αντλείται η περιορισμένη παροχή των βαθέων υδροφόρων στρωμάτων, τα οποία δίδουν νερό κατάλληλο για ύδρευση χωρίς να περιέχουν σίδηρο και μαγγάνιο. Τα ανώτερα υδροφόρα στρώματα μπορούν να αποδώσουν επί πλέον ποσότητα νερού της τάξεως των 40.000m³ ημερησίως, είναι όμως απαραίτητη η απομάκρυνση μέσω διυλιστηρίου των περιεχομένων ποσοτήτων σιδήρου και μαγγανίου.

γ. Υδροληψία Περιοχής Νάρρες επί του Γαλλικού Ποταμού

Η υδροληψία περιοχής Νάρρες βρίσκεται εντός της κοίτης του Γαλλικού ποταμού και αποτελείται από τα (3) φρεάτιο υδροσυλλογής με οριζόντιες γεωτρήσεις ακτινωτές καθώς και από επτά (7) κατακόρυφες αβαθείς υδρογεωτρήσεις. Στην περιοχή Κοινότητας Μεσαίου ανορύχθηκε και μία υδρογεώτρηση μεγάλου βάθους, η οποία όμως δεν απέδωσε μεγάλη παροχή και χρησιμοποιείται για τον εμπλουτισμό της επιφανειακής παροχής με αγωγό που κατασκευάστηκε από την γεώτρηση μέχρι την περιοχή υδροληψίας. Η παροχή που λαμβάνεται από την υδροληψία Νάρρες μεταβάλλεται από 5.000 m³/ημέρα έως 50.000 m³/ημέρα αναλόγως των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων που σημειώνονται κάθε χρονιά.

δ. Υδροληψία Πηγών Αγίας Παρασκευής Χορτιάτη

Η παροχή των πηγών της Αγίας Παρασκευής στο Χορτιάτη χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την υδροδότηση του Νοσοκομείου Γ. Παπανικολάου και των στρατοπέδων περιοχής Χορτιάτη.

ε. Υδροληψία Χαριλάου Περιοχής Χορτιάτη

Πρόκειται για έργο υδροληψίας που ανήκει στην παλαιά εταιρία «Χαριλάου», το οποίο μισθώνει σήμερα η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. και λαμβάνει παροχή που κυμαίνεται μεταξύ 400 m³/ημέρα - 1.500 m³/ημέρα, αναλόγως των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων που σημειώνονται στην περιοχή. Η ως άνω παροχή χρησιμοποιείται για την υδροδότηση του

Πανοράματος (μέσω αντλιοστασίου και αγωγού ωθήσεως ενισχύεται η δεξαμενή Τούμπας Πανοράματος χωρητικότητας 400 m³).

στ. Υδροληψία Πεδινής Περιοχής Ανατολικής Θεσσαλονίκης

Στην πεδινή περιοχή ανατολικά της Θεσσαλονίκης (Περιοχές Μίκρας - Ρυσίου) υπάρχουν συνολικά 6 υδρογεωτρήσεις, οι οποίες αποδίδουν συνολικά παροχή 4.500 m³ ανά ημέρα. Η παροχή αυτή χρησιμοποιείται για την ενίσχυση της δεξαμενής Καλαμαριάς.

4.3.2. ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

Η ευρύτερη περιοχή Θεσσαλονίκης και η Βιομηχανική της περιοχή (ΒΙ.ΠΕ.Θ.) υδροδοτούνται σήμερα από τα υδραγωγεία Αραβησσού-Αξιού, Νάρρες, Σίνδου και Καλοχωρίου. Στη συνέχεια δίδεται σύντομη περιγραφή των υδραγωγείων αυτών καθώς και των διασυνδέσεων τους:

α. Υδραγωγεία Αραβησσού – Αξιού

Το Υδραγωγείο Αραβησσού έχει μήκος 56 χλμ. περίπου και μεταφέρει με βαρύτητα το νερό του υδροφορέα περιοχής Πάϊκου στη Θεσσαλονίκη. Όπως προαναφέρθηκε, η συλλογή του νερού γίνεται με άντληση μέσω δέκα γεωτρήσεων και σε περίπτωση μεγάλης παροχής του υδροφορέα η παροχή ενισχύεται με φυσική ροή προς το κεντρικό φρεάτιο υδροσυλλογής. Η κατασκευή του υδραγωγείου Αραβησσού ολοκληρώθηκε το έτος 1978 και έκτοτε λειτουργεί για την υδροδότηση της Θεσσαλονίκης και της ΒΙ.ΠΕ.Θ. Ο αγωγός μεταφοράς του υδραγωγείου είναι κατασκευασμένος από προεντεταμένο σκυρόδεμα και από χαλυβδοσωλήνα.

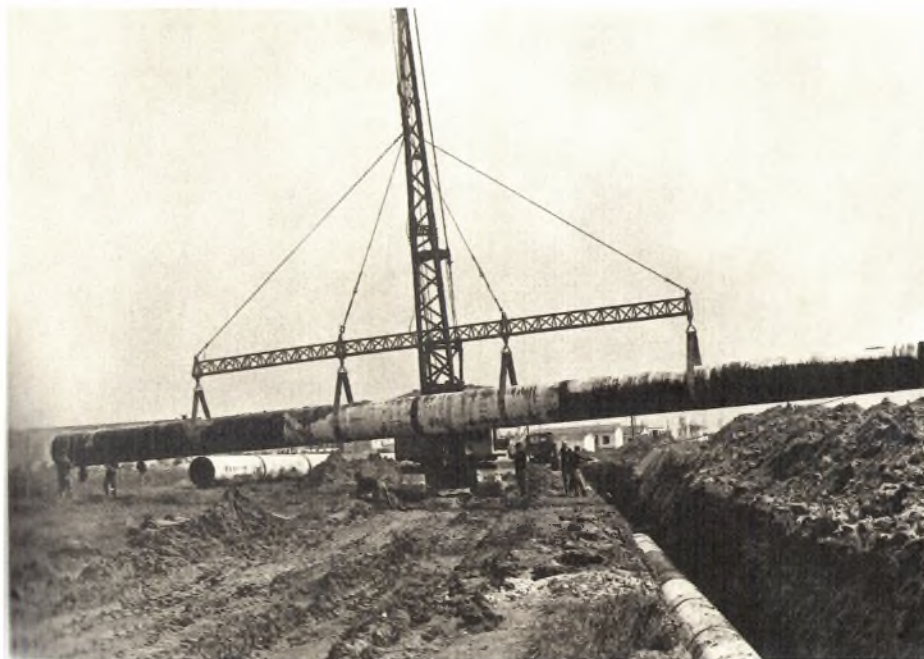
Το νερό του υδραγωγείου Αραβησσού καταλήγει στο κεντρικό Αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου. Ενδιάμεσα το υδραγωγείο Αραβησσού υδροδοτεί και τη Βιομηχανική Περιοχή Σίνδου (ΒΙ.ΠΕ.Θ.), καθώς και τη Δεξαμενή Διαβατών μέσω χαλύβδινου αγωγού και αντλιοστασίου ωθήσεως Booster. Το υδραγωγείο Αξιού, το οποίο άρχισε να λειτουργεί από το έτος 1976, συνδέεται με το υδραγωγείο Αραβησσού μέσω δικλιδών. Ο αγωγός μεταφοράς του υδραγωγείου Αξιού είναι κατασκευασμένος από αμιαντοσιμεντοσωλήνες διαμέτρου 800 χιλ. και έχει μήκος 14,7 χιλιόμετρα.

Το υδραγωγείο Αξιού συγκεντρώνει το νερό που αντλείται από τις υδρογεωτρήσεις Ελεούσας και περιοχής Γέφυρας Θεσσαλονίκης και λειτουργεί σε μήκος 13.840μ. παράλληλα με τον αγωγό της Αραβησσού ενισχύοντας τη διοχετευτικότητα του υδραγωγείου Αραβησσού. Στα υδραγωγεία Αραβησσού - Αξιού καταλήγει και το νερό των υδρογεωτρήσεων περιοχών Ν. Χαλκηδόνας, Αξιού, Γέφυρας και Αγ. Αθανασίου μέσω αγωγών συνδέσεως.

β. Υδραγωγείο Νάρρες

Το εξωτερικό υδραγωγείο Νάρρες τέθηκε σε λειτουργία το έτος 1968 και η υδροληψία του κατασκευάστηκε στην κοίτη του Γαλλικού ποταμού. Το υδραγωγείο έχει μήκος 11 χιλιόμετρα περίπου και αποτελείται από χαλύβδινο αγωγό. Η υδροληψία του υδραγωγείου Νάρρες αποτελείται από τρία ακτινωτά φρεάτια και από ένδεκα γεωτρήσεις, εκ των οποίων η μία έγινε στην περιοχή κοινότητας Μεσαίου. Το υδραγωγείο Νάρρες λειτουργεί με βαρύτητα και τροφοδοτεί την δεξαμενή Διαβατών

από την οποία υδροδοτείται τμήμα της Δυτικής Θεσσαλονίκης και οι εγκαταστάσεις της ΕΚΟ.



Εικόνα 3.3. Εγκατάσταση αγωγού μεταφοράς νερού, Νάρρες – δεξαμενή Διαβατών (1968)

γ. Υδραγωγείο Σίνδου

Το υδραγωγείο Σίνδου συγκεντρώνει τις παροχές νερού των υδρογεωτρήσεων του υδροφορέα Σίνδου και αποτελείται από χαλύβδινο αγωγό που λειτουργεί με βαρύτητα. Το νερό του υδραγωγείου Σίνδου με παράκαμψη που έχει κατασκευασθεί περνάει πρώτα από τη δεξαμενή καθιζήσεως και καταλήγει στο αντλιοστάσιο Καλοχωρίου, από το οποίο μπορεί με ώθηση να ενισχύσει την δεξαμενή Διαβατών ή το αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου.

δ. Υδραγωγείο Καλοχωρίου

Το Υδραγωγείο Καλοχωρίου συγκεντρώνει τις παροχές νερού των υδρογεωτρήσεων του υδροφορέα Καλοχωρίου και αποτελείται σήμερα από κτιστό αγωγό μήκους 1000 μέτρων. Το νερό του υδραγωγείου Καλοχωρίου καταλήγει στο αντλιοστάσιο Καλοχωρίου, από το οποίο μπορεί με ώθηση να ενισχύσει την δεξαμενή Διαβατών ή το αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου.

4.3.3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΝΕΡΟΥ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Με τα εξωτερικά υδραγωγεία που περιγράφονται ανωτέρω το νερό τελικά καταλήγει:

α) στο αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου και στη συνέχεια προς την πόλη της Θεσσαλονίκης μετά από χλωρίωση.

β) στην δεξαμενή Διαβατών, όπου χλωριώνεται και μέσω του αντλιοστασίου Διαβατών υδροδοτεί τις Δυτικές περιοχές της πόλης και

γ) στην δεξαμενή ΒΙ.ΠΕ.Θ. Σίνδου, όπου μετά από χλωρίωση μέσω αντλιοστασίου υδροδοτεί την Βιομηχανική περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι εγκαταστάσεις των αντλιοστασίων Δενδροποτάμου και Διαβατών, τα οποία προωθούν το νερό προς τις δεξαμενές της πόλεως.

α. Αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου

Το νερό από το αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου μέσω του χαλύβδινου αγωγού υψηλής πίεσεως, υδροδοτεί το κέντρο της πόλεως της Θεσσαλονίκης. Ειδικότερα, μέσω του αντλιοστασίου Ευαγγελιστρίας το νερό ωθείται στη Δεξαμενή Αγίου Παύλου για την υδροδότηση του κέντρου πόλεως και στη Δεξαμενή 40 Εκκλησιών για την υδροδότηση περιοχών 40 Εκκλησιών, Τριανδρίας και υψηλών περιοχών Άνω Τούμπας. Το αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου, μέσω του χαλύβδινου αγωγού χαμηλής πίεσεως, υδροδοτεί επίσης ολόκληρη την Ανατολική Θεσσαλονίκη, καθώς και τμήμα των Δυτικών Περιοχών ως εξής:

i) Ανατολικές περιοχές Θεσσαλονίκης

Μέσω του αγωγού χαμηλής πίεσεως τροφοδοτείται το αντλιοστάσιο Κασσάνδρου, από το οποίο μέσω δύο ωθητικών χαλύβδινων αγωγών το νερό προωθείται στη δεξαμενή Τούμπας. Από την δεξαμενή Τούμπας, μέσω αντλιοστασίου και ωθητικού αγωγού, το νερό ωθείται στην δεξαμενή Πυλαιάς από την οποία υδροδοτείται απ' ευθείας η υψηλή ζώνη Καλαμαριάς και με ώθηση η ευρύτερη περιοχή Πανοράματος. Η χαμηλή ζώνη Καλαμαριάς υδροδοτείται από την δεξαμενή Καλαμαριάς η οποία τροφοδοτείται με βαρύτητα από τη δεξαμενή Τούμπας μέσω χαλύβδινου αγωγού.

ii) Δυτικές περιοχές της Θεσσαλονίκης

Το αντλιοστάσιο Δενδροποτάμου, μέσω του αγωγού χαμηλής πίεσεως τροφοδοτεί επίσης και την δεξαμενή Καλλιθέας από την οποία μέσω αντλιοστασίου υδροδοτούνται οι δεξαμενές Καυκάσου, Νεαπόλεως και Συκεών. Από τη δεξαμενή Συκεών, μέσω αντλιοστασίου ωθήσεως, τροφοδοτείται η δεξαμενή Επταπυργίου, από την οποία υδροδοτείται η περιοχή Αγίου Παύλου. Επίσης σήμερα μέσω αντλιοστασίου ωθήσεως από την δεξαμενή Συκεών ενισχύεται και η περιοχή Μετεώρων.

β. Αντλιοστάσιο Διαβατών

Το αντλιοστάσιο Διαβατών μέσω του χαλύβδινου ωθητικού αγωγού Διαβατών Εύοσμου τροφοδοτεί την δεξαμενή χαμηλών περιοχών Εύοσμου. Από την Δεξαμενή Εύοσμου, μέσω μιας αντλίας, τροφοδοτείται η δεξαμενή Πολίχνης μέσω ωθητικού αγωγού. Στη Δεξαμενή Πολίχνης υπάρχει εγκατεστημένο αντλητικό συγκρότημα για την τροφοδότηση της Δεξαμενής Μετεώρων.

4.3.4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ

Με εξαίρεση το ακατέργαστο νερό που συλλέγεται από τις γεωτρήσεις περιοχής Σίνδου, η επεξεργασία του ακατέργαστου νερού περιορίζεται στη χλωρίωση πριν από την εισαγωγή του νερού στο σύστημα διανομής. Μονάδες επεξεργασίας υφίστανται στα αντλιοστάσια Δενδροποτάμου, Διαβατών και Βιομηχανικής Περιοχής Θεσσαλονίκης. Επίσης υφίστανται μονάδες προ-χλωρίωσης στη (sedimentation) δεξαμενή Σίνδου και στις γεωτρήσεις της περιοχής Νάρρες.

4.3.5. ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Ως δίκτυο ύδρευσης νοείται το σύνολο των αγωγών μεταφοράς νερού από τα αντλιοστάσια μέχρι τους υδρομετρητές των καταναλωτών, συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενών αποθήκευσης νερού κατά μήκος του δικτύου.

α. Δεξαμενές

Το δίκτυο ύδρευσης της Θεσσαλονίκης και της Βιομηχανικής Περιοχής εξυπηρετείται από είκοσι δεξαμενές οι οποίες λειτουργούν σήμερα και έχουν συνολική χωρητικότητα 91.900 κ.μ. Στις δεξαμενές αυτές δε περιλαμβάνεται η δεξαμενή καθίζησης Καλοχωρίου χωρητικότητας 8.000κ.μ. και οι δεξαμενές πυροπροστασίας του δάσους-πάρκου Θεσσαλονίκης, συνολικής χωρητικότητας 2.100 κ.μ. Η μεγαλύτερη από τις δεξαμενές που λειτουργούν σήμερα είναι εκείνη της Τούμπας, με χωρητικότητα 10.000 κ.μ. Σύντομα ολοκληρώνεται και ο δεύτερος θάλαμος της δεξαμενής αυτής και έτσι ο συνολικός της όγκος θα ανέλθει σε 20.000 κ.μ. Επίσης, σύντομα ολοκληρώνεται και ο δεύτερος θάλαμος της δεξαμενής υψηλής ζώνης Εύοσμου (Δ2), η οποία όταν τεθεί σε λειτουργία, θα έχει και αυτή χωρητικότητα 20.000 κ.μ. για την υποδοχή του νερού του υδραγωγείου του Αλιάκμονα.

β. Αγωγοί Ωθήσεως

Το προς διάθεση νερό με τη χρήση των αντλιοστασίων και μέσω ωθητικών αγωγών οδηγείται σε διάφορες περιοχές και στάθμες. Οι ωθητικοί αγωγοί είναι, κυρίως, χαλύβδινοι και έχουν μήκος περί τα 71 χιλιόμετρα.

γ. Δίκτυο διανομής

Η κατασκευή του δικτύου διανομής ξεκίνησε την δεκαετία του 1940, ενώ υφίστανται κάποια ιδιωτικά τοπικά δίκτυα όπως αυτό της Εταιρίας Υδάτων Χαριλάου που κατασκευάστηκαν από το 1917. Το μήκος του σημερινού δικτύου είναι περίπου 1555,9 χιλιόμετρα και το μεγαλύτερο τμήμα του είναι κατασκευασμένο από σωλήνες αμιαντοσιμέντου (συνολικό μήκος 827,1 χλμ ή ποσοστό 53,2%). Το τμήμα του δικτύου που είναι κατασκευασμένο από σωλήνες P.V.C. αποτελεί το 21,5% του δικτύου (333,9 χλμ.), το τμήμα του δικτύου που είναι κατασκευασμένο από σωλήνες χυτοσιδήρου αποτελεί το 12,8% (199,4 χλμ.), ενώ το υπόλοιπο δίκτυο αποτελείται από σωλήνες σιδήρου (σίδηρος γαλβανιζέ) (ποσοστό 11% ή 171,5 χλμ.). Οι σωλήνες από χάλυβα (κράμα σιδήρου) είναι ελάχιστοι (μόλις 1,5% του δικτύου ή 24,1 χλμ.) και χρησιμοποιούνται, σχεδόν αποκλειστικά, στο δίκτυο μεταφοράς που έχει αναπτυχθεί και μεταφέρει το νερό από τη θέση των γεωτρήσεων ως το δίκτυο διανομής.

δ. Υδρόμετρα

Στο δίκτυο χρησιμοποιούνται τρεις τύποι υδρομέτρων: (i) συνήθη υδρόμετρα μικρής διατομής (420.000 υδρόμετρα περίπου), (ii) υδρόμετρα μεγάλης διατομής (2.800 υδρόμετρα) και (iii) σύνθετα υδρόμετρα μεγάλης διατομής (20 υδρόμετρα).

4.3.6. ΑΓΩΓΟΙ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Πολύ σημαντική για την συνέχεια της εργασίας είναι η περαιτέρω εξέταση των διαφορετικών ειδών αγωγών και η επισήμανση των χαρακτηριστικών του κάθε είδους ξεχωριστά.

A) Αγωγοί Αμιαντοτσιμέντου

Οι αγωγοί αμιαντοτσιμέντου έχουν χρησιμοποιηθεί ως αγωγοί δικτύου σε πολλά μέρη του κόσμου, αποτελώντας μία οικονομική λύση. Όμως, έχει αποδειχθεί εμπειρικά ότι σε αστικές περιοχές, και ειδικά σε δρόμους με μεγάλη κυκλοφορία, οι αγωγοί αμιαντοτσιμέντου έχουν την τάση να παρουσιάζουν διαρροές στους αγωγούς και στις συνδέσεις. Οι αγωγοί μπορεί να προσβληθούν από νερό, υπόγεια νερά ή εδάφη με όξινα, μαλακά ή θειούχα χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να είναι ευαίσθητοι σε softening και εσωτερική διάβρωση σε υψηλές ταχύτητες νερού. Στις περιπτώσεις που τα κολάρα υδροληψίας στους αγωγούς αμιαντοτσιμέντου δεν κατασκευαστούν σωστά, διαρροές στα σημεία σύνδεσης μπορεί να προκαλέσουν εξωτερική διάβρωση των αγωγών. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι αγωγοί αμιαντοτσιμέντου στο δίκτυο διανομής ανέρχονται σε 877 km (56,37%) με διάμετρο από 80 mm έως 350 mm. Διάφορες κατηγορίες αγωγών έχουν χρησιμοποιηθεί και η πίεση λειτουργίας κυμαίνεται από 7,5 έως 12 bar. Σύνδεσμοι τύπου PEKA χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των αγωγών. Τα διαφορετικά πάχη των αγωγών και συνδέσεων που χρησιμοποιούνται έχουν προκαλέσει προβλήματα συνδέσεων κατά τη διάρκεια επισκευών ή καινούργιων συνδέσεων. Οι αγωγοί από αμιαντοτσιμέντο δεν υπόκεινται σε μεταλλική διάβρωση, αλλά σε ειδικές περιπτώσεις εδάφους και υπόγειων νερών μπορεί να προσβληθούν από χημική διάβρωση. Σύμφωνα με τεχνικούς της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. ορισμένοι αγωγοί από αμιαντοτσιμέντο παρουσιάζουν προβλήματα στένωσης από πούρι και εσωτερικής διάβρωσης που προκαλείται από μεγάλες ταχύτητες του νερού. Γενικά πάντως αναφέρεται ότι είναι ικανοποιητικής κατάστασης.

B) Αγωγοί Χαλύβδινοι

Οι χαλύβδινοι αγωγοί χρησιμοποιούνται ευρέως στα δίκτυα διανομής και ειδικά στις μεγάλες διαμέτρους (>300 mm έως 3000 mm). Η κατάλληλη προστασία για εξωτερική και εσωτερική διάβρωση των χαλύβδινων αγωγών είναι απαραίτητη. Ασφαλικές και τσιμεντένιες επενδύσεις έχουν αντικατασταθεί από επενδύσεις πολυαιθυλενίου και εποξικές. Καθοδική προστασία προτείνεται επίσης επιπλέον της εξωτερικής επένδυσης. Έχει αναφερθεί ότι η εσωτερική και εξωτερική διάβρωση των χαλύβδινων αγωγών είναι συνηθισμένο φαινόμενο, υπό τη μορφή μικρών οπών και επιφανειακών “μπαλωμάτων” (surface patch). Έχει επίσης αναφερθεί ότι καλώδια υψηλής και χαμηλής τάσης τοποθετούνται συχνά κοντά στους χαλύβδινους αγωγούς. Αυτή η πρακτική μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένους ρυθμούς διάβρωσης λόγω των ρευμάτων διασποράς που προέρχονται από ηλεκτρικά καλώδια. Έχει αναφερθεί ότι πάνω από το 80% των αγωγών στη πόλη μπορεί να έχουν ηλεκτρικά καλώδια τοποθετημένα πάνω ή κοντά στους αγωγούς. Σύμφωνα με πληροφορίες, καθοδική προστασία έχει χρησιμοποιηθεί σε ορισμένους από τους μεγάλους χαλύβδινους αγωγούς ενώ οι μικρότεροι χαλύβδινοι αγωγοί δεν διαθέτουν καθοδική προστασία. Εάν αυτό ισχύει και υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες εδάφους, τότε η διάβρωση υπό τη μορφή μικρών οπών ή γενικότερη διάβρωση των χαλύβδινων αγωγών μπορεί να αποτελεί πρόβλημα.

Γ) Αγωγοί από P.V.C.

Οι αγωγοί από PVC άρχισαν να χρησιμοποιούνται σε δίκτυα διανομής κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960. Οι αγωγοί από P.V.C. είναι πολύ ανθεκτικοί σε χημικές προσβολές και δεν υπόκεινται σε μεταλλική διάβρωση. Δυστυχώς η μηχανική συμπεριφορά των αγωγών από PVC που χρησιμοποιούνται σαν αγωγοί υπό πίεση δεν είχε κατανοηθεί πλήρως όταν άρχισαν να χρησιμοποιούνται με αποτέλεσμα να σημειωθεί ένας αριθμός βλαβών και να μειωθεί η εμπιστοσύνη στη χρήση αυτού του υλικού. Πρόσφατα όμως σημειώθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στη ποιότητα των αγωγών, στις μεθόδους σύνδεσης και οδηγίες τοποθέτησης με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιούνται σε αγωγούς υπό πίεση με ορισμένους περιορισμούς. Ωστόσο το πολυαιθυλένιο υψηλής και μεσαίας πυκνότητας έχει αρχίσει να αντικαθιστά τη χρήση αγωγών από PVC. Το δίκτυο της Θεσσαλονίκης περιλαμβάνει 234 km (15,03%) αγωγών από μη πλαστικοποιημένο χλωριούχο πολυβινύλιο (P.V.C.) με διαμέτρους από 50 έως 150 mm. Η πίεση λειτουργίας των αγωγών είναι 10 bar. Γενικά έχει αναφερθεί ότι η συμπεριφορά των πλαστικών αγωγών είναι ικανοποιητική. Εν τούτοις ορισμένες θραύσεις αγωγών υπό τη μορφή ρωγμών κατά μήκος των αγωγών έχουν παρατηρηθεί. Αυτές οι βλάβες οφείλονται συνήθως στο γεγονός ότι οι αγωγοί είχαν αποθηκευτεί σε εξωτερικό χώρο πριν την τοποθέτησή τους με αποτέλεσμα το υλικό να γίνεται εύθραυστο όταν εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία ή ως αποτέλεσμα μεγάλου κυκλοφοριακού φορτίου.

Δ) Αγωγοί από Χυτοσίδηρο

Οι αγωγοί από χυτοσίδηρο έχουν χρησιμοποιηθεί πολύ από τις εταιρείες νερού, άλλα οι περισσότεροι χυτοσίδηροι αγωγοί βρίσκονται τώρα στο τέλος της διάρκειας της ζωής τους. Γενικά οι αγωγοί από χυτοσίδηρο έχουν μεγάλο πάχος τοιχωμάτων και σπάνια υπόκεινται σε μεταλλική διάβρωση. Όμως, ένα τμήμα παλιού αγωγού που εξετάστηκε πρόσφατα στα γραφεία της E.Y.A.Θ. A.E., είχε διαβρωθεί τελείως. Ασυνήθιστα, η διάβρωση βρισκόταν διαγώνια στον αγωγό και υπήρχαν ενδείξεις ότι ένα ηλεκτρικό καλώδιο έτεμνε τον αγωγό. Μία πιθανή αιτία της διάβρωσης θα μπορούσε να είναι μία παρεμβολή του ρεύματος διασποράς από το καλώδιο. Πιστεύεται ότι ο αγωγός δεν διέθετε καμιά ειδική προστασία διάβρωσης. Οι αγωγοί από χυτοσίδηρο έχουν αντικατασταθεί με αγωγούς από ελατό χυτοσίδηρο κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 στις βόρειες χώρες της Ευρώπης, και από χαλύβδινους και πλαστικούς αγωγούς. Το δίκτυο της Θεσσαλονίκης περιλαμβάνει 249 km (16,03%) αγωγών από χυτοσίδηρο. Έχει αναφερθεί ότι γύρω στο 70% των συνδέσεων των αγωγών είναι τύπου μολύβδου (lead run spigot and socket) και οι υπόλοιπες είναι ενώσεις με λαστιχένιους δακτυλίους (push-fit with rubber joint rings). Εάν υπάρχουν κυκλικές εναλλαγές πίεσης που οφείλονται στην εκκίνηση και παύση λειτουργίας αντλητικών συγκροτημάτων, τότε οι συνδέσεις μολύβδου τείνουν προοδευτικά σε αστοχία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές διαρροές σε συνδέσεις μολύβδου. Έχει επιπλέον αναφερθεί ότι εσωτερικά ιζήματα στους αγωγούς από χυτοσίδηρο στο δίκτυο της Θεσσαλονίκης είναι συνηθισμένα. Ένα τμήμα αγωγού που επιθεωρήθηκε πρόσφατα το επιβεβαίωσε. Είναι πιθανόν ότι οι αγωγοί που έχουν χρησιμοποιηθεί δεν διαθέτουν εσωτερική επένδυση. Όμως, σύμφωνα με πληροφορίες από τους τεχνικούς της E.Y.A.Θ. A.E. τμήματα αγωγών που έχουν αντικατασταθεί, δεν έχουν υποβληθεί σε αμμοβολή για την διαπίστωση του μεγέθους της εσωτερικής διάβρωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

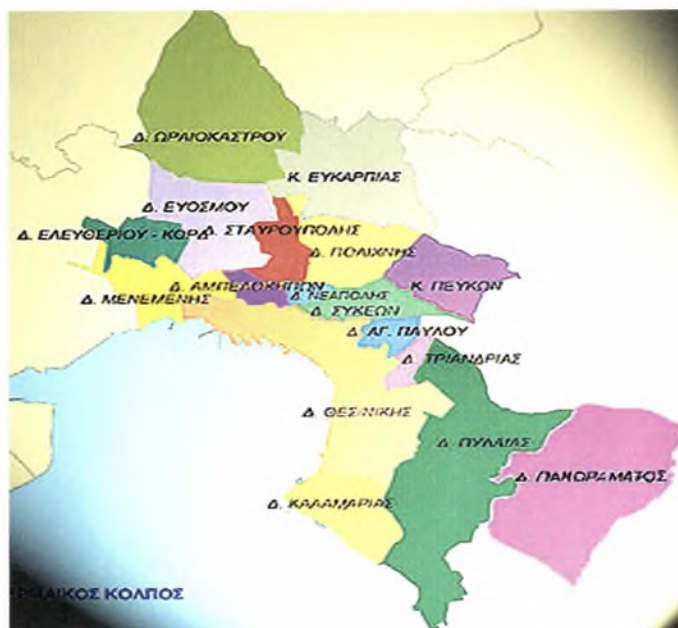
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.

5.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το εσωτερικό υδραγωγείο της Θεσσαλονίκης καλύπτει τις ανάγκες του ενεργού πληθυσμού της (περίπου 1.000.000 άτομα τα οποία ζουν και εργάζονται σε αυτήν) οι οποίες κατά το 2000 ανήλθαν σε 94.000.000 m³, δηλαδή κατά μέσο όρο 258.000 m³/ημέρα. Εντούτοις, η παραγωγή νερού κατά τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο βρίσκεται σε οριακό σημείο σε σχέση με την ζήτηση με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα λειψυδρίας σε περίπτωση εκτάκτων γεγονότων (παρατεταμένος καύσωνας σε συνάρτηση με αυξημένο πληθυσμιακό φόρτο, διακοπή ρεύματος Δ.Ε.Η.). Η μακροχρόνια λύση του προβλήματος ύδρευσης της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης εστιάζεται στην έλευση του νερού του Αλιάκμονα, υδραγωγείο το οποίο κατασκευάζεται για να ενισχύσει την υδροδότηση του ευρύτερου πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης. Το νερό του Αλιάκμονα μέσω κατάλληλων τεχνικών έργων και αφού υποστεί διύλιση θα καταλήγει στη δεξαμενή Διαβατών, Τούμπας και Καλαμαριάς με κύριο προορισμό την ενίσχυση της υδροδότησης των ανατολικών περιοχών. Το έργο κατασκευάζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., με χρηματοδότηση 85% από την Ε.Ε. Τα πρώτα 150000 κ.μ. νερού θα φθάσουν στο διυλιστήριο περί τα μέσα του 2003, ενώ μακροπρόθεσμα θα υπάρχει δυνατότητα, η ποσότητα του νερού να φθάσει τα 600000 κ.μ. Με την ολοκλήρωση του έργου θα υπάρχουν ικανές ποσότητες νερού για να καλύψουν την ζήτηση έως το 2025.

Το εξωτερικό υδραγωγείο και το δίκτυο διανομής αποτελείται από:

- Πάνω από 90 γεωτρήσεις και πηγές νερού.
- Περίπου 250 χλμ. αγωγών μεταφοράς νερού.
- Πάνω από 30 δεξαμενές νερού.
- Πάνω από 27 αντλιοστάσια και booster.
- Περίπου 1.556 χλμ. αγωγών διανομής νερού.



Εικόνα 5.1. Χάρτης πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης

5.1.1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΓΩΓΩΝ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα υλικά κατασκευής των αγωγών του δικτύου είναι αμιάντος, χυτοσίδηρος, Ρ.Υ.Σ., σίδηρος και χάλυβας. Η κατανομή των αγωγών ήταν εύκολα προσδιορίσιμη, καθώς η εταιρεία έχει ψηφιοποιήσει τον χάρτη του δικτύου της σε μορφή G.I.S. Η κατανομή των 1.556 χλμ. των αγωγών τόσο του συνόλου του δικτύου, όσο και των επιμέρους τομέων του ως προς το υλικό φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

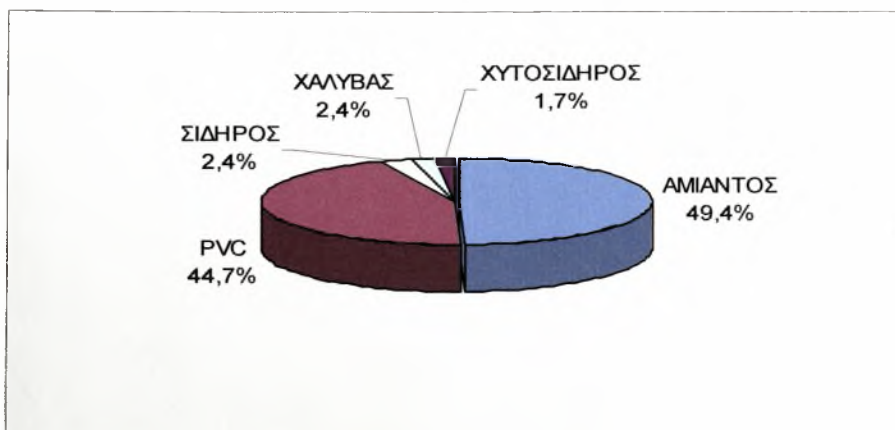
Πίνακας 5.1. Κατανομή μηκών αγωγών κατά Τομέα και υλικό αγωγού

	ΑΜΙΑΝΤΟΣ (km)	Ρ.Υ.Σ. (km)	ΣΙΔΗΡΟΣ (km)	ΧΑΛΥΒΑΣ (km)	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ (km)	ΣΥΝΟΛΟ (km)
ΕΥΟΣΜΟΣ	126	114	6	5	4	254
ΚΕΝΤΡΟ ΠΟΛΕΩΣ	63	10	24	1	97	194
ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΗ	115	13	52	3	33	216
ΣΥΚΙΕΣ	75	35	36	1	28	176
ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ	113	14	8	2	18	155
ΠΑΝΟΡΑΜΑ	84	14	2	0	4	104
ΤΟΥΜΠΑ	108	8	34	8	12	171
ΧΑΡΙΛΑΟΥ	192	25	10	5	53	285
ΣΥΝΟΛΟ	877	234	172	24	249	1556

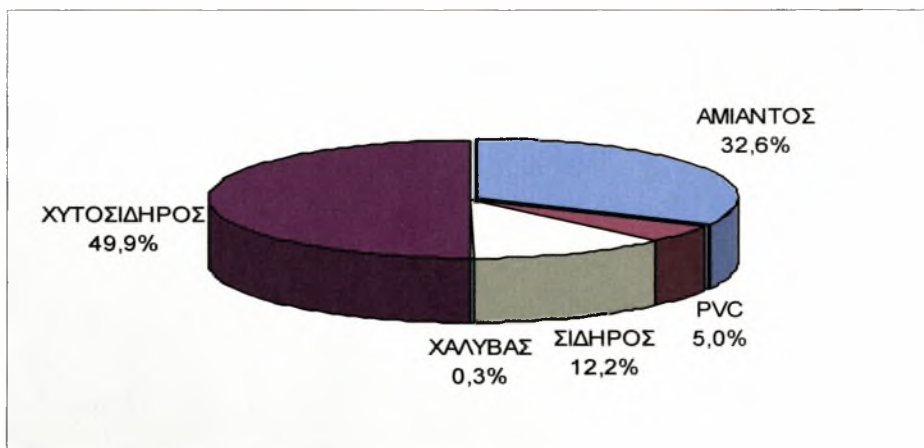
Πίνακας 5.2. Ποσοστιαία κατανομή μήκους αγωγών κατά Τομέα δικτύου και υλικό αγωγού

	ΑΜΙΑΝΤΟΣ (km)	Ρ.Υ.Σ. (km)	ΣΙΔΗΡΟΣ (km)	ΧΑΛΥΒΑΣ (km)	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ (km)	ΣΥΝΟΛΟ (km)
ΕΥΟΣΜΟΣ	49,36%	44,65%	2,37%	1,95%	1,67%	100,00%
ΚΕΝΤΡΟ ΠΟΛΕΩΣ	32,58%	4,99%	12,22%	0,26%	49,94%	100,00%
ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΗ	53,39%	6,10%	23,87%	1,49%	15,16%	100,00%
ΣΥΚΙΕΣ	42,77%	19,93%	20,56%	0,63%	16,11%	100,00%
ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ	73,06%	9,15%	5,26%	1,00%	11,53%	100,00%
ΠΑΝΟΡΑΜΑ	80,67%	13,71%	2,04%	0,00%	3,58%	100,00%
ΤΟΥΜΠΑ	63,43%	4,90%	19,89%	4,67%	7,10%	100,00%
ΧΑΡΙΛΑΟΥ	67,31%	8,92%	3,41%	1,68%	18,68%	100,00%
ΣΥΝΟΛΟ	56,37%	15,03%	11,02%	1,55%	16,03%	100,00%

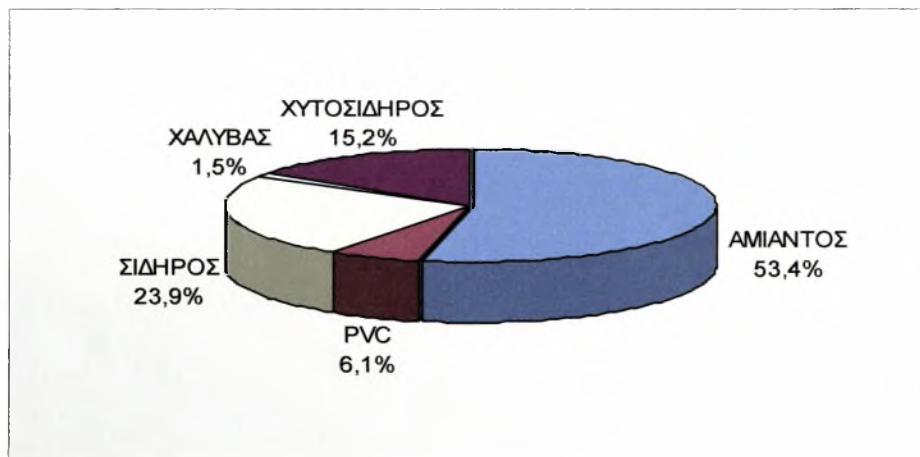
Γράφημα 5.1. Κατανομή υλικών κατασκευής αγωγών στον Τομέα Εύοσμου (Συnergείο 1 Δυτικής Θεσσαλονίκης)



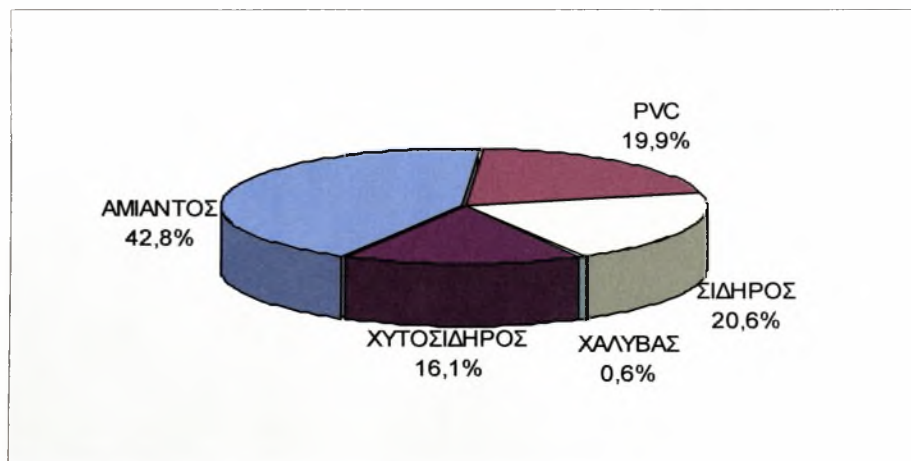
Γράφημα 5.2. Κατανομή υλικών αγωγών στον Τομέα Κέντρο Πόλεως (Συnergείο 2 Δυτικής Θεσσαλονίκης)



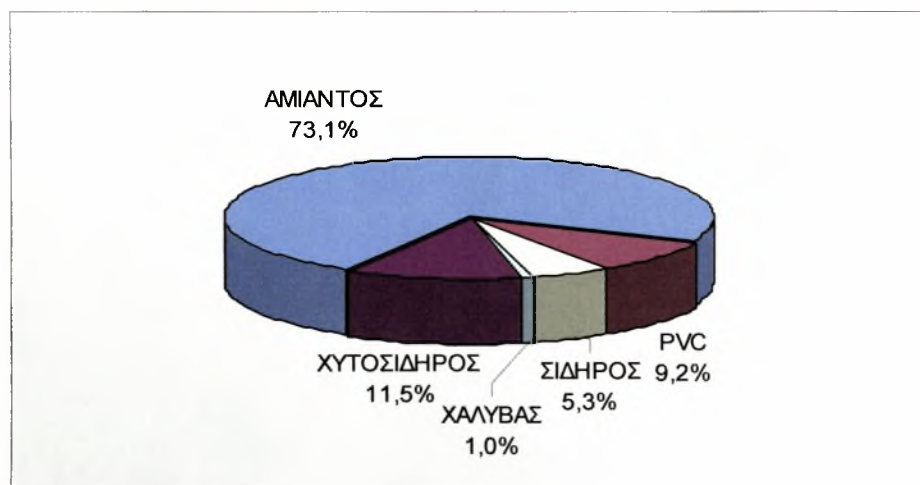
Γράφημα 5.3. Κατανομή υλικών αγωγών στον Τομέα Σταυρούπολης (Συnergείο 3 Δυτικής Θεσσαλονίκης)



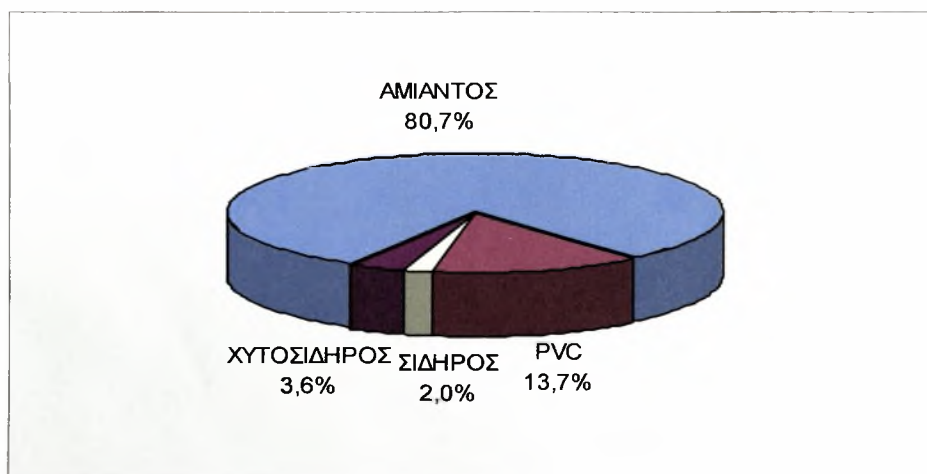
Γράφημα 5.4. Κατανομή υλικών αγωγών στον Τομέα Συκεών
(Συνεργείο 4 Δυτικής Θεσσαλονίκης)



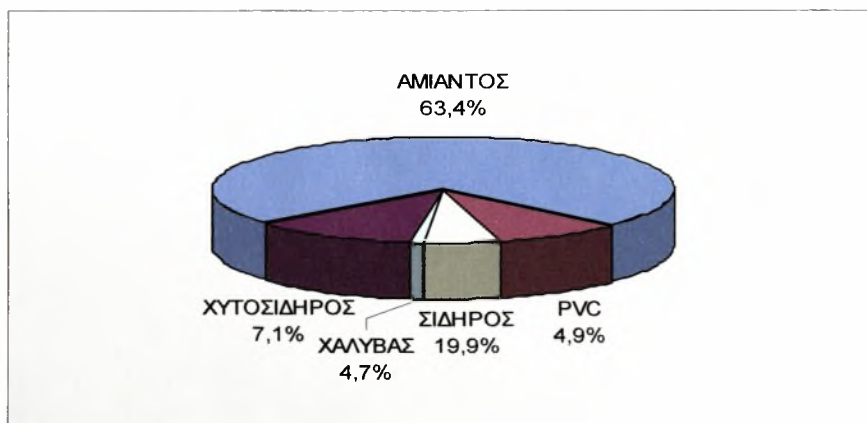
Γράφημα 5.5. Κατανομή υλικών αγωγών στον Τομέα Καλαμαριάς
(Συνεργείο 1 Ανατολικής Θεσσαλονίκης)



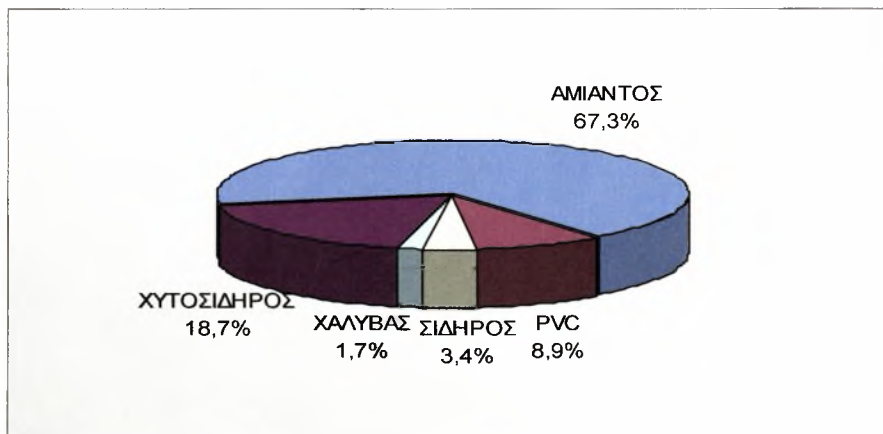
Γράφημα 5.6. Κατανομή υλικών αγωγών στον Τομέα Πανοράματος
(Συνεργείο 2 Ανατολικής Θεσσαλονίκης)



Γράφημα 5.7. Κατανομή υλικών αγωγών στον Τομέα Τούμπας (Συνεργείο 3 Ανατολικής Θεσσαλονίκης)



Γράφημα 5.8. Κατανομή υλικών αγωγών στον Τομέα Χαριλάου (Συνεργείο 4 Ανατολικής Θεσσαλονίκης)



Γράφημα 5.8. Κατανομή υλικών αγωγών στο σύνολο της Θεσσαλονίκης

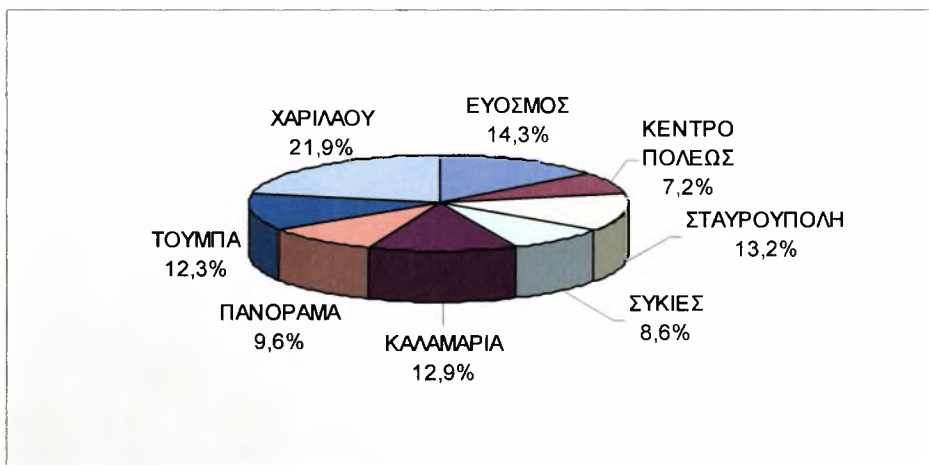


Επίσης, θα ήταν χρήσιμο για να εξαχθούν καλύτερα συμπεράσματα να εξετάσουμε και την κατανομή κάθε υλικού κατασκευής αγωγού ανά τους τομείς. Αυτή η κατανομή φαίνεται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα:

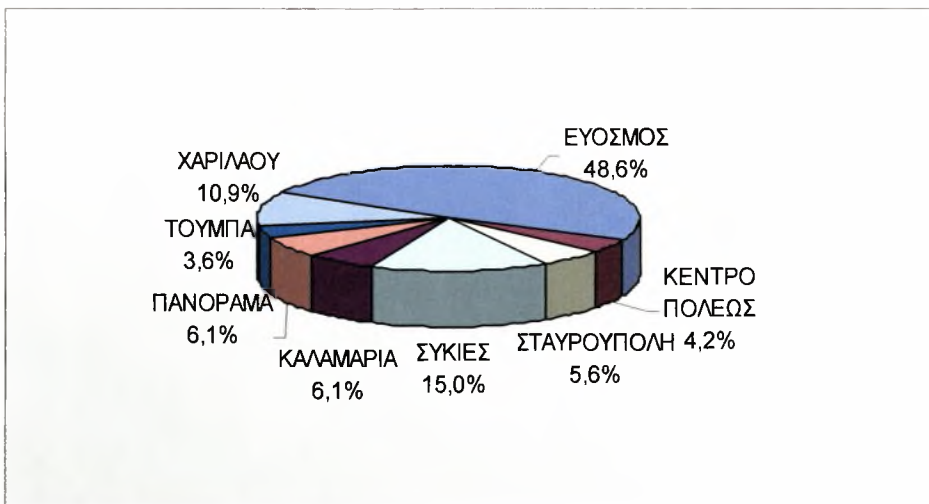
Πίνακας 5.3. Ποσοστιαία κατανομή συνόλου υλικού αγωγών κατά τομέα

	ΑΜΙΑΝΤΟΣ	P.V.C.	ΣΙΔΗΡΟΣ	ΧΑΛΥΒΑΣ	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΕΥΟΣΜΟΣ	14,32%	48,58%	3,51%	20,58%	1,70%	16,35%
ΚΕΝΤΡΟ ΠΟΛΕΩΣ	7,22%	4,15%	13,84%	2,11%	38,91%	12,49%
ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΗ	13,16%	5,64%	30,08%	13,33%	13,14%	13,90%
ΣΥΚΙΕΣ	8,59%	15,02%	21,12%	4,59%	11,38%	11,33%
ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ	12,94%	6,08%	4,77%	6,43%	7,18%	9,98%
ΠΑΝΟΡΑΜΑ	9,58%	6,10%	1,24%	0,00%	1,49%	6,69%
ΤΟΥΜΠΑ	12,34%	3,58%	19,77%	33,08%	4,86%	10,96%
ΧΑΡΙΛΑΟΥ	21,85%	10,85%	5,66%	19,89%	21,33%	18,30%
ΣΥΝΟΛΟ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

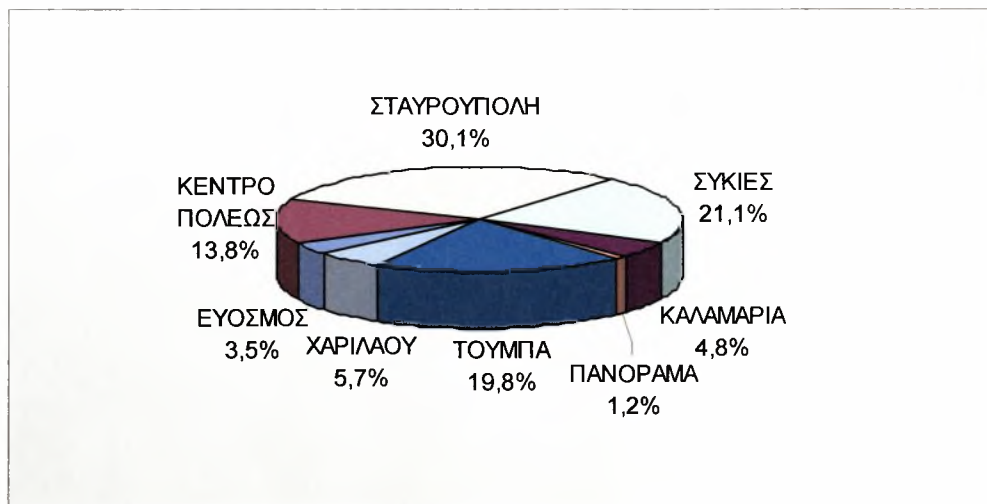
Γράφημα 5.9. Κατανομή του συνόλου των αγωγών Αμιάντου



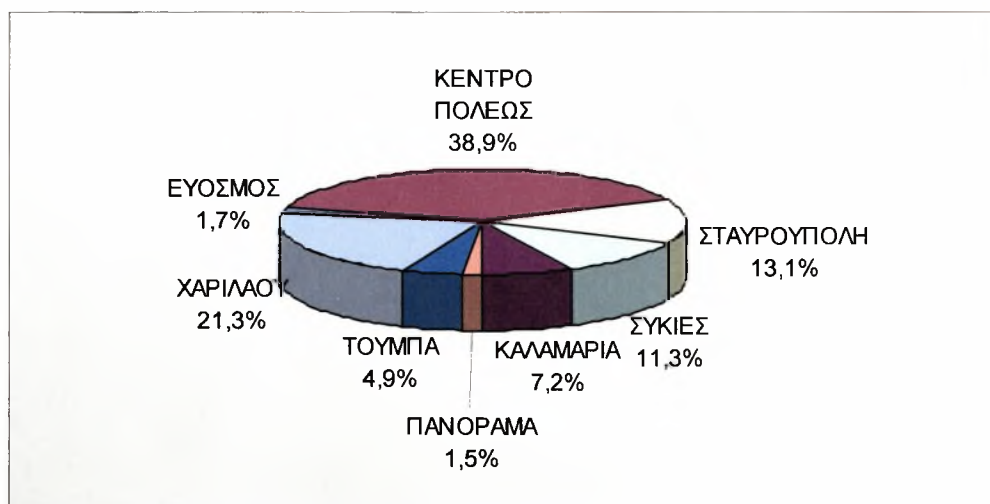
Γράφημα 5.10. Κατανομή του συνόλου των αγωγών P.V.C.



Γράφημα 5.11. Κατανομή του συνόλου των αγωγών **Σιδηρού**



Γράφημα 5.12. Κατανομή του συνόλου των αγωγών **Χυτοσιδήρου**



5.2. ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη των στοιχείων που παρουσιάζονται στους παραπάνω πίνακες και γραφήματα διαπιστώνεται ότι ο τομέας Κέντρου Πόλεως έχει το παλαιότερο δίκτυο. Αυτό καθίσταται φανερό καθώς έχει το μεγαλύτερο ποσοστό χυτοσιδηρών αγωγών (49,94%), του παλαιότερου χρονολογικά υλικού κατασκευής, ενώ έχει και το μικρότερο ποσοστό αγωγών από P.V.C. σε σχέση πάντα με το σύνολο του τομέα (4.99%), του νεότερου χρονολογικά υλικού και του υλικού που τοποθετείται και σήμερα. Άρα το κέντρο πόλης όχι μόνο έχει το παλαιότερο δίκτυο, αλλά όπως φαίνεται από τα παραπάνω δεδομένα δεν ανανεώνεται κιόλας. Αυτό συμβαίνει γιατί ένα επικείμενο πρόγραμμα ανανέωσης του δικτύου του κέντρου πόλεως θα είχε σαν αποτέλεσμα την τρομερή επιβάρυνση του κυκλοφοριακού προβλήματος, αλλά και της γενικότερης λειτουργίας της πόλης. Για αυτό

τον λόγο ασκούνται έντονες πιέσεις στην εταιρεία για την μη ανανέωση του δικτύου, εις βάρος φυσικά της ποιότητας εξυπηρέτησης και της υγείας των καταναλωτών.

Ακόμα, σε αρκετά άσχημη κατάσταση είναι και το δίκτυο της Σταυρούπολης με υψηλό ποσοστό σιδηρών αγωγών (23,87%) που, όπως θα δούμε και παρακάτω, είναι αρκετά παλιό υλικό και αρκετά υψηλό ποσοστό χυτοσιδηρών (15,16%).

Αντίθετα ο τομέας που έχει το νεότερο δίκτυο είναι ο τομέας Ευόσμου . Ο Ευόσμος έχει το μεγαλύτερο ποσοστό αγωγών P.V.C. (44,65%) στο σύνολο του δικτύου του και το μικρότερο ποσοστό χυτοσιδηρών (1,67%) σε σχέση με τους άλλους τομείς. Δεδομένου ότι ο Ευόσμος δεν είναι καινούργια περιοχή, το γεγονός ότι το 44,65% του δικτύου των αγωγών είναι από P.V.C. φανερώνει ότι υπήρξε μαζική αντικατάσταση των χυτοσιδηρών σωλήνων. Βέβαια, αντίθετα με όσα φαίνονται από τους πίνακες, το δίκτυο αγωγών του Ευόσμου έχει το μειονέκτημα ότι τα κομμάτια του δικτύου που δεν είναι από P.V.C. (Χυτοσίδηρος-Σίδηρος-Χάλυβας-Αμιάντος με συνολικό ποσοστό 55,35%) είναι σε πολύ κακή κατάσταση λόγω παλαιότητας και προφανώς επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα του καινούργιου συγκοινωνούντα σε αυτό δίκτυο.

Ένα άλλο θέμα που πρέπει να δοθεί αρκετή σημασία είναι η κατανομή του συνόλου των αγωγών του κάθε υλικού ανά τους τομείς. Οι αμιαντοτσιμεντοσωλήνες, όπως φαίνεται και από το παραπάνω γράφημα είναι αρκετά μοιρασμένοι με τον τομέα Χαριλάου να ξεχωρίζει για λίγο. Αυτό συμβαίνει γιατί τα τελευταία χρόνια, πριν την εδραίωση των αγωγών από P.V.C., χρησιμοποιούνταν ευρύτατα. Για τον ίδιο λόγο παρατηρούμε πολύ μικρό ποσοστό αμιαντοτσιμεντοσωλήνων στον τομέα του Κέντρου Πόλεως (7,22%). Το δίκτυο του τομέα είχε κατασκευαστεί κατά ένα μεγάλο ποσοστό πριν την εδραίωση της χρήσης του αμιάντου.

Συντριπτικό ποσοστό του δικτύου από P.V.C. (44,65%), όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εμφανίζεται στον τομέα του Ευόσμου, για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Αντίθετα, ελάχιστη χρήση του νεότερου και πιο σύγχρονου υλικού κατασκευής έχει γίνει στους τομείς της Τούμπας και του Κέντρου Πόλεως. Προφανώς, η κατασκευή και η ανανέωση του δικτύου της πρώτης έγινε αρκετά πρόσφατα (αμιαντοτσιμεντοσωλήνες σε ποσοστό 63,43% και με μικρά ποσοστά χυτοσιδηρών αγωγών) και άρα άλλες περιοχές έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα στην αντικατάσταση του δικτύου τους και στην τοποθέτηση αγωγών P.V.C. έναντι της Τούμπας. Οι αντίστοιχες αιτίες για το Κέντρο Πόλεως αναφέρθηκαν παραπάνω.

Οι σιδηροί σωλήνες που, σύμφωνα με τους υπεύθυνους της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. παρουσιάζουν μεγάλο νούμερο βλαβών, σε σχέση πάντα με το μήκος αυτών, χρησιμοποιούνται σε μεγάλο ποσοστό στους τομείς της Σταυρούπολης (30,1%) και Συκεών (21,1%). Αντίθετα, ελάχιστο ποσοστό εμφανίζεται στον τομέα Πανοράματος (1,2%), καθώς το Πανόραμα αποτελεί μια από τις πιο καινούργιες περιοχές της Θεσσαλονίκης και δεν υπήρχε κατά την περίοδο χρησιμοποίησης του σιδήρου ως υλικού κατασκευής.

Τέλος, οι χυτοσιδηροί σωλήνες εμφανίζονται σε ποσοστό 38,9% στο Κέντρο Πόλεως και με αρκετά ποσοστό στην Σταυρούπολη (13,1%). Όπως θα δούμε και με ακρίβεια αμέσως παρακάτω οι χυτοσιδηροί σωλήνες είναι οι παλιότεροι, από άποψη χρονολογίας κατασκευής. Άρα, σίγουρα οι αγωγοί δεν θα είναι και στην καλύτερη κατάσταση και θα χρίζουν αντικατάστασης. Το μικρότερο μήκος χυτοσιδηρών σωλήνων έχει ο Ευόσμος. (1,7% του συνόλου των χυτοσιδηρών σωλήνων σε όλο το δίκτυο)

5.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι η συλλογή όλων των διαθέσιμων στοιχείων από τα αρχεία της

Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. που αφορούν τις αφανείς και τις εμφανείς διαρροές που έχουν καταγραφεί. Η υπηρεσία αρχείων της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. που έχει επωμισθεί την συλλογή των στοιχείων αυτών διατηρεί τέτοιου είδους αρχεία από το 1999. Δυστυχώς, η οργάνωση των στοιχείων αυτών ήταν μη ικανοποιητική, καθώς τα στοιχεία για τις εμφανείς και αφανείς διαρροές του δικτύου δεν είχαν ζητηθεί ποτέ από την αρμόδια υπηρεσία.

5.3.1. ΕΥΡΕΣΗ ΜΕΣΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΓΩΓΩΝ

Απαραίτητα στοιχεία για το μοντέλο είναι η εύρεση των μέσων ηλικιών των αγωγών ανά υλικό κατασκευής. Για να βρεθούν αυτές ανατρέξαμε στα αρχεία τοποθέτησης αγωγών της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. και χρησιμοποιήθηκε ο βαρυκεντρικός μέσος όρος, με στόχο την μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 5.4. Εύρεση μέσης ηλικίας αγωγών από **Αμίαντο**

ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ (ΜΕΤΡΑ)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ
1951-1970	117.892	1961	13,12%
1971-1985	497.583	1978	55,38%
1986-2000	283.015	1993	31,50%
ΣΥΝΟΛΟ	898.490		

to= 1980

Πίνακας 5.5. Εύρεση μέσης ηλικίας αγωγών από **P.V.C.**

ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ (ΜΕΤΡΑ)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ
1951-1970	500	1961	0,23%
1971-1985	35.769	1978	16,43%
1986-2000	181.481	1993	83,34%
ΣΥΝΟΛΟ	217.750		

to= 1990

Πίνακας 5.6. Εύρεση μέσης ηλικίας αγωγών από **Χυτοσίδηρο**

ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ (ΜΕΤΡΑ)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ
1901-1930	8.540	1916	2,66%
1931-1950	14.300	1938	4,45%
1951-1970	83.077	1961	25,88%
1971-1985	150.793	1978	46,97%
1986-2000	64.340	1993	20,04%
ΣΥΝΟΛΟ	321.050		

to= 1973

Πίνακας 5.7. Εύρεση μέσης ηλικίας αγωγών από **Χάλυβα**

ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ (ΜΕΤΡΑ)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ
1931-1950	1.600	1938	6,74%
1951-1970	4.084	1961	17,21%
1971-1985	13.852	1978	58,37%
1986-2000	4.194	1993	17,67%
ΣΥΝΟΛΟ	23.730		

to= 1975

Πίνακας 5.8. Εύρεση μέσης ηλικίας αγωγών από Σίδηρο

ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ (ΜΕΤΡΑ)	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ
1931-1950	700	1938	0,46%
1951-1970	52.495	1961	34,36%
1971-1985	71.865	1978	47,03%
1986-2000	27.739	1993	18,15%
ΣΥΝΟΛΟ	152.799		

to= 1975

Όπως φαίνονται και στους παραπάνω πίνακες το πιο παλιό υλικό αγωγών είναι ο χυτοσίδηρος που άρχισε να τοποθετείται την δεκαετία 1901-1910 και έχει μέση ηλικία 31 χρόνια ($t_0=1973$), ακολουθούν ο αμίαντος και ο σίδηρος με μέσο χρόνο τοποθέτησης το 1975, ενώ πιο καινούργια υλικά είναι ο αμίαντος και το P.V.C., με μέσο χρόνο τοποθέτησης 1980 και 1990 αντίστοιχα. Πρέπει εδώ να παρατηρήσουμε ότι σήμερα το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των καινούργιων δικτύων είναι σχεδόν αποκλειστικά το P.V.C..

5.3.2. ΕΜΦΑΝΕΙΣ ΚΑΙ ΑΦΑΝΕΙΣ ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ Ε.Υ.Α.Θ.

Τα στοιχεία που μας δόθηκαν από την Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. μετά από επεξεργασία πήραν ενδεικτικά την μορφή του παρακάτω πίνακα.(οι υπόλοιποι πίνακες εμφανών και αφανών διαρροών για τα έτη 1999 έως 2001 παρατίθενται στο Παράρτημα Α) Η αξιοπιστία των στοιχείων είναι απαραίτητο να ελεγχθεί γιατί, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, πρώτη φορά αναζητούνται και επεξεργάζονται τέτοιου είδους στοιχεία από την πλευρά της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε., γεγονός που αποδεικνύει την πρωτοτυπία της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας. Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα οι τομείς της Σταυρούπολης (2,551 το 2002 και 2,346 το 2003), της Καλαμαριάς (1,911) και μετά των Συκεών (1,841 το 2002 και 1,732 το 2003) παρουσιάζουν τις περισσότερες εμφανείς βλάβες ανά χλμ. αγωγού, ενώ οι τομείς του Κέντρου Πόλεως (0,852 το 2002 και 0,826 το 2003) και του Χαριλάου (0,657 το 2002 και 0,851 το 2003) παρουσιάζουν τις λιγότερες.

Στη Σταυρούπολη και στις Συκιές, οι πολλές επισκευές δικαιολογούνται από το υψηλό ποσοστό των αγωγών των δικτύων τους από σίδηρο που, όπως αναφέραμε παραπάνω και θα δούμε εκτενέστερα αργότερα, παρουσιάζει μεγάλο αριθμό βλαβών. Η Καλαμαριά, σύμφωνα με τους υπευθύνους της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε., έχει υψηλό δείκτη εμφανών βλαβών ανά χλμ. αγωγού, εξαιτίας του φαινομένου που παρατηρείται οι ιδιώτες να αναλαμβάνουν και να κατασκευάζουν, με δικά τους έξοδα και συνεργεία, την επέκταση των δικτύων. Προφανώς η ποιότητα των κατασκευών αυτών, που έχουν ως στόχο την μείωση του κόστους, δεν μπορεί να είναι εφάμιλλη της ποιότητας κατασκευής ενός πεπειραμένου εργολάβου της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. Έτσι, οι βλάβες που παρατηρούνται σ'αυτές τις καινούργιες περιοχές εμφανίζονται κατά πολύ αυξημένες από αυτές που θα ήταν λογικές για ένα ολοκαίνουργιο δίκτυο. Αυτό το φαινόμενο εκτός από την Καλαμαριά εμφανίζεται και στις καινούργιες περιοχές του Πανοράματος, αλλά και του Ευόσμου.

Αντίθετα, οι λόγοι που στο Χαριλάου αλλά κυρίως στο Κέντρο Πόλεως ο δείκτης είναι τόσο χαμηλός είναι κατά βάση εξαιτίας του γεγονότος ότι σ'αυτές τις περιοχές τα δίκτυα και οι παραπλήσιες κατασκευές είναι σταθερές, άρα μηδενίζονται οι βλάβες από τρίτους (π.χ. κατά την εκσκαφή με σκοπό κατασκευή άλλων δικτύων όπως φυσικού αερίου). Μια

άλλη σημαντική αιτία είναι ότι σ’αυτές τις περιοχές είναι δύσκολο να ανακαλυφθούν οι βλάβες.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι βλάβες που καταγράφηκαν την χρονική περίοδο 1999-2003 και υπάρχουν στα αρχεία της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. παρουσιάζουν φθίνουσα πορεία. Αυτό συμβαίνει, γιατί το 1999 και μέσω ενός προγράμματος διαχείρισης πίεσης που εφαρμόστηκε, εγκαταστάθηκαν μειωτές πίεσης στο δίκτυο. Αυτή η ενέργεια έχει προφανώς ευεργετική επίδραση στην εμφάνιση βλαβών και συνετέλεσε στην βαθμιαία μείωση αυτών με την πάροδο του χρόνου. Ειδική αναφορά για τους μειωτές πίεσης γίνεται στο Κεφάλαιο 7 της παρούσας εργασίας.

ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ 2002

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ		
	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3		ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ
	ΕΜΦΑΝΕΙΣ	411	166	552	324	1453	297	165		246	187
ΑΦΑΝΕΙΣ	17	90	62	70	239	110	4	32	86	232	
ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	7	314	359	158	837	14	8	215	314	550	
ΕΜΦΑΝΕΙΣ/km ΑΓΩΓΩΝ	1,617	0,852	2,551	1,841	1,727	1,911	1,586	1,444	0,657	1,253	

ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ 2003

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ		
	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3		ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ
	ΕΜΦΑΝΕΙΣ	458	160	507	305	1431	297	156		202	242
ΑΦΑΝΕΙΣ	17	91	59	48	216	72	4	45	44	166	
ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	6	497	319	152	974	122	38	216	419	795	
ΕΜΦΑΝΕΙΣ/km ΑΓΩΓΩΝ	1,799	0,826	2,346	1,732	1,701	1,911	1,501	1,182	0,851	1,255	

Πίνακας 5.9. Ενδεικτικοί Πίνακες Εμφανών και Αφανών Διαρροών ανά Τομέα

5.3.3. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΩΝ ΚΑΙ ΑΦΑΝΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΓΩΓΟΥ

Τα αρχεία της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. δεν είχαν πληροφορίες για το υλικό κατασκευής του αγωγού της κάθε διαρροής, στοιχείο απαραίτητο για την εφαρμογή της μεθοδολογίας. Για αυτό το λόγο κρίθηκε απαραίτητο να αναζητηθούν πληροφορίες από τα αρχεία των αποθηκών υλικών και σε μερικές περιπτώσεις, που τα στοιχεία κρίθηκαν αναξιόπιστα ή ακατάλληλα οργανωμένα, ακόμα και από τα ημερολόγια εργασίας του κάθε συνεργείου. Από τα αρχεία των αποθηκών μας δόθηκαν όλες οι κινήσεις των ειδικών τεμαχίων για τα χρόνια που θα εφαρμοστεί το μοντέλο. Ανάλογα με το υλικό κατασκευής του επισκευαζομένου αγωγού και ανάλογα με το υλικό αγωγού που χρησιμοποιήθηκε (ζιμπώ) για την επισκευή ή στην περίπτωση των αφανών διαρροών με το είδος του ημιπεριλαίμιου υπάρχει ένας διαχωριστικός κωδικός στο κάθε ειδικό τεμάχιο της αποθήκης υλικών. Σε μερικές περιπτώσεις χρειάστηκε να ανατρέξουμε και στο ημερολόγιο εργασιών του κάθε συνεργείου για να διαπιστώσουμε, ελέγχοντας μία προς μία τις επεμβάσεις, την ορθότητα των στοιχείων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται και η διασταύρωση των στοιχείων διαρροών του παραπάνω πίνακα και η διόρθωση του σε περιπτώσεις λαθών ή παραλείψεων, καθώς η ακρίβεια της μεθόδου αυτής είναι πολύ ακριβέστερη της πρώτης.

Σ’αυτό το σημείο θα πρέπει να εξαιρέσουμε από την μεθοδολογία τους αγωγούς με υλικό κατασκευής τον χάλυβα. Πρώτον, γιατί αποτελούν μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου των αγωγών Θεσσαλονίκης (μόλις 1,5%), ποσοστό με το οποίο δύσκολα μπορούν να βγουν ασφαλή και αντιπροσωπευτικά συμπεράσματα. Δεύτερον, αυτό το ποσοστό αποτελείται κυρίως από αγωγούς μεταφοράς μεγάλων διαμέτρων και όχι διανομής που εξετάζει η παρούσα εργασία. Στον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα για το έτος 2003 φαίνεται ο διαχωρισμός των εμφανών βλαβών ανά υλικό κατασκευής αγωγού :

Πίνακας 5.10. Ειδικά τεμάχια αποθηκών συνόλου Θεσσαλονίκης για το έτος 2003

	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΖΕΥΓΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΣΙΔΗΡΟΣ	1036	518	22,21%
ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ	578	289	12,39%
ΑΜΙΑΝΤΟΣ	2062	1031	44,21%
ΠΛΑΣΤΙΚΟ	987	494	21,18%
ΣΥΝΟΛΟ	2332	2332	100,00%

5.3.4. ΕΞΑΓΩΓΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΕΜΦΑΝΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΓΩΓΟΥ

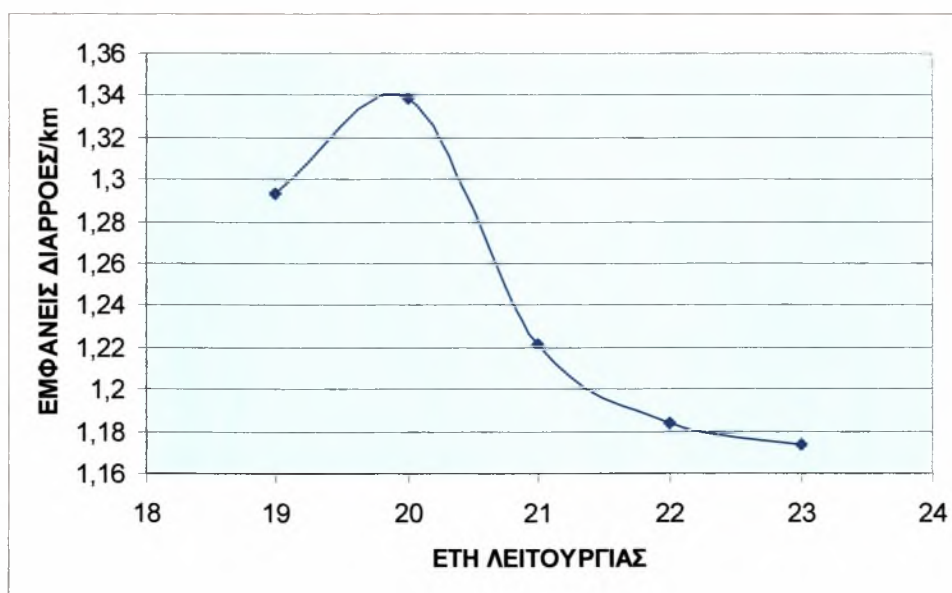
Στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα φαίνονται η κατανομή και η εξέλιξη στο χρόνο των εμφανών διαρροών. Αυτά είναι απαραίτητα για να γίνει η εξαγωγή των μοντέλων και η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της διδακτορικής διατριβής του Δρ. Κανακούδη Β.



Πίνακας 5.11. Εμφανείς διαρροές στους Αμιαντοσιμεντοσωλήνες

	$T=(t-t_0)$	ΑΜΙΑΝΤΟΣ 877km ($t_0=1980$)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ 1556km
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999)		1134	2566
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	19	1,2933727	1,648859
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000)		1174	2655
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	20	1,3382706	1,706097
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001)		1071	2423
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	21	1,2216937	1,557479
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002)		1038	2348
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	22	1,183885	1,509279
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003)		1029	2328
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	23	1,173383	1,49589

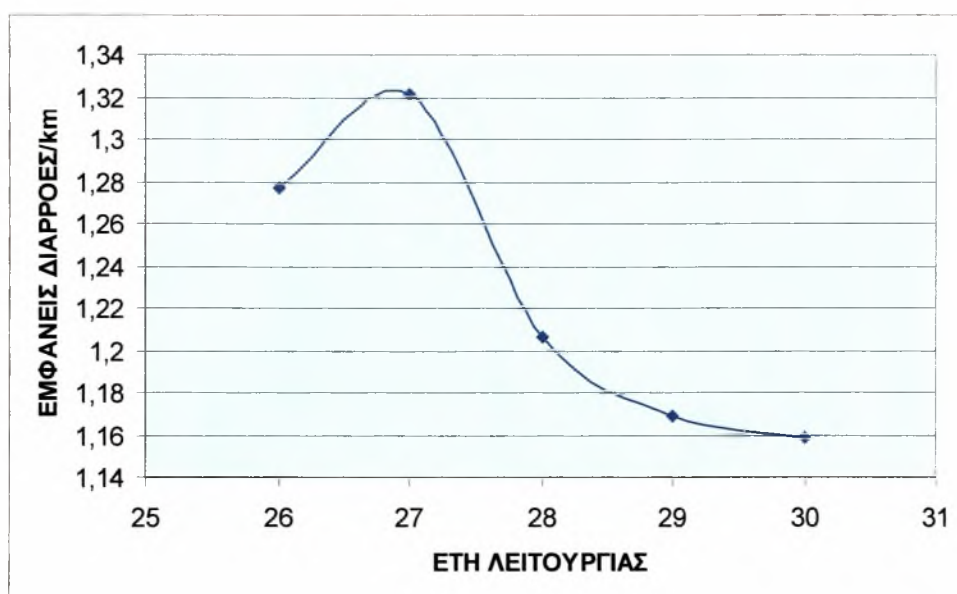
Γράφημα 5.13. Εξέλιξη των εμφανών διαρροών στους Αμιαντοσιμεντοσωλήνες



Πίνακας 5.12. Εμφανείς διαρροές στους **Χυτοσιδηρούς** αγωγούς

	$T=(t-t_0)$	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ 249km ($t_0=1973$)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ 1556km
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999)		318	2566
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	26	1,276918351	1,648859254
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000)		329	2655
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	27	1,321244993	1,706097365
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001)		300	2423
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	28	1,206151256	1,557479113
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002)		291	2348
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	29	1,168823558	1,509278599
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003)		288	2328
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	30	1,158454752	1,495889567

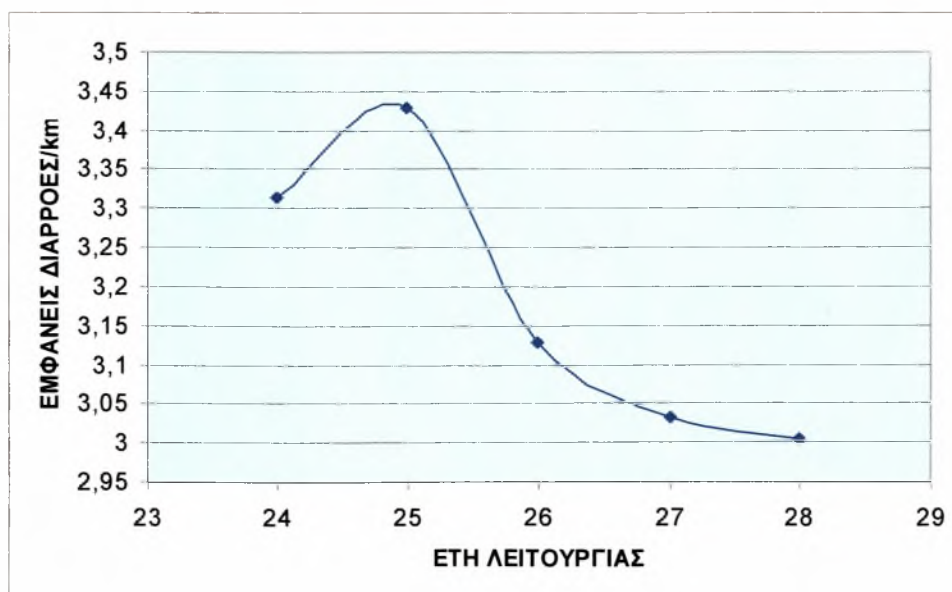
Γράφημα 5.14. Εξέλιξη των εμφανών διαρροών στους **Χυτοσιδηρούς** αγωγούς



Πίνακας 5.13. Εμφανείς διαρροές στους Σιδηρούς αγωγούς

	$T=(t-t_0)$	ΣΙΔΗΡΟΙ 172km ($t_0=1975$)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ 1556km
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999)		570	2566
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	24	3,31333956	1,648859254
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000)		590	2655
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	25	3,42835804	1,706097365
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001)		538	2423
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	26	3,12971355	1,557479113
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002)		522	2348
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	27	3,03285588	1,509278599
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003)		517	2328
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	28	3,00595097	1,495889567

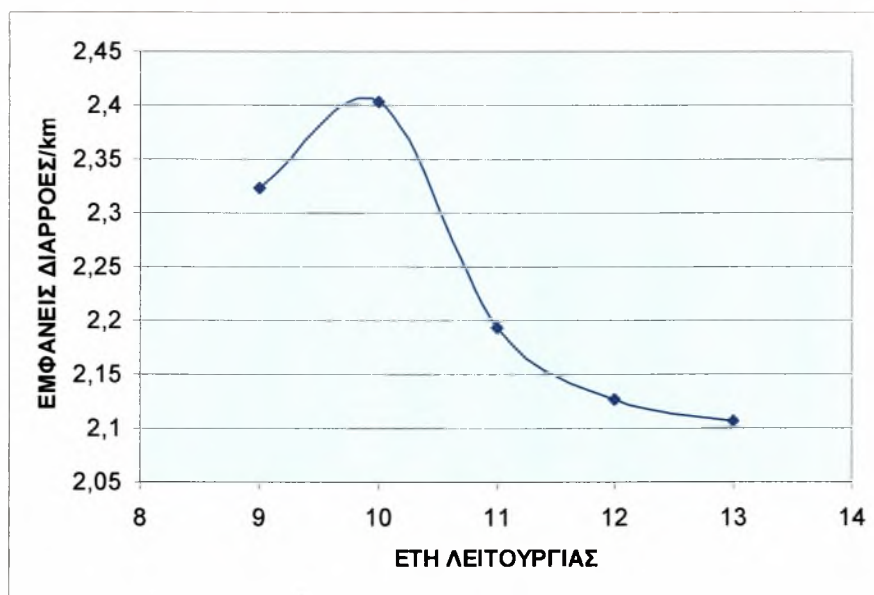
Γράφημα 5.15. Εξέλιξη των εμφανών διαρροών στους Σιδηρούς αγωγούς



Πίνακας 5.14. Εμφανείς διαρροές στους αγωγούς P.V.C.

	$T=(t-t_0)$	P.V.C. 234km ($t_0=1990$)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ 1556km
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999)		543	2566
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(1999) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	9	2,322607	1,648859254
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000)		562	2655
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2000) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	10	2,403233	1,706097365
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001)		513	2423
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2001) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	11	2,193888	1,557479113
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002)		497	2348
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2002) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	12	2,125992	1,509278599
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003)		493	2328
ΕΜΦΑΝΕΙΣ(2003) ΔΙΑΡΡΟΕΣ/km*ΕΤΟΣ	13	2,107132	1,495889567

Γράφημα 5.16. Εξέλιξη των εμφανών διαρροών στους αγωγούς P.V.C.



Από τα παραπάνω διαγράμματα και πίνακες μπορούμε να αξιολογήσουμε τον ρυθμό θραύσης των αγωγών για κάθε υλικό κατασκευής. Όπως είναι φανερό, το υλικό με τις παραπάνω θραύσεις, πάντα ανηγμένο με το μήκος των αγωγών του κάθε υλικού

ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση, είναι ο σίδηρος, ακολουθεί το P.V.C. και μετά το αμιαντοτσιμέντο και ο χυτοσίδηρος είναι στα ίδια επίπεδα.

Το υλικό με τις περισσότερες θραύσεις, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω σαν γενική εικόνα της κατάστασης από τους υπευθύνους της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. αναμενόταν να είναι ο σίδηρος. Αυτό που δεν ήταν αναμενόμενο είναι ο τεράστιος, για την ηλικία τους, αριθμός θραύσεων των αγωγών από P.V.C. Αυτό αποδίδεται στο φαινόμενο που παρατηρείται τελευταία, οι ιδιώτες να αναλαμβάνουν και να κατασκευάζουν, με δικά τους έξοδα και συνεργεία, την επέκταση των δικτύων σε συνδυασμό φυσικά με την έλλειψη τεχνογνωσίας και εμπειρίας, καθώς αυτά έχουν ως αποτέλεσμα τις κατασκευαστικές κακοτεχνίες σε κάθε καινούργιο υλικό που χρησιμοποιείται. Επομένως, είναι προφανές ότι η εξαγωγή μοντέλου πρόγνωσης θραύσεων σε ένα υλικό καινούργιο, χωρίς να έχει αποκτηθεί κατασκευαστική εμπειρία, θα ήταν μη αντιπροσωπευτική και άσκοπη. Άρα θα πρέπει να εξαιρέσουμε από την παρούσα μεθοδολογία τους αγωγούς από P.V.C.

Ένα άλλο στοιχείο που θα πρέπει σε αυτό το σημείο να παρατηρήσουμε είναι το γεγονός ότι στο έτος 2000, σε σχέση με το έτος 1999, οι θραύσεις αυξάνονται ενώ από το 2000 και μετά οι θραύσεις του συνόλου των υλικών των αγωγών μειώνονται εντυπωσιακά αλλάζοντας τελείως τη μορφή της καμπύλης και την γραμμή τάσης αυτής. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην εγκατάσταση μειωτών πίεσης στο δίκτυο της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. και καθιστά αδύνατη την εξαγωγή ενός αξιόπιστου μοντέλου. Το μόνο που είναι εφικτό σε αυτή την περίπτωση, καθώς δεν υπάρχουν αντίστοιχα στοιχεία από την Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. για τα χρόνια πριν το 1999 και να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε μια αξιόπιστη καμπύλη, είναι να απομονώσουμε τις χρονιές 1999 και 2000 και να εξάγουμε τα μοντέλα των αγωγών για αυτές τις δύο χρονιές μόνο. Προφανώς, με αυτή την πράξη η ακρίβεια των αποτελεσμάτων ελαττώνεται. Τα χρόνια που μένουν (2001-2003) θα χρησιμοποιηθούν στο επόμενο κεφάλαιο έτσι ώστε να εξετάσουμε από οικονομικής απόψεως, αλλά και από άποψης εξοικονόμησης νερού τα αποτελέσματα των διορθωτικών αυτών κινήσεων από την πλευρά της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.

Τα μοντέλα των θραύσεων που εξάγονται με τη χρησιμοποίηση μόνο των ετών 1999-2000 είναι τα εξής :

• **ΑΜΙΑΝΤΟΤΣΙΜΕΝΤΟ:** $y = 0,6763 \cdot e^{0,0341 \cdot x}$ (6.1.)

• **ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ:** $y = 0,5258 \cdot e^{0,0341 \cdot x}$ (6.2.)

• **ΣΙΔΗΡΟΣ:** $y = 1,4608 \cdot e^{0,0341 \cdot x}$ (6.3.)

5.3.4.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ρυθμός αύξησης των θραύσεων των αγωγών είναι κοινός για όλους και ίσος με 3,5%. Στην πραγματικότητα ο ρυθμός αυτός δεν είναι κοινός αλλά έχουμε αυτά τα αποτελέσματα εξαιτίας της έλλειψης στοιχείων. Το αποτέλεσμα που έχουμε είναι ο βαρυκεντρικός μέσος όρος των ρυθμών αυξήσεων όλων των αγωγών και είναι αρκετά κοντά στα υπάρχοντα αποτελέσματα που είναι 1,18% για τον αμιάντο και 9,33 για τον χυτοσίδηρο (Κανακούδης Β., Διδακτορική Διατριβή). Επίσης, οι τιμές του συντελεστή αύξησης των βλαβών του χυτοσιδήρου ($\beta=0,0341$) είναι μέσα στα όρια που καταγράφονται από την διεθνή βιβλιογραφία (0,01-0,15) (Shamir U. And C.D.D.

Howard, 1979 – Clark R.M. and R.G. Stevie, 1981 – Walski T.M. and A. Pelliccia, 1982).

Όπως αναμενόταν, οι σιδηροί σωλήνες παρουσιάζουν τον μεγαλύτερο αριθμό αρχικών θραύσεων ($N(t_0)=\alpha=1,4608$), σε σχέση με τους αμιαντοσιμεντένιους που ακολουθούν ($N(t_0)=\alpha=0,6763$) και τους χυτοσιδηρούς ($N(t_0)=\alpha=0,5258$).

5.3.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΒΛΑΒΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.

Στην παράγραφο 3.2.2. της παρούσας εργασίας περιγράφονται τα είδη κόστους που αφορούν την αντικατάσταση και την επισκευή αγωγών για μια γενική περίπτωση. Στο παρόν κεφάλαιο κρίνεται απαραίτητο να υπολογιστούν τα αντίστοιχα κόστη για την συγκεκριμένη περίπτωση της υπό εξέταση εταιρείας. (Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.)

5.3.5.1. ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η πολιτική της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. είναι τα έργα αντικατάστασης να προκηρύσσονται σε ανοιχτή δημοπρασία και να επιλέγεται η πιο συμφέρουσα προσφορά (μειοδοτικός διαγωνισμός). Αυτή η επιλογή είναι η πιο συμφέρουσα για την εταιρεία, καθώς το προσωπικό της είναι μεγάλης ηλικίας και άρα υψηλόμισθο, μη ανανεώσιμο εξαιτίας του δημόσιου χαρακτήρα των εργασιακών συμβάσεων της εταιρείας και άρα χαμηλής απόδοσης σε έργα τέτοιας φύσης που απαιτούν περισσότερο χειρωνακτικό εργατικό δυναμικό. Για να μπορέσει η εταιρεία να εκτελέσει με αυτεπιστασία τις αντικαταστάσεις θα πρέπει να προσληφθούν νέοι εργάτες οι οποίοι, εκτός του ότι και οι ίδιοι σε κάποιο χρονικό διάστημα θα είναι ασύμφοροι, στην παρούσα χρονική στιγμή θα διπλασιάσουν το εργατικό δυναμικό της εταιρείας και άρα θα αυξήσουν τις μισθολογικές υποχρεώσεις αυτής.

Η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. την τελευταία πενταετία ασχολείται σχεδόν αποκλειστικά με την αντικατάσταση αγωγών διανομής Φ110 από P.V.C. αντικαθιστούν αγωγούς σιδηρούς, χυτοσιδηρούς, αμιαντοσιμεντένιους μικρότερων διαστάσεων (Φ20, Φ50, Φ90, Φ110). Αγωγοί μεταφοράς μεγαλύτερων διατομών δεν χρειάστηκε να αντικατασταθούν και εφόσον σπανίως παρατηρείται θραύση σε αυτούς επεμβαίνει τοπικά και αντικαθίσταται το θραυσμένο τμήμα.

Όπως προαναφέρθηκε, οι αντικαταστάσεις των αγωγών γίνονται με εργολαβίες διάρκειας τριών χρόνων και έχουν τίτλο : «Αντικατάσταση 50.000μ. αγωγών ύδρευσης στον ανατολικό τομέα πόλης» και «Αντικατάσταση 50.000μ. αγωγών ύδρευσης στον δυτικό τομέα πόλης». Από τους λογαριασμούς των αναδόχων των έργων που εξετάσαμε του τρέχοντος έτους, το μέσο κόστος αντικατάστασης ενός αγωγού για την Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. υπολογίζεται γύρω στα 39,70€/μέτρο για αγωγό Φ110 P.V.C. που όπως προαναφέραμε χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά, ενώ η αντικατάσταση χαλύβδινου αγωγού Φ300 που παρέστη ανάγκη να πραγματοποιηθεί κόστισε 134,00€/μέτρο.

5.3.5.2. ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ

Ας εξετάσουμε αναλυτικότερα τα στάδια επισκευής μιας βλάβης για να υπολογίσουμε όσο το δυνατόν ακριβέστερα το κόστος αυτής αργότερα.

- Εξαιτίας της έλλειψης πλήρους και ακριβούς χαρτογράφησης, σε περίπτωση που υπάρξει διαρροή το ένα και μοναδικό συνεργείο εντοπισμού διαρροών με ηλεκτρονικά μέσα δεν επαρκεί για να εντοπίσει τις βλάβες σε όλη την περιοχή ευθύνης της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. και γ'αυτό καλείται μόνο σε περιπτώσεις που, παρόλες τις ερευνητικές τομές, δεν καθίσταται δυνατόν να εντοπιστεί η διαρροή. Με κάποια από τις παραπάνω μεθόδους γίνεται η ανίχνευση της θέσης φθοράς του αγωγού. Για την επισκευή της βλάβης χρησιμοποιείται συνεργείο που αποτελείται από 1 φορτηγό μεταφοράς υλικών, 1 εκσκαφέας (J.C.B.), 1 μηχανικός τροχός για κοπή ασφάλτου, 2 έως 3 χωματουργοί, 1 υδραυλικός και πιθανά 1 εργοδηγός.
- Στην θέση που παρουσιάζεται υγρασία χαράσσεται κομμάτι διαστάσεων 1,0×0,80μ. και με τον αεροσυμπιεστή (κομπρεσέρ) θρυμματίζεται η άσφαλτος. Στη συνέχεια σκάπτεται από τον εκσκαφέα αυλάκι σε βάθος 0,50-0,60μ. όπου συνήθως βρίσκεται ο αγωγός. Ο αγωγός αποκαλύπτεται προσεχτικά με την βοήθεια των χωματουργών, έτσι ώστε να μην προκαλέσει βλάβες στα υπόλοιπα παρακείμενα δίκτυα (Δ.Ε.Η. , Ο.Τ.Ε.). Όταν εντοπιστεί η βλάβη αρχίζει η διαδικασία αποκατάστασης της.
- Για την αποκατάσταση της βλάβης υπάρχουν δύο ενδεχόμενα. Το πρώτο ενδεχόμενο είναι όταν παρουσιάζεται τρύπα στον αγωγό οπότε και χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση της το σύστημα ημιπεριλαιμίου, δηλαδή δύο χυτοσιδηρά ημικύκλια που ζώνουν τον αγωγό και, σφίγγοντας τα με μπουλόνια, καλύπτουν την τρύπα. Στην δεύτερη περίπτωση κατά την οποία διαπιστώνεται θραύση του αγωγού και άρα πιο εκτεταμένη βλάβη, το σπασμένο κομμάτι και για μήκος περίπου 1,0μ. αντικαθίστανται από ένα αντίστοιχου τύπου και μήκους κομμάτι αγωγού. Για τη σύνδεση παλιού και νέου κομματιού χρησιμοποιούνται δυο ζιμπώ.

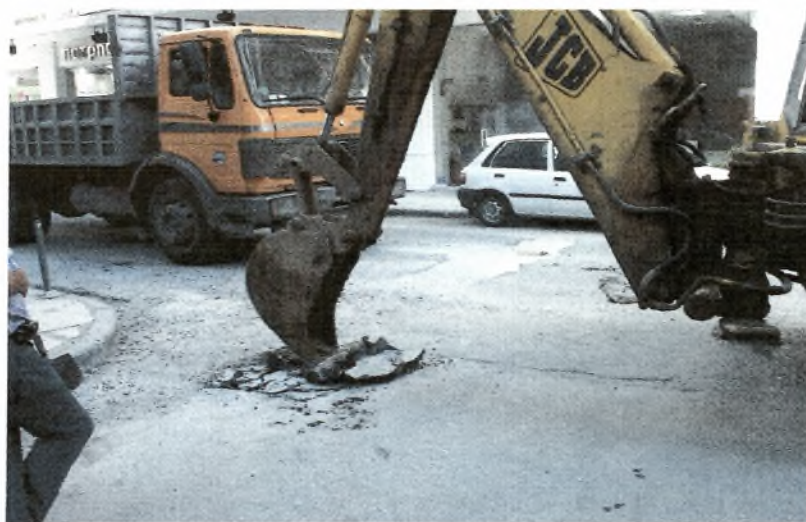


Εικόνα 3.1. Επισκευή θραύσης με την μέθοδο των ζιμπώ

- Μετά την αποκατάσταση της βλάβης μπαζώνεται το όρυγμα που διανοίχθηκε και σε κάποια μεταγενέστερη φάση αποκαθίσταται η τομή με άσφαλτο ή πλάκες πεζοδρομίου ανάλογα με την περίπτωση.

Παρακάτω ακολουθεί μια περαιτέρω ανάλυση για την απόκτηση μιας εποπτικότερης εικόνας του κάθε επιμέρους κόστους.

- Το κόστος των εργατικών και της μεταφοράς του συνεργείου εξαρτάται από τις απαιτούμενες εργατοώρες για την μετάβαση και επισκευή της βλάβης. Όπως προκύπτει από τα δελτία εργασιών των συνεργείων μια μέση διάρκεια αποκατάστασης διαρροής διαρκεί περίπου δύο με τρεις ώρες με την προαναφερόμενη σύνθεση του συνεργείου. Το συνεργείο που αναφέρθηκε παραπάνω (1 εργοδηγός, 1 υδραυλικός και 3 χωματουργοί) κοστολογείται γύρω στα 180,00€/βλάβη.
- Το κόστος του εξοπλισμού του συνεργείου, περιλαμβάνει το κόστος των απαραίτητων συσκευών και μηχανημάτων και δε διαφέρει πολύ ανάλογα με το μέγεθος του αγωγού που πρόκειται να επισκευασθεί. Για τον λόγο αυτό συνήθως θεωρείται σταθερό. Το κόστος του προαναφερόμενου εξοπλισμού (1 εκσκαφέας, 1 αεροσυμπιεστής, 1 τροχός, 1 φορτηγό) υπολογίζεται στα 250,00€/βλάβη.
- Το κόστος των υλικών επισκευής της βλάβης επηρεάζεται από την εφαρμοζόμενη μέθοδο επισκευής. Οι συνήθεις βλάβες αφορούν, ως επί το πλείστον, αγωγούς Φ20, Φ50, Φ80 και άρα το κόστος των χρησιμοποιούμενων υλικών δεν διαφοροποιείται κατά πολύ. Υπολογίζονται γύρω στα 100,00€/βλάβη.
- Το κόστος των χωματουργικών (εκσκαφές - επιχώσεις), εξαρτάται από τη διάμετρο του αγωγού. Στο ποσό αυτό προστίθεται και το κόστος αποκατάστασης της ασφάλτου-πεζοδρομίου.(25,00€/βλάβη)



Εικόνα 3.2. Χωματουργικές εργασίες για την αποκάλυψη αγωγού με σκοπό την επισκευή διαρροής

- Το συνεργείο που προαναφέρθηκε διατίθεται από τον εργολάβο που συμβάλλεται με την Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. μετά από δημοπράτηση εργολαβιών. Επομένως τα προαναφερθέντα κόστη επιβαρύνονται με το όφελος του εργολάβου και τα γενικά έξοδα (18%) , καθώς και με τον φόρο προστιθέμενης αξίας (18%). Άρα το μέσο άμεσο συνολικό κόστος επισκευής μια βλάβης, συμπεριλαμβάνοντας όλα τα παραπάνω, ανέρχεται στα 773,00€/βλάβη.

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 3.2.2.2. το κοινωνικό κόστος που συνοδεύει την επισκευή της εκάστοτε βλάβης είναι περίπου το διπλάσιο του αντίστοιχου άμεσου κόστους επισκευής, ενώ για τους κύριους αγωγούς το επιπλέον αυτό κόστος υπολογίζεται γύρω στο τετραπλάσιο του αντίστοιχου άμεσου. Επειδή στην παρούσα εργασία θα διερευνηθούν σχεδόν αποκλειστικά μόνο δευτερεύοντες αγωγοί, το άμεσο κόστος αντικατάστασης αυτών θα είναι 773,00€/βλάβη, ενώ το συνολικό κόστος της επισκευής αυτών θα είναι 2.320,00€/βλάβη.

5.3.6. ΒΕΛΤΙΣΤΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Η μεθοδολογία για την εύρεση του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης του κάθε αγωγού, ανά υλικό κατασκευής, συμπεριλαμβάνοντας όλα τα είδη κόστους επισκευής και αντικατάστασης παρουσιάστηκε στην παράγραφο 3.2.3. και καταλήξαμε στην εξής σχέση :

$$t_r^* = t_o + \frac{1}{A} \cdot \ln \left[\frac{UC_{Rm} \cdot \ln(1 + R)}{UC_{Rr} \cdot N(t_o)} \right] \quad (6.4.)$$

Το κόστος αντικατάστασης και επισκευής, που εμφανίζονται στον παραπάνω τύπο, έχουν υπολογιστεί αναλυτικά στις παραγράφους 3.2.2.1. και 3.2.2.2. Η παράμετρος (R) αντιπροσωπεύει μια προσεγγιστική τιμή του πληθωρισμού για τα επόμενα 100 χρόνια και λαμβάνεται ίση στα πλαίσια αυτής της εργασίας με 5%. Οι υπόλοιποι συντελεστές που παίρνουν μέρος στην παραπάνω εξίσωση βγαίνουν από τα μοντέλα πρόγνωσης θραύσεων της παραγράφου 5.3.4.

Εφόσον έχουν υπολογιστεί όλες οι παράμετροι, θα ήταν εύλογο να προχωρήσουμε στον προσδιορισμό των βέλτιστων χρόνων αντικατάστασης ανά υλικό αγωγού. Οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται αλλά και τα αποτελέσματα αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Στις δύο τελευταίες γραμμές καταγράφονται οι υπολογισμένοι χρόνοι αντικατάστασης ανάλογα με το αν έχει ληφθεί υπόψη ή όχι η επιβάρυνση στο μοναδιαίο κόστος επισκευής του κοινωνικού κόστους.

Πίνακας 5.15. Οικονομικός χρόνος ζωής των αγωγών ανά υλικό κατασκευής

	ΑΜΙΑΝΤΟΤΣΙΜΕΝΤΟ <Φ400	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ <Φ400	ΣΙΔΗΡΟΣ <Φ400
t_o	1980	1973	1975
$N(t)$	$0,6763 \cdot e^{0,0341 \cdot x}$	$0,5258 \cdot e^{0,0341 \cdot x}$	$1,4608 \cdot e^{0,0341 \cdot x}$
$\alpha=N(t_o)$	0,6763	0,5258	1,4608
β	0,0341	0,0341	0,0341
R	5%	5%	5%
UC_{RM}	134000	134000	134000
UC_{Rr}	737	737	737
$D \cdot UC_{Rr}$	2320	2320	2320
$t_r^* - t_o$	75	83	53
$t_r^* - t_o(D)$	42	49	19

5.3.6.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όπως ήταν και αναμενόμενο, ο οικονομικός χρόνος ζωής του σιδήρου (19 χρόνια αν συνυπολογίσουμε το κοινωνικό κόστος και 53 χωρίς αυτό) είναι ο μικρότερος από τα τρία υπό μελέτη υλικά, ακολουθεί το αμιαντοσιμεντό (42 χρόνια αν συνυπολογίσουμε το κοινωνικό κόστος και 75 χωρίς αυτό) και μεγαλύτερο οικονομικό χρόνο ζωής έχει ο χυτοσίδηρος (49 χρόνια αν συνυπολογίσουμε το κοινωνικό κόστος και 83 χωρίς αυτό). Η κατάταξη αυτή ήταν και η αναμενόμενη, καθώς ίδια ήταν και η κατάταξη στις παρουσιαζόμενες θραύσεις ανά χλμ. αγωγού στα παραπάνω υλικά και άρα και στα εξαγόμενα μοντέλα.

Σε σχέση με τα υπάρχοντα στοιχεία (Κανακούδης Β., 1998) (οικονομικός χρόνος ζωής αμιαντοσιμεντού 232 χρόνια - χυτοσιδήρου 57 χρόνια) οι οικονομικοί χρόνοι ζωής είναι αρκετά μικρότεροι, ιδιαίτερα στην περίπτωση του αμιαντοσιμεντού. Βέβαια, οι οικονομικοί χρόνοι ζωής της παρούσας εργασίας βρίσκονται μέσα στα συνηθισμένα όρια για έργα Πολιτικού Μηχανικού που είναι από 20 μέχρι 100 χρόνια. Η διαφορά αυτή μεταξύ των δυο εργασιών οφείλεται στις αρκετά περισσότερες θραύσεις στα δίκτυα της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. έναντι των δικτύων της Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε. , αλλά και στα αρκετά αυξημένα κόστη αντικαταστάσεων αλλά κυρίως των επισκευών της πρώτης έναντι της δεύτερης λόγω της εκτέλεσης των έργων από ιδιώτες εργολάβους και όχι με αυτεπιστασία.

Τα συμπεράσματα που βγαίνουν από τα παραπάνω, αν λάβουμε υπόψιν το κοινωνικό κόστος, είναι ότι καταρχάς η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. πρέπει να προχωρήσει άμεσα στην αντικατάσταση των αγωγών από σίδηρο που υπάρχουν στο δίκτυο της με καινούργιο αγωγό από Ρ.Υ.Α. Η διατήρηση και συντήρηση των σιδηρών αγωγών κρίνεται οικονομικά ασύμφορη, καθώς ο οικονομικός χρόνος ζωής του μέσου (με χρονολογία τοποθέτησης το 1975) σιδηρού αγωγού έχει παρέλθει κατά μια δεκαετία. Δευτερευούσης σημασίας αποτελούν οι αντικαταστάσεις των αμιαντοσιμεντένιων και χυτοσιδηρών αγωγών που ο οικονομικός χρόνος ζωής τους προσδιορίζεται στο έτος 2022. Βέβαια, μπορεί ο βαρυκεντρικός μέσος όρος των χρονολογιών κατασκευής των δύο υλικών να είναι το 1980 και το 1973 να μην είναι επαρκείς για να χαρακτηρίσουμε αυτά τα υλικά σε καλή κατάσταση και άρα ότι δεν θα πρέπει να αντικατασταθούν. Από τα στοιχεία που έχουμε συλλέξει διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν κομμάτια των αγωγών από αυτά τα υλικά που χρονολογούνται αρκετά νωρίτερα. Για παράδειγμα, στο δίκτυο της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. υπάρχουν γύρω στα 50χλμ. αγωγών από αμιαντοσιμεντό που η χρονολογία της κατασκευής τους είναι από το 1951-1962 και περίπου 43χλμ. χυτοσιδηρών αγωγών που είναι κατασκευασμένα στην περίοδο 1901-1954 που έχει παρέλθει ο οικονομικός χρόνος ζωής τους και άρα θα ήταν σκόπιμο να αντικατασταθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

6.1. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, το δίκτυο διανομής της Θεσσαλονίκης έχει απώλειες νερού 65.000 έως 83.000m³ /ημέρα, το οποίο ισοδυναμεί με το 30% της ποσότητας που εισέρχεται στο δίκτυο. Το γεγονός αυτό ανάγκασε την Ευρωπαϊκή Ένωση και τα αρμόδια όργανα της να θέσουν σαν προϋπόθεση για την κάλυψη του 85% του κόστους του σημαντικότερου, για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, έργου της μεταφοράς νερού από τον ποταμό Αλιάκμονα να γίνει ορθολογικότερη χρήση του παραγόμενου νερού και κατά συνέπεια την μείωση των απωλειών. Υπό αυτήν την πίεση η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. ανέθεσε σε ένα τεχνικό σύμβουλο πρόγραμμα με ονομασία «Ανάλυση και Διαχείριση Δικτύων Παροχής Νερού της Περιοχής Θεσσαλονίκης & Κατάρτιση και Παρακολούθηση Προγράμματος Ελέγχου και Περιορισμού των Διαρροών.», το οποίο έχει σαν στόχο όλα τα παρακάτω :

- Ψηφιοποίηση του δικτύου διανομής της Θεσσαλονίκης.
- Έλεγχος των μετρητικών συστημάτων.
- Υδραυλική Προσομοίωση του δικτύου διανομής Θεσσαλονίκης.
- Έλεγχος απωλειών νερού.
- Προτάσεις για τυχόν ανακαινίσεις δικτύων.
- Μελέτη σκοπιμότητας για εγκατάσταση τεχνολογίας τηλεελέγχου, τηλεχειρισμού, αυτοματοποίησης (SCADA).
- Ανάπτυξη ενός στρατηγικού σχεδίου για την αποτελεσματική και αποδοτική διαχείριση της λειτουργίας του δικτύου.

Στα πλαίσια του προγράμματος έγινε και το «ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ Ε.Υ.Α.Θ.» που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 2.5. της παρούσας εργασίας. Μέρος του προγράμματος ήταν και η μελέτη της πίεσης του δικτύου, και το κατά πόσον αυτή επηρεάζει τις ιδιαίτερα αυξημένες διαρροές που παρουσιάζονται.

6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Μετά από εκτεταμένες έρευνες, μετρήσεις πίεσης σε θέσεις του δικτύου και συναντήσεις με το προσωπικό λειτουργίας της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. έτσι ώστε να αποκτηθεί καλύτερη αντίληψη των λειτουργιών του δικτύου και των επιμέρους περιοχών που

παρουσίασαν έντονα προβλήματα βγήκε το συμπέρασμα ότι σε πολλές περιοχές του δικτύου η μετρημένη πίεση ήταν πολύ παραπάνω των 40m η οποία θεωρείται ικανοποιητική πίεση για κτίρια οκτώ ορόφων χωρίς εγκατάσταση πιεστικού. (υποθέτοντας μέσο υψόμετρο ορόφου ίσο με 3m και εσωτερικές απώλειες 15m)

Ο τεχνικός σύμβουλος έκανε τις ακόλουθες προτάσεις οι οποίες υιοθετήθηκαν πιστά από την Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. :

- ✓ Στην ψηλή ζώνη Τούμπας : Προμήθεια/εγκατάσταση μειωτή πίεσης 250mm στη συμβολή των οδών Μικράς Ασίας και Κλεάνθους. Επίλυση του θέματος ανάμειξης νερού των ζωνών ψηλής και χαμηλής ζώνης κατάντι του υφισταμένου μειωτή της Μπότσαρη.
- ✓ Στην χαμηλή ζώνη του Κέντρου Πόλεως : Προμήθεια/εγκατάσταση μειωτή πίεσης 300mm στη Βενιζέλου και 200mm στην Πολυτεχνείου. Αντικατάσταση των δικλείδων με πρόβλημα, δημιουργία ζώνης ελέγχου των πιέσεων.
- ✓ Στην χαμηλή ζώνη Τούμπας : Προμήθεια/εγκατάσταση μειωτή πίεσης 300mm στη συμβολή των οδών Μπότσαρη και Β. Όλγας. Δημιουργία ζώνης διαχείρισης πιέσεων.
- ✓ Στην χαμηλή ζώνη Καλαμαριάς : Προμήθεια/εγκατάσταση μειωτή πίεσης 200mm στη συμβολή των οδών Κ. Γκόνη και Γαβριηλίδη. Δημιουργία ζώνης διαχείρισης πιέσεων.



Εικόνα 6.1. Ολοκλήρωση φρεατίου και παρακολούθηση μειωτή πίεσης στη Βενιζέλου
[Πηγή : Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ.]

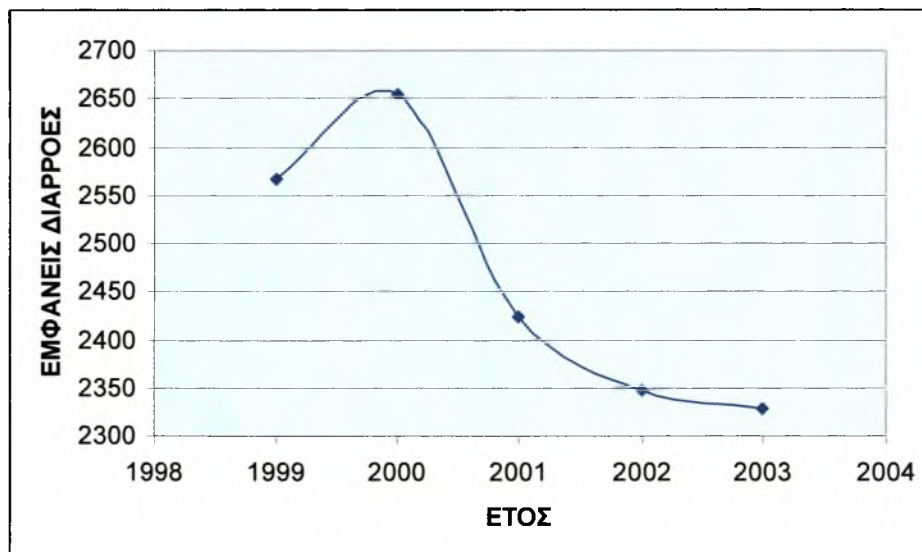
6.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕΙΩΤΩΝ ΠΙΕΣΗΣ

Τα σημαντικότερα αποτελέσματα της εγκατάστασης των μειωτών πίεσης είναι η δραματική μείωση των παρατηρούμενων διαρροών. Η επιρροή αυτή σε βάθος χρόνου μπορούσε να υπολογιστεί βρίσκοντας την γραμμή τάσης των δεδομένων για τις εμφανείς διαρροές πριν την εγκατάσταση των μειωτών και της γραμμής τάσης των δεδομένων μετά την εγκατάσταση αυτών. Προφανώς, η ευεργετική επίδραση των μειωτών στη μείωση των θραύσεων θα ήταν η διαφορά των δύο γραμμών. Δυστυχώς όμως, τα υπάρχοντα δεδομένα δεν ήταν επαρκή για τη διαμόρφωση των γραμμών τάσης. Σίγουρα με δεδομένα για δύο έτη δεν ήταν δυνατόν να προσομοιάσουμε τον κανονικό ρυθμό μεταβολής και ούτε με δεδομένα για τρία έτη την μείωση που έχει

επιφέρει η εγκατάσταση των μειωτών. Αυτό έγινε πλήρως κατανοητό καθώς τα αποτελέσματα της διαφοράς των δυο γραμμών τάσης ήταν αυξανόμενα με τεράστιους ρυθμούς σε βάθος χρόνου, δίνοντας εντελώς λανθασμένα και αναξιόπιστα αποτελέσματα.

Για τους παραπάνω λόγους έπρεπε να βρεθεί ένας άλλος τρόπος για να φανεί η επιρροή των μειωτών πίεσης στις εμφανείς και αφανείς διαρροές με δεδομένο τα ελάχιστα υπάρχοντα στοιχεία. Αυτή η επιρροή φαίνεται στο παρακάτω γράφημα-πίνακα :

Γράφημα 6.1. Διακύμανση του συνόλου του αριθμού των εμφανών διαρροών στα έτη 1999-2003



Πίνακας 6.1. Ποσοστιαία μεταβολή του αριθμού των εμφανών διαρροών στα έτη 1999-2003

ΕΤΟΣ	ΕΜΦΑΝΕΙΣ ΔΙΑΡΡΟΕΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ
1999	2566		
2000	2655	89	3,47%
2001	2423	-232	-8,74%
2002	2348	-75	-3,10%
2003	2328	-20	-0,85%

Όπως είναι φανερό, ενώ η μεταβολή από το έτος 1999-2000 είναι αύξηση κατά 3,47% , η μεταβολή τη χρονιά που μπήκαν οι μειωτές (2000) σε σχέση με την επόμενη παρατηρήθηκε μείωση κατά 8,74%. Η συνολική μείωση των διαρροών της χρονικής διάρκειας 1999-2003 ήταν της τάξης του 12,32%. Προφανώς, η τάση του διαγράμματος μετά το 2003 θα είναι σταθεροποιητική. Εξαιτίας της έλλειψης στοιχείων για τα επόμενα χρόνια, δεν είναι δυνατός ο ακριβής υπολογισμός της γραμμής τάσης και άρα η παρούσα μέθοδος κρίνεται αναξιόπιστη.



Εικόνα 6.2. Φρεάτιο μειωτή πίεσης στην Πολυτεχνείου [Πηγή : Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ.]

6.3.1. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

Μια μέση θραύση αγωγού συνεπάγεται απώλειες νερού ίσες με $2\text{m}^3/\text{ώρα}$. Άρα η μείωση των διαρροών την χρονική περίοδο 2000-2001 κατά 232 έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση $232 \cdot 2 = 464\text{m}^3/\text{ώρα} = 11,14\text{Mlit}/\text{μέρα}$ (περίπου $4.000.000\text{m}^3/\text{χρόνο}$). Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ελεγχθεί από το λογισμικό Αξιολόγησης και ελέγχου των Μειωτών που χρησιμοποιήθηκε από τον Τεχνικό Σύμβουλο και είχε τα παρακάτω αποτελέσματα :

Πίνακας 6.2. Σχεδιασμός διαχείρισης πιέσεων και εκτιμωμένη εξοικονόμηση νερού [Πηγή : Αρχεία Ε.Υ.Α.Θ.]

ΖΩΝΗ ΠΙΕΣΕΩΝ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΘΕΣΗ ΜΕΙΩΤΗ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (Mlit/μέρα)	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΙΩΤΗ		
			ΠΙΕΣΗ ΕΞΟΔΟΥ(min)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΛΔΑΦΟΥΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΜΕΙΩΤΗ
ΥΨΗΛΗ ΤΟΥΜΠΙΑΣ	250mm Μικράς Ασίας με Κλεάνθους	7,5-9,0	23μ.	45μ.	10"
ΥΨΗΛΗ ΤΟΥΜΠΙΑΣ	500mm στη Μπότσαρη (υφιστάμενος)		26,6μ.	40μ.	
ΧΑΜΗΛΗ ΚΕΝΤΡΟΥ	200mm στη Πολυτεχνείου	1,0-1,5	37μ.	5μ.	6"
ΧΑΜΗΛΗ ΚΕΝΤΡΟΥ	300mm Εγνατία με Βενιζέλου		37μ.	13μ.	8"
ΧΑΜΗΛΗ ΤΟΥΜΠΙΑΣ	300mm Μπότσαρη με Β. Όλγας	0,7-1,0	40μ.	4μ.	12"
ΧΑΜΗΛΗ ΚΑΛΑΜΑΡΙΑΣ	200mm Κ. Γκόνη με Γαβρηλίδου	0,1-0,3	37μ.	8μ.	6"
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (Mlit/μέρα)			9,3-11,8		

Όπως είναι φανερό η εκτίμηση μας είναι σχεδόν όμοια με τα αποτελέσματα του λεπτομερέστατου μοντέλου προσομοίωσης και ελέγχου του δικτύου και άρα κρίνεται πλήρως επιτυχής. Άρα, μόνο από την εγκατάσταση των μειωτών πίεσεως τα 65.000 έως 83.000m³ /ημέρα ,που ήταν οι απώλειες νερού πριν την εγκατάσταση, μειώθηκαν στα 54.000 έως 72.000 m³ /ημέρα (ποσοστό μείωσης γύρω στο 14%). Βέβαια, εκτός από μείωση των διαρροών έχουμε εξοικονόμηση νερού και από την μείωση της κατανάλωσης λόγω της μειωμένης πίεσης και άρα οι παραπάνω εκτιμήσεις μπορούν να θεωρηθούν ως συντηρητικές.

6.3.2. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕΙΩΤΩΝ ΠΙΕΣΗΣ

Από τα παραπάνω αποδείχθηκε ότι η διορθωτική αυτή παρέμβαση στο δίκτυο διανομής της Θεσσαλονίκης είχε σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση μεγάλης ποσότητας νερού. Τώρα, θα πρέπει να ελέγξουμε το αν το έργο είναι για την εταιρεία ύδρευσης της Θεσσαλονίκης οικονομικά επικερδές.

Καταρχήν, θα πρέπει να υπολογίσουμε τα έξοδα της εταιρείας. Η προμήθεια του συνόλου των 5 μειωτών πίεσης κόστισε στην εταιρεία 6.070.000δρχ. (17.814,00€), ενώ η τοποθέτηση τους (κατασκευή φρεατίου) υπολογίζεται στα 7.340,00€/φρεάτιο (συνολικά 36.700,00€). Η συνολική αμοιβή του Τεχνικού Συμβούλου ήταν 342.000.000δρχ. (1.003.670,00€) και ας θεωρήσουμε, για να είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας, ότι το σύνολο αυτών αφορούσαν τις έρευνες για τις πιέσεις και την εύρεση των προτεινόμενων σημείων για την εγκατάσταση των μειωτών πίεσης.

Το πιο δύσκολο κομμάτι της οικονομοτεχνικής ανάλυσης είναι να βρεθούν τα οφέλη και οι ζημίες της εταιρίας από τους λογαριασμούς των καταναλωτών. Για να βοηθηθούμε στην εκτίμηση αυτών κατασκευάστηκε ο παρακάτω πίνακας :

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ (m ³)	ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ (m ³)	ΜΕΤΑΒΟΛΗ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ
1999	A ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	22450736			405948		
	B ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	23588115			407785	407947	
	Γ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	22700288			410109		
2000	A ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	21584601			412042		
	B ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	23409393	-1039097	-1,51%	414118	414143	1,52%
	Γ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	22706048			416268		
2001	A ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	20867629			418017		
	B ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	22469339	-538571	-0,80%	420250	420463	1,53%
	Γ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	23824503			423123		
2002	A ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	22368606			425878		
	B ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	21784673	-3404132	-5,07%	428637	428436	1,90%
	Γ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ	19604060			430793		

Πίνακας 6.3. Διακύμανση Καταναλώσεων και Καταναλωτών κατά την διάρκεια των ετών 1999-2002

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, παρόλου που οι καταναλωτές αυξάνονται κατά 1,5% περίπου το χρόνο οι καταναλώσεις μειώνονται κατά 1% περίπου. (το -5,07% της μεταβολής μεταξύ των 2001 και 2002 οφείλεται στην μαζική αντικατάσταση των χαλασμένων υδρομέτρων, που όπως αποδείχθηκε υπερμετρούσαν την κατανάλωση). Σύμφωνα με τους υπευθύνους, μια αύξηση των καταναλωτών (υδρομέτρων) κατά 1,5% θα έπρεπε να είχε επιφέρει μια αύξηση κατά 1% ($680.000\text{m}^3/\text{χρόνο}$). Αντί να έχουμε όμως την αναμενόμενη αύξηση παρουσιάζεται μείωση 1% ($680.000\text{ m}^3/\text{χρόνο}$). Άρα, τα έσοδα της εταιρείας από τους λογαριασμούς μειώνονται κατά $1.360.000\text{ m}^3$. Όμως, αυτή η μείωση της κατανάλωσης οφείλεται και στο γεγονός της μικρής αύξησης των τιμολογίων της Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. , γεγονός που προβλήθηκε έντονα στα μέσα μαζικής ενημέρωσης και επηρέασε κατά πολύ τους καταναλωτές. Παρόλα αυτά, ως θεωρήσουμε ότι όλη αυτή η μείωση οφείλεται στην εγκατάσταση των μειωτών πιέσεων. Αν αφαιρέσουμε λοιπόν από τα συνολικά κυβικά νερού που εξοικονομούνται (περίπου $4.000.000\text{ m}^3/\text{χρόνο}$) τη μείωση των καταναλώσεων ($1.360.000\text{ m}^3/\text{χρόνο}$) βρίσκουμε τα κυβικά μέτρα νερού ($2.640.000\text{ m}^3/\text{χρόνο}$) που είναι τα πρόσθετα κυβικά που πουλάει η εταιρεία . Εδώ πρέπει να παρατηρηθεί ότι η εταιρεία δεν έχει κανένα επιπρόσθετο έξοδο μεταφοράς ή επεξεργασίας καθώς η ποσότητα του νερού που εμφανίζεται παραπάνω σαν κέρδος είχε ήδη περάσει αυτά τα στάδια και απλά μέχρι πρότινος χανότανε σαν απώλεια νερού στο δίκτυο διανομής της Θεσσαλονίκης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα συνολικά έξοδα της εταιρείας για την εγκατάσταση των μειωτών είναι $1.058.184,00\text{€}$ και τα έσοδα της από το πραγματοποιούμενο έργο είναι επιπλέον $2.640.000\text{ m}^3/\text{χρόνο}$ προς πώληση χωρίς κανένα επιπρόσθετο κόστος λειτουργίας. Από τα τιμολόγια της εταιρείας βρίσκεται εύκολα ότι μια μέση προς απαισιόδοξη χρέωση του κυβικού είναι $0,60\text{€}$. Άρα, τα έσοδα της εταιρείας από το παρών έργο για ένα χρόνο λειτουργίας είναι $2.640.000,00 \cdot 0,60 = 1.584.000,00\text{€}$.

Δεν χρειάζεται και η ιδιαίτερη διερεύνηση για να εξαγάγουμε το συμπέρασμα ότι το έργο αποσβένεται και έχει και οικονομικά οφέλη για την εταιρεία τον πρώτο χρόνο της λειτουργίας του. Εκτός όλων των παραπάνω οικονομικών οφελών, υπάρχει και το ανυπολόγιστο περιβαλλοντικό όφελος της εξοικονόμησης νερού το οποίο ενδιαφέρει άμεσα την εταιρεία, γιατί εξαιτίας αυτής της εξοικονόμησης μπορεί μελλοντικά να αποφύγει τα ιδιαίτερα δαπανηρά έργα υδροσυλλογής και μεταφοράς στην περίπτωση που οι ανάγκες για νερό αυξηθούν και δεν επαρκούν τα παρόντα έργα.

6.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρόγραμμα που εφαρμόστηκε είχε απόλυτη επιτυχία και από περιβαλλοντικής απόψεως αλλά και από άποψη σκοπιμότητας και οικονομικού οφέλους της εταιρείας. Αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για τη μείωση των υπερβολικών απωλειών του δικτύου διανομής και ικανοποίησε κατά ένα πολύ μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης ώστε να διαθέσει τα απαραίτητα χρήματα για την κατασκευή του έργου μεταφοράς νερού από τον ποταμό Αλιάκμονα. Η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. δεν χρειάζεται να ανησυχεί για την μείωση της κατανάλωσης, καθώς αυτή είναι πρόσκαιρη και, δεδομένου της σταθερής αύξησης του αριθμού των καταναλωτών ο ρυθμός της οποίας αναμένεται να αυξηθεί κατά πολύ, η τάση της κατανάλωσης και άρα και του τζίρου της εταιρείας θα παρουσιάσει σημαντική άνοδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. - ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1. ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Την στιγμή που γράφονται τα συμπεράσματα αυτής της διπλωματικής εργασίας όλη η Ανατολική Θεσσαλονίκη είναι χωρίς νερό, εξαιτίας δύο θραύσεων, σε απόσταση 500m μεταξύ τους, του αγωγού μεταφοράς νερού από το υδραγωγείο Αραβησσού διατομής Φ1750 και κατασκευασμένου από προεντεταμένο σκυρόδεμα. Το γεγονός αυτό αποτυπώνει τη ιδιαίτερη σημασία της εργασίας αλλά και την επικαιρότητα του αντικειμένου της για το δίκτυο διανομής της Θεσσαλονίκης. Βέβαια, ο αγωγός αυτός είναι μεταφοράς και για αυτό τον λόγο δεν εμπίπτει στα πλαίσια της εργασίας, αλλά αποδεικνύει την κατάσταση των αγωγών της Θεσσαλονίκης και την κρισιμότητα των άμεσων κινήσεων αποκατάστασης του φαινομένου. Το πλήγμα για την εταιρεία λόγω του γεγονότος είναι καίριο, δεδομένου της έκτασης του προβλήματος, της συνολικής κατακραυγής από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και της αίσθησης που προκαλούν στους καταναλωτές τέτοια φαινόμενα.

7.2. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΑΥΤΩΝ

Οι προτάσεις αυτές μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με το αν αφορούν την πρόληψη ή την καταστολή και την ελαχιστοποίηση των συνεπειών του φαινομένου.

7.2.1 ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

Σημαντικό βήμα για την πρόληψη του φαινομένου των πολλών διαρροών και απωλειών νερού στην περιοχή της Θεσσαλονίκης ήταν το πρόγραμμα με ονομασία «Ανάλυση και Διαχείριση Δικτύων Παροχής Νερού της Περιοχής Θεσσαλονίκης & Κατάρτιση και Παρακολούθηση Προγράμματος Ελέγχου και Περιορισμού των Διαρροών.» που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και στην παράγραφο 2.5. της παρούσας εργασίας αλλά και αυτό ακόμα δεν αποτελεί πανάκεια για το φαινόμενο. Μια απαραίτητη κίνηση από πλευράς Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. είναι η αντικατάσταση των παλαιών αγωγών και ιδιαίτερα των σιδηρών αγωγών που εμφανίζουν και τις περισσότερες θραύσεις. Ζήτημα που θα πρέπει να τεθεί είναι και η απαγόρευση ή τουλάχιστον η δημιουργία κάποιων προδιαγραφών για τις περιπτώσεις που ο ιδιώτης κατασκευάζει με δικά του έξοδα και συνεργεία, δίκτυο ύδρευσης για να καλύψει τις

προσωπικές του ανάγκες, ενέργεια που περιγράφηκε στην παράγραφο 5.3.2. Ήσσανος σημασίας είναι και η συντήρηση ή αντικατάσταση των αγωγών μεταφοράς νερού, καθώς οι συνέπειες θραύσης ενός αγωγού τέτοιου είδους είναι προφανώς πολύ μαζικότερες.

Ακόμα, από την εμπειρία που αποκομίσαμε, πολλές από τις παρουσιαζόμενες βλάβες είναι αποτέλεσμα απροσεξίας άλλων συνεργείων (π.χ. Δ.Ε.Η. – Ο.Τ.Ε. κ.α.). Η πολιτική της Ε.Υ.Α.Θ. σε αυτά τα περιστατικά είναι ιδιαίτερος χαλαρή (μηδενική αποζημίωση, ούτε καν ζητούνται τα έξοδα επισκευής), γεγονός που έχει ως συνέπεια την αδιαφορία των ξένων συνεργείων για το ενδεχόμενο θραύσης ενός αγωγού. Η εταιρεία οφείλει να χαράξει περισσότερη αυστηρή πολιτική για τέτοια ζητήματα και να υποχρεώνει τα ξένα συνεργεία να την αποζημιώνουν, όχι μόνο για την επισκευή της βλάβης, αλλά και για το κοινωνικό κόστος που αυτή προκαλεί.

Εξίσου σημαντικό, όχι τόσο για την μείωση των διαρροών όσο για την ελαχιστοποίηση των συνεπειών αυτών, είναι η ολοκλήρωση του έργου μεταφοράς νερού από τον ποταμό Αλιάκμονα που δυστυχώς ακόμα δεν έχει τεθεί σε κατάσταση πλήρους λειτουργίας. Όταν το έργο θα ολοκληρωθεί θα δώσει πολλές εναλλακτικές λύσεις στην τροφοδοσία νερού της πόλης και πιθανός θα τεθούν σε κατάσταση αχρηστίας άλλοι κατά πολύ παλαιότεροι αγωγοί μεταφοράς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το προαναφερθέν γεγονός κατά το οποίο, αν το έργο του Αλιάκμονα είχε ολοκληρωθεί, η Ανατολική Θεσσαλονίκη δεν θα είχε κανένα πρόβλημα τροφοδοσίας νερού.

Τέλος, καίρια για την πρόληψη του φαινομένου είναι η καλύτερη γνώση και διαχείριση του δικτύου. Αυτά μπορούν να επιτευχθούν με την εγκατάσταση ενός συστήματος S.C.A.D.A., με τις συνεχείς μετρήσεις παροχής και ελέγχου πίεσης, με την βελτίωση από άποψη ακρίβειας του υπάρχοντος συστήματος G.I.S., καθώς και με τη δημιουργία ενός λεπτομερούς υδραυλικού μοντέλου. Θα ήταν σκόπιμο διάφορα στοιχεία της λειτουργίας του δικτύου να εισαχθούν σε βάσεις δεδομένων, όπως για παράδειγμα το G.I.S. Τέτοια στοιχεία είναι :

- Παράπονα καταναλωτών.
- Θέσεις και είδος διαρροής.
- Ανάλυση κατάστασης αγωγών (εσωτερικά και εξωτερικά) μετά από εργασίες επισκευών και καινούργιων συνδέσεων.
- Αναλύσεις ποιότητας νερού.

Αυτά τα στοιχεία όταν είναι γεωγραφικά εξαρτημένα θα είναι περισσότερο χρήσιμα για μελλοντικές εργασίες ανάλυσης του δικτύου.

7.2.2. ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

Το πρόγραμμα που εφαρμόστηκε εκτός από προληπτικό χαρακτήρα είχε και χαρακτήρα καταστολής, καθώς, μέσω αυτού του προγράμματος, η εταιρεία προμηθεύτηκε εξοπλισμό και ειδικευμένο προσωπικό εντοπισμού διαρροών. Βέβαια, το ένα και μοναδικό συνεργείο δεν είναι δυνατόν να ικανοποιήσει τις παροντικές ανάγκες μιας πόλης 1.000.000 κατοίκων και 2.400 διαρροών το χρόνο και γι'αυτό κρίνεται αναγκαία η προμήθεια ενός δεύτερου συνεργείου άμεσα.

Σημαντικό ζήτημα είναι και η βελτίωση της ετοιμότητας του προσωπικού της εταιρείας αλλά και της γραφειοκρατικής διαδικασίας που πρέπει να διεξαχθεί για την παρεμβολή ενός εργολάβου σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης, όπως η περίπτωση που αναφέρθηκε στην εισαγωγή του κεφαλαίου. Για την βελτίωση για παράδειγμα της απόδοσης του συνεργείου και μείωσης του απαραίτητου χρόνου επισκευής μιας βλάβης η εταιρεία θα μπορούσε να προμηθευτεί μια κινητή μονάδα αποθήκης η οποία θα περιλαμβάνει όλα τα συνηθισμένα ειδικά τεμάχια που χρησιμοποιούνται για την επισκευή των βλαβών. Με αυτό τον τρόπο εκτός από την εξοικονόμηση χρόνου, άρα και χρήματος, θα επιτευχθεί η εξοικονόμηση νερού αλλά και θα βελτιωθεί, με την κατάλληλη προβολή όλων των παραπάνω κινήσεων, και η εικόνα που δίνει η εταιρεία στους καταναλωτές.

Τέλος, η εταιρεία είναι απαραίτητο να στρέψει την προσοχή της στις νέες τεχνικές αποκατάστασης βλαβών ή συντήρησης αγωγών. Η εξειδίκευση ατόμων σε αυτό τον τομέα θα είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση χρόνου ή ακόμα και του αριθμού ατόμων συνεργείου για την αποκατάσταση μιας βλάβης. Παραδείγματα από τέτοιες τεχνικές βρίσκονται στο Παράρτημα Γ του παρόντος τεύχους.

7.3. ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε σαν μια εφαρμογή του μοντέλου, που κατασκεύασε και εφάρμοσε στην περιοχή της Αθήνας ο Δρ. Κανακούδης Β., στο δίκτυο ύδρευσης της Θεσσαλονίκης. Στην πορεία βρεθήκανε μεγάλες διαφορές μεταξύ των δύο πεδίων εφαρμογής, γεγονός που διαφοροποίησε την πορεία της εργασίας. Σημαντική επιτυχία, εκτός της εύρεσης των οικονομικών χρόνων ζωής των διαφόρων αγωγών ανά υλικό κατασκευής και των προτάσεων για την καλύτερη διαχείριση του δικτύου, θεωρείται η αξιολόγηση των διορθωτικών παρεμβάσεων που εφαρμόστηκαν στο δίκτυο αγωγών της πόλης.

Αυτό που δεν έγινε όμως γνωστό κατά την πορεία της εργασίας και ίσως είναι η μεγαλύτερη επιτυχία της, είναι ότι αυτή και τα στοιχεία που επεξεργάστηκε αποτέλεσαν εφελκυστικό για την ευαισθητοποίηση του τομέα εσωτερικού ελέγχου της εταιρείας για την διενέργεια ενός σημαντικότατου ελέγχου που, απ’ ότι δείχνουν τα μέχρι στιγμής στοιχεία, θα αποτελέσει ίσως την μεγαλύτερη επιτυχία του οργάνου αυτού από την εποχή της σύστασης του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. **Alpetrovits E. and U. Shamir** : “Design of optimal water distribution systems”, W.R.R., AGU, vol.13(6), pp.885-900, 1977.
2. **Andreou S., D. Marks and R. Clark** : “A new methodology for modelling break failure patterns in deteriorating water distribution systems : Theory”, Jour. of Adv. Water Resources, Vol. 10, Issue 1, pp. 2-10, March 1987.
3. **Andreou S., D. Marks and R. Clark** : “A new methodology for modelling break failure patterns in deteriorating water distribution systems : Applications”, Jour. of Adv. Water Resources, Vol. 10, Issue 1, pp. 11-20, March 1987.
4. **Bell James and Robert D. Parker** : “Cracks, Breaks, and Leaks, Oh My !”, Jour. of Water Environment & Technology, Vol. 12(1), pp. 68-70, January 2000.
5. **Bouchart F. and I. Goulter** : “Reliability improvements in design of water distribution networks”, Jour. of Water Resources Research, vol.27(12), pp.3029-3049, December 1991.
6. **Carpenter C.H.** : “Constructing and maintaining distribution storage structures”, Jour. of A.W.W.A., pp.581-583, November 1982.
7. **Ciottoni A.** : “Computerised data management in determining causes of water main breaks: Philadelphia case study”, Proc. of 1983 Int. Symp. On Urban Hydrology, Hydraulics and Sediment Control, Univ. of Kentucky, Lexington, Kentucky, pp. 323-329, 1983.
8. **Clark R.M. and R.G. Stevie** : “Analytical cost model for urban water supply”, Jour. of W.R.P.M. Div. A.S.C.E., Vol 107(2), pp. 437-452, October 1981.
9. **Colombo A. and B.W. Karney** : “Pipe breaks and the role of leaks from an economic perspective”, Jour. of Water Supply, Vol. 3 No 1-2, pp. 163-169, IWA Publishing 2003.
10. **Gillette S.D. and J. Dolezal** : “Managing Liability and Loss”, Jour. of A.W.W.A., pp. 300-303, June 1978.
11. **Gupta Rajesh and Pramod R. Bhawe** : “Reliability-based design of water-distribution systems”, Jour. of Environmental Engineering, Vol. 122(1), pp. 51-54, January 1996.
12. **Hudson W.D.** : “Loss of Water main Capacity”, Jour. of A.W.W.A., pp. 44-58, April 1966.
13. **Hudson W.D.** : “Studies of Distribution System Capacity in Seven Cities”, Jour. of A.W.W.A., pp. 157-173, February 1966.
14. **Hudson W.D.** : “Computerization Pipeline Design”, Joyr. Transportation Enginnering, A.S.C.E., pp. 73-79, February 1973.
15. **Jordan J.K.** : “Preventive maintenance programms – must a system be automated?”, Jour. of A.W.W.A., pp. 617-621, December 1981.
16. **Lamont P.A.** : “Common Pipe Flow Formulas Compared with the Theory of Roughness”, Jour. of A.W.W.A., pp. 274-280, May 1981.
17. **Larson T.E. and F.W. Sollo** : “Loss in Water Main Carrying Capacity”, Jour. of A.W.W.A., pp. 1565-1570, December 1967.
18. **Lei Jianhua and Sveinung Saegrov** : “Statistical approach for describing failures and lifetimes of water mains”, Jour. of Water Science and Technology, Vol. 38, Issue 6, pp. 209-217, February 1999.
19. **Loucks D.P., J.R. Stedinger and D.A. Haith**: “Water Resources Systems Planning and Analysis”, Prentice-Hall, Inc., 1977.
20. **Luksa R.A.** : “The Why, What and How of Maintaining System Records”, Jour. of A.W.W.A., pp. 496-550, September 1980.

21. **Makar J.M.** : “A preliminary analysis of failures in grey cast iron water pipes”, Jour. of Engineering Failure Analysis , Vol. 7, pp. 43-53, 2000.
22. **O’Day D.K.** : “Organizing and analysing leak and break data for making main replacement decisions”, Jour. of A.W.W.A., vol.74(11), pp. 589-596, November 1982.
23. **Saegrov S. et al** : “Rehabilitation of water networks. Survey of research needs and on-going efforts”, Jour. of Urban Water, Vol. 1, pp. 15-22, July 1999.
24. **Shamir U. and C.D. Howard** : “An analytic approach to scheduling pipe replacement”, Jour. of A.W.W.A., pp. 248-258, May 1979.
25. **Sharp W.W. and T.M. Walski** : “Predicting Internal Roughness in Water Mains”, Jour. of A.W.W.A., pp.34-40, November 1988.
26. **Shinstine Debbie et al** : “Reliability/ Availability Analysis of Municipal Water Distribution Networks : Case Studies”, Jour. of Water Resources Planning and Management, Vol. 128, pp. 140-151, March/April 2002.
27. **Skorcz D.** : “Maintaining distribution system valves”, Jour. of A.W.W.A., pp. 556-558, November 1983.
28. **Stacha J.H.** : “Criteria for pipeline replacement”, Jour. of A.W.W.A., pp. 256-258, May 1978.
29. **Walski T.M. and A. Pelliccia** : “Economic analysis of water main breaks ”, Jour. of A.W.W.A., pp.140-147, March 1982.
30. **Xie Liyang** : “ Pipe segment failure analysis and system failure probability estimation ”, Jour. of Pressure Vessels and Piping, Vol.75, pp. 483-488, May 1998.
31. **Yoo Y.S. , K. Ando** : “Leak-before-break behaviour of statically indeterminate piping system” , Jour. Of Nuclear Engineering and Design, Vol. 224, pp. 253-263, April 2003.
32. **Αρχαία Ε.Υ.Α.Θ.** : Προγράμματα , αναφορές και άλλα εσωτερικά στοιχεία της Ε.Υ.Α.Θ.
33. **Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.** : *Ενημερωτικό Δελτίο*, Σύμβουλος Έκδοσης : ΕΤΕΒΑ, Αθήνα Αύγουστος 2001
34. **Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.** : *Λεύκωμα*, Έκδοση : Γραφείο Δημοσίων Σχέσεων Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. , Θεσσαλονίκη 2002.
35. **Ιστοσελίδα Ε.Υ.Α.Θ.** στο world wide web, www.eyath.gr
36. **Κανακούδης Βασίλειος** : “Ο ρόλος των εκτάκτων περιστατικών στη διαμόρφωση κριτηρίων προληπτικής συντήρησης και αντικατάστασης των αγωγών στα δίκτυα ύδρευσης”, Διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε στο τμήμα των Πολιτικών μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 1998.
37. **Ταμιωλάκης Γιάννης** : “Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ”, ΕΚΔΟΣΕΙΣ : UNIVERSITY STUDIO PRESS, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1985.
38. **Υφαντής Δ.Κ.** : “Υλικά-Διάβρωση και Προστασία”, Έκδοση Ε.Μ.Π., 1995.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α :

**ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΜΦΑΝΩΝ ΚΑΙ ΑΦΑΝΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΑΝΑ
ΤΟΜΕΑ**

ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ 1999

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ		
	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3		ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ
	ΕΜΦΑΝΕΙΣ	514	194	631	375	1714	282	154		212	203
ΑΦΑΝΕΙΣ	22	125	89	78	313	271	15	87	211	583	
ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	11	621	568	245	1445	43	16	190	244	493	
ΕΜΦΑΝΕΙΣ/km ΑΓΩΓΩΝ	2,018	0,997	2,921	2,130	2,038	1,818	1,479	1,245	0,712	1,191	

ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ 2000

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ		
	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3		ΣΥΝ-4	ΣΥΝΟΛΟ
	ΕΜΦΑΝΕΙΣ	583	220	717	426	1945	235	128		177	169
ΑΦΑΝΕΙΣ	19	107	76	67	269	258	14	83	201	556	
ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	11	621	568	245	1445	60	23	264	340	687	
ΕΜΦΑΝΕΙΣ/km ΑΓΩΓΩΝ	2,290	1,132	3,315	2,417	2,313	1,515	1,232	1,037	0,593	0,992	

ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ 2001

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ	
	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4		
	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ		
ΕΜΦΑΝΕΙΣ	488	184	600	357	1629	264	144	189	795	2423
ΑΦΑΝΕΙΣ	25	144	102	89	359	172	9	134	371	730
ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	7	402	368	159	935	53	20	298	602	1537
ΕΜΦΑΝΕΙΣ/km ΑΓΩΓΩΝ	1,918	0,947	2,775	2,023	1,936	1,697	1,381	0,664	1,112	1,558

ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ 2002

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ	
	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4		
	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ		
ΕΜΦΑΝΕΙΣ	411	166	552	324	1453	297	165	187	895	2348
ΑΦΑΝΕΙΣ	17	90	62	70	239	110	4	86	232	471
ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	7	314	359	158	837	14	8	314	550	1387
ΕΜΦΑΝΕΙΣ/km ΑΓΩΓΩΝ	1,617	0,852	2,551	1,841	1,727	1,911	1,586	0,657	1,253	1,509

ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ 2003

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΚΤΥΟΥ
	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	ΣΥΝ-1	ΣΥΝ-2	ΣΥΝ-3	ΣΥΝ-4	
ΕΜΦΑΝΕΙΣ	458	160	507	305	297	156	202	242	897
ΑΦΑΝΕΙΣ	17	91	59	48	72	4	45	44	166
ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	6	497	319	152	122	38	216	419	795
ΕΜΦΑΝΕΙΣ/km ΑΓΩΓΩΝ	1,799	0,826	2,346	1,732	1,911	1,501	1,182	0,851	1,255

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β :

**ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ
ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ**

LEAK DETECTION

Permalog®

Permanent Leak Detection System



Permalog® is the first economically justifiable, permanently-installed system for detecting leaks in water distribution systems.

Permalog® enables water suppliers to reduce leakage cost-effectively to record low levels and to maintain these levels at low cost and with improved customer service.



- Problem areas permanently monitored
- Leakage reduced quickly – and easily maintained at low level
- Low installation cost – simply place on fitting
- Completely non-invasive system – no detrimental effects on supply to customers
- Fast response to new bursts as they occur
- More cost-effective than traditional survey methods
- Independent of network structure (zoning not required but works well in conjunction with flow monitoring)
- Dramatic productivity gain through fast coverage of large areas
- Proven technology – over 50,000 units deployed worldwide
- Flexible deployment – can also be used as survey tool or "problem solver"
- Long term, maintenance-free operation (for up to 10 years)
- No specialist labour required – "deskills" leak detection

Permalog®

How it Works

Permalog® units are deployed in areas of the distribution system to provide continuous monitoring of leakage. Easily installed on pipe fittings, they are retained in place by a strong magnet and are battery-powered for up to 10 years. Loggers are immersion-tested to IP68 and will continue to operate even in flooded chambers. No maintenance is required.

Each Permalog® unit adapts itself automatically to its environment. As soon as a possible leak is detected, the Permalog® unit enters an alarm state and transmits a radio signal to indicate a "LEAK" condition. Leak characteristics (intensity and consistency of the sound of the leak) can be transmitted in LEAK only, or in LEAK and NO LEAK mode. Following a rise in unaccounted-for water, or at standard intervals, a leakage patrol is carried out in the area using the Permalog® Patroller

module. This module identifies the location of units in LEAK mode and thereby the approximate position of the leaks. The data are confirmed audibly, displayed on the LCD screen and stored in memory.

Leak locations can be investigated during, or at the end of, the patrol. Data from those Permalog® loggers in LEAK mode are printed out or downloaded to a PC, enabling correlation to be concentrated on areas of interest.

No time is wasted surveying areas where leaks do not exist.



Permalog® units are easily deployed



Permalog® units transmit leak status signals to the Patroller.

Operational Benefits

- Option to monitor 100% of distribution system
- Flexible deployment options – permanent, semi-permanent or survey (as required by the area)
- Finds more leaks more quickly than traditional methods
- Responds rapidly to new mains bursts, improving service to customers
- Automates leak surveying, eliminating human error and finding leaks that would otherwise be missed
- Eliminates manual sounding methods
- Operates independently of the size, structure or integrity of the area
- Completely non-invasive method with no detrimental effects on supply to consumers
- Improves overall detection efficiency and motivation by enabling skilled staff to concentrate on finding "known" leaks and avoid wasting time in no-leak areas
- Quick and easy to check that repairs have been carried out (correctly)
- Operates continuously for up to 10 years, enabling long term low leakage levels to be maintained easily

LEAK DETECTION

Permanent Leak Detection System



Software

The Permalog® system is supplied with easy-to-use Windows-compatible software. A record of the location of each logger is stored in a database, so that a geographical description of the vicinity of each leak is immediately available during patrols. The software enables patrol data to be archived and compared with previous results to ensure that repairs have been carried out between patrols and to identify new leaks that have occurred. Reports can be generated to assist the leakage team in prioritising leaks and in following them up correctly.



A leakage survey can be carried out in hours using the Permalog® Patroller. Previously it would have taken weeks.

Permalog

File Edit Search Logger Patroller View Window Help

C:\Program Files\Permalog\HIGH ROAD WEST.pdb

Serial No.	Comment1	Date	Status	L..	S..	User Comments
08991751	FH OS SMALL GREEN	2001/03/12	L	43	5	15M FBDM MAINS BURST
08991750	FH OS 18 HOLMSTEAD	2001/03/12	L	35	9	CUSTOMER LEAK
08991749	SV END IF VILLIERS	2001/03/12	N	12	10	comments
08991748	FH OS 7 THORNHILDR	2001/03/12	N	19	12	comments
08991747	FH WOODBERRY CLOSE	2001/03/12	L	21	3	FH LEAKING
08991746	SV OPP 1 DAVID RD	2001/03/12	N	15	12	comments

Data from deployed loggers can be sorted and archived using the Permalog® database software.

Economic Benefits

- Survey costs cut by >90%
- No night work required for leak surveying
- Dramatic productivity gain - one person can survey large areas of distribution main per day
- No specialist skills required to survey areas
- Record low leakage levels frequently attained
- Lower leakage level reduces cost of water into supply
- Low installation cost and no maintenance costs
- Demonstrates high technology benefits to regulators, customers, shareholders and international clients
- Rapid payback, with increasing profits each year



Leak information is displayed on the Patroller's LCD screen.

Permalog[®]

LEAK DETECTION

Technical Specification

Patroller

Dimensions

290mm x 150mm x 82mm

Weight

1.8kg

Construction material

ABS

Environmental protection

IP65

Standard antenna

Magnetically-attached vehicle mounting antenna with 3 metre connection cable

User interface

Membrane keypad with backlit LCD

Power source

Rechargeable/replaceable battery
12V DC vehicle battery power

Communications

Audible LEAK and NO LEAK signals
RS232 serial output to PC, printer
Antenna input

Standard accessories

12V DC power cable with vehicle lighter interface
PC download cable
Printer cable
Carry strap
Small antenna for portable use
Mains-powered charger unit
Programming/download software
Carry satchel
Transit case

Optional accessories

Interrogation unit for logger diagnostics
Replacement battery set
Portable printer with cable
Right angled connector for logger antenna
Patroller mounting bracket for in-vehicle use
Deployment hook/eye
Antenna extension kit for deep chambers
GSM communication module



Permalog[®] is a Registered Trademark of Palmer Environmental. Patents pending worldwide.

Logger

Dimensions

135mm x 60mm diameter (including antenna)

Antenna length: (Standard)

55mm (dependent on frequency)

Weight

1kg

Power source

Internal battery – up to 10 years' operation (dependent on configuration), replaceable at end of life

Construction materials

Hostaform C9021 black case
Stainless steel sensor assembly

Environmental protection

IP68

Operating frequency

Typically 173, 315, 433, 464MHz (dependent on national licensing regulations). Alternative frequencies on request.

Communications

Signal LEAK/NO LEAK
Noise level and spread data (in dB)
Visible LED status indicator (START, LEAK, NO LEAK)

Configuration

Independent LEAK/NO LEAK data transmission intervals

Palmer Environmental is the world leader in the field of leakage control equipment.

Our product range includes:

- Data loggers for flow, pressure and other parameters
- Leak noise logging, correlation and acoustic systems
- Permalog[®] – telemetry-based installed leak detection system
- Pressure management systems for controlling PRV operation
- GSM, radio telemetry, land-line and other communications systems
- Integrated network management software

For details of our full product range, or for information on a specific product, please contact Palmer Environmental or your Palmer representative.

Ty Coch House, Llantarnam Park Way, Cwmbran, NP44 3AW, United Kingdom
Tel: +44 (0)1633 489479 Fax: +44 (0)1633 877857
Email: info@palmer.co.uk Website: www.palmer.co.uk



HALMA GROUP
COMPANY

Perm DS Issue 4 04/2001 UK



MICROCORR 6

Leak Noise Correlator

Leakage detection staff require a high performance correlator with a robust design for intensive field use.

MicroCorr 6 offers superior correlation technology whilst retaining the ease-of-use of previous MicroCorr models.

New, faster electronics are combined with AFS (Assisted Filter Selection) to enable the user to detect leaks quickly, even on plastic pipes.

When all the “easy” leaks have been found, reduce leakage still further with MicroCorr 6.

Benefits

- New high sensitivity sensors with extended low frequency response for improved performance on plastic pipes
- Continuous correlation to detect intermittent or weak leak noise
- Dual correlation capability Time Domain and FFT
- “Hi-Fi” sound quality
- Faster and “cleaner” correlation display
- AFS (Assisted Filter Selection) for difficult leaks
- Robust design for heavy duty use

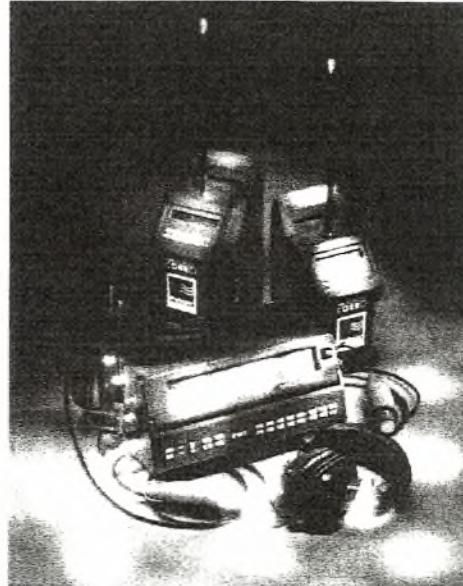
Scope of Supply

Basic system

- MicroCorr 6 Correlator with carry strap
- MicroCorr 6 Transmitter/Receiver link (red)
- 2 High sensitivity accelerometer sensors with protective shroud and magnetic attachment
- 220-240V AC Power supply/battery charger (12V DC available)
- Stereo headphones
- Interconnecting leads
- Operating manual
- Carry satchel for correlator unit
- Travel case for correlator or ancillaries

Options

- MicroCorr 6 Correlator Transmitter/Receiver link (blue) - for dual radio capability
- AFS (Assisted Filter Selection) - for difficult leak noise situations



Accessories

- Hydrophone Sensor kit - for correlation on non-metallic pipes and trunk mains
- Meter box adaptors
- Ground microphone foot - to use correlator in acoustic survey mode
- Instrument box for complete MicroCorr 6 system
- PC download software and interface lead
- Portable, battery operated A4 printer with interface cable
- 200 metre cable drums (pair)
- Magnetic vehicle mounting aerials (pair)
- Measuring wheel (metric) with stand and case
- Vice grip sensor attachment (240mm or 1160mm lengths)
- 12VDC power cable with lighter socket connector
- Interchangeable lead acid battery pack
- Set of 3 batteries with leads for external charging

Palmer Environmental
Ty Coch House
Llantamam Park Way
Cwmbran NP44 3AW
Tel: +44 (0) 1633 489479
Fax: +44 (0) 1633 877857
email: info@palmer.co.uk
<http://www.palmer.co.uk>



MC6DS Issue 1

LEAK DETECTION

Gmic®

Acoustic leak sounding system



The Palmer Environmental Gmic combines ease of use and high acoustic listening performance for effective leak detection. It is a lightweight, economic unit with excellent sound quality and sensitivity.

This versatile system can be used to

- confirm the position of underground leaks audibly from ground level
- Sound pipe fittings
- Penetrate soft ground to listen for leaks
- Carry out traditional acoustic surveys.

All the necessary accessories to carry out these functions are supplied in a compact carry case.

- Lightweight, easily portable system
- Excellent acoustic performance
- Easy to use control unit
- Membrane keypad
- Backlit multifunction LCD
- 25 preset filter combinations
- Versatile – ground microphone and hand probe configurations
- Military specification connectors
- Robust, IP65 construction for field use
- Rechargeable battery pack with long operation between charges
- Compact case containing full accessories



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ :

**ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ**

roll down

innovation
expertise
& experience



Close-fit Structural or Non-Structural Liners for Pipes from 100mm to 500mm Diameter

- Close-fit lining
- Quick Installation
- Standard PE material
- Long length capability (over 1000 metres possible in one insertion)
- Does not disturb adjacent services
- Cures/prevents leakage
- Stops internal corrosion
- Can use up to 16 Bar PE pipe
- From 100-500mm diameter
- Can negotiate bends up to 11.25°
- Smooth bore maximises flow capacity
- Holds its reduced diameter indefinitely prior to reversion, to provide flexibility of installation

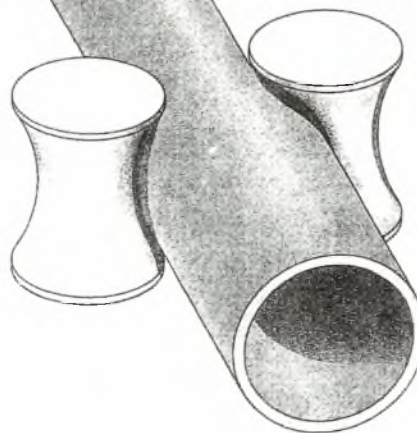
Features

- **Cold Process:** No heating equipment required, the process is carried out at ambient temperature.
- **Minimal Elongation:** Low winching forces, minimises residual stresses after installation.
- **Process Stop-Start Capability:** Flexibility of insertion procedures.
- **Holds Reduced Diameter:** Once rolled down the PE holds a reduced diameter and can be welded in this state and subsequently reverted.

The **Rolldown** system uses standard polyethylene (PE) pipe to create a close-fit liner within an existing pipe. Rollers reduce the diameter of the PE pipe to allow it to be pulled through the host main. The liner is then pressurised to revert it to its original size, thereby minimising loss in cross-sectional area and maximising capacity.

Rolldown can be designed as a stand alone fully pressure-rated pipe or as a thin-wall lining to eliminate leakage in an otherwise sound pipe.

Rolldown has the advantage of producing a close-fit lining which may increase the flow capacity of the existing pipe due to the low friction performance of PE pipe.



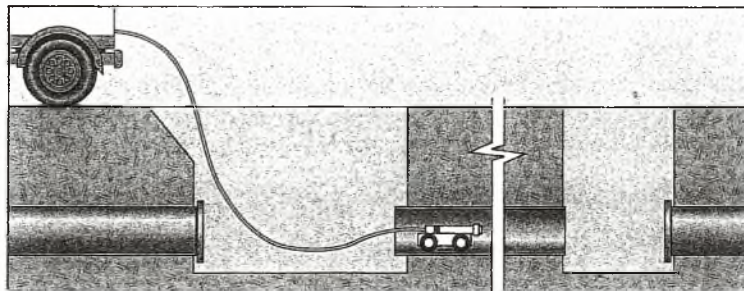
Subterra

PIPE RENOVATION & REHABILITATION

Stage One

Cleaning: The internal corrosion or any deposits are cleaned off prior to insertion and the integrity of the pipeline checked with CCTV. If problem areas are apparent, these are dealt with at this stage.

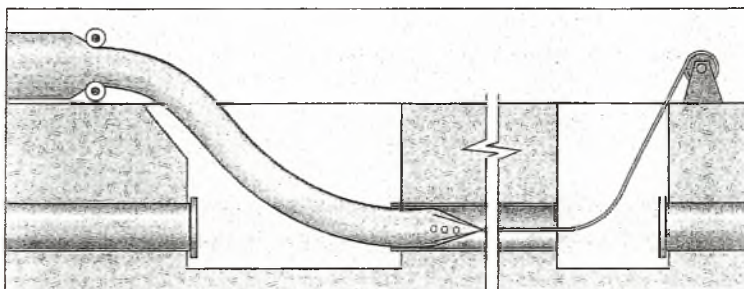
Pre-Installation: The polyethylene (PE) pipe string is created by butt-fusion welding the individual lengths of pipe, which can be supplied as coils or sticks.



Stage Two

Processing: The prepared string of pipe is processed through the Rolldown machine to reduce its diameter.

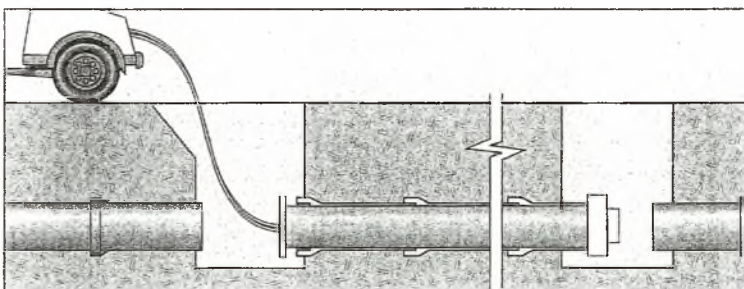
The clearance created by the Rolldown process facilitates the insertion. Lengths of over 1000m have been achieved in one pull.



Stage Three

Reversion: When the PE pipe is in position within the host pipe the ends are sealed and the PE pipe is filled with water and pressurised. The pressure reverts the PE pipe to produce a close-fit liner within the host pipe.

Reconnection: Standard couplings are attached to the exposed ends of the PE pipe and make-up pieces are inserted to reconnect the pipe to the existing main.



Subterra is one of the leading contractors in pipe renovation and rehabilitation, dedicated to development and innovation, providing the customer with the best solution for their particular problem. The systems employed by **Subterra** cover a wide range of applications for WATER, GAS, SEWERS and INDUSTRIAL PIPEWORK.

Subterra's expertise lies in the preservation of the client's existing pipeline assets by extending their useful life using a wide variety of techniques, designed to minimise excavation and disruption. **Subterra** currently offers a number of techniques to address pipe problems, the application of a single technique or a combination of any number can be discussed to provide the ideal solution.

Dealer Stamp

Subterra

PIPE RENOVATION & REHABILITATION

UK Enquiries: Subterra, Head Office, Unit A1, Preston Enterprise Centre, Salter Street, Preston, Lancashire PR1 1NT
Tel: 01772 888789 Fax: 01772 888901

Overseas Enquiries: Subterra, Development Division, Dullar Lane, Sturminster Marshall, Wimborne, Dorset BH21 4DA UK
Tel: +44 (0) 1258 857556 Fax: +44 (0) 1258 857960

Web Site: subterra.co.uk

© Sub5 22/05/98 5k

slip lining

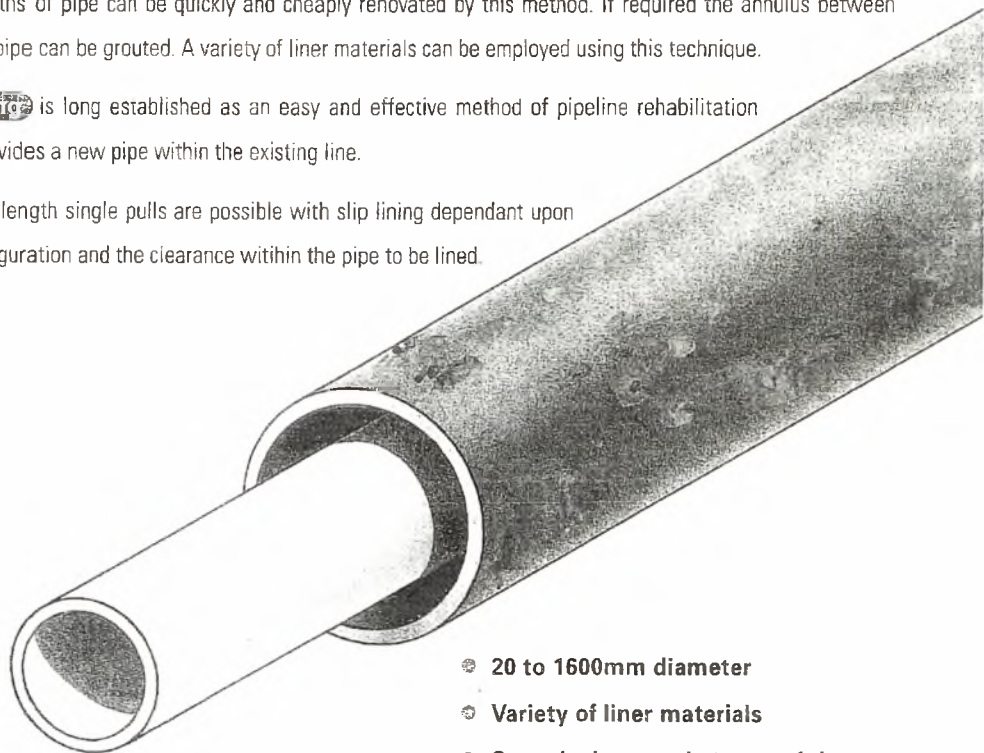
innovation
expertise
& experience

Replacement of Existing Damaged Pipe with a Smaller Diameter Liner

Slip lining uses standard pipe materials to insert an undersized lining within an existing pipeline. Long lengths of pipe can be quickly and cheaply renovated by this method. If required the annulus between liner and pipe can be grouted. A variety of liner materials can be employed using this technique.

Slip lining is long established as an easy and effective method of pipeline rehabilitation which provides a new pipe within the existing line.

Very long length single pulls are possible with slip lining dependant upon pipe configuration and the clearance within the pipe to be lined.



- 20 to 1600mm diameter
- Variety of liner materials
- Cures leakage and structural decay
- Quick installation
- Does not disturb adjacent services
- Ability to negotiate slow bends
- Long length installation possible

Subterra
PIPE RENOVATION & REHABILITATION

Stage One

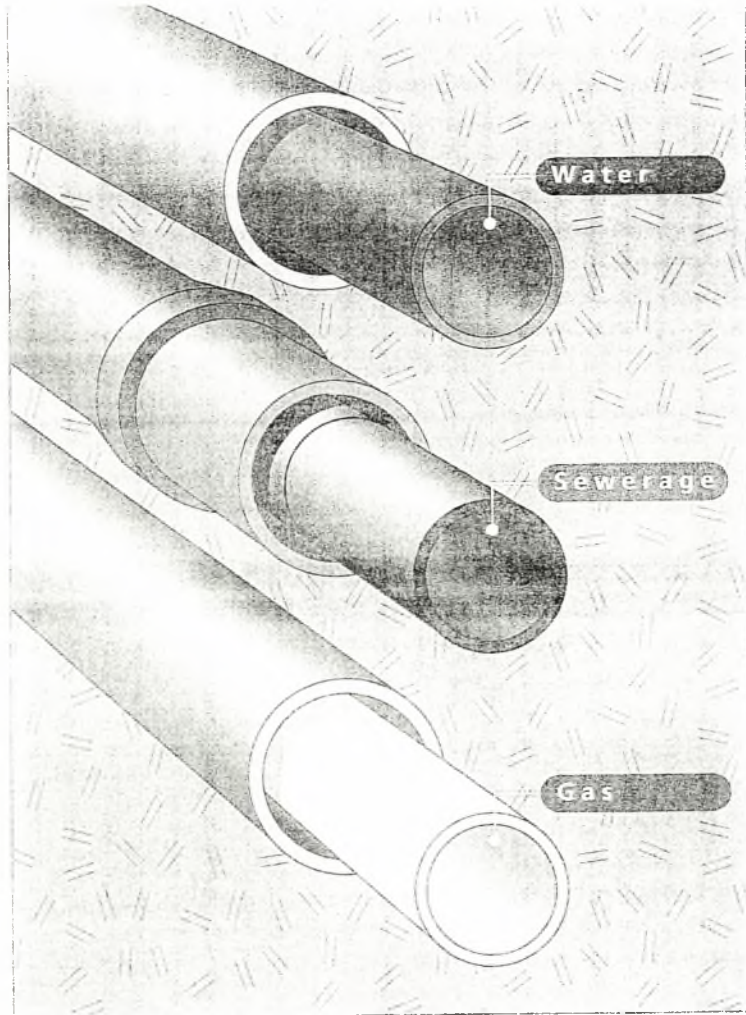
Depending on the clearance of the new liner in the old pipe, cleaning of the existing pipe and removal of obstructions may be necessary. The basic operation entails the insertion of a winch cable through the existing line which is then attached to the front of the new liner.

Stage Two

The new liner pipe is then pulled into the bore of the existing pipe.

Stage Three

The new liner pipe is then reconnected to the system. If required the void between new and old pipes can be filled by grouting.



Subterra is one of the leading contractors in pipe renovation and rehabilitation, dedicated to development and innovation, providing the customer with the best solution for their particular problem. The systems employed by **Subterra** cover a wide range of applications for WATER, GAS, SEWERS and INDUSTRIAL PIPEWORK.

Subterra's expertise lies in the preservation of the client's existing pipeline assets by extending their useful life using a wide variety of techniques, designed to minimise excavation and disruption. **Subterra** currently offers a number of techniques to address pipe problems, the application of a single technique or a combination of any number can be discussed to provide the ideal solution.

Subterra

THE PIPE RENOVATION SPECIALISTS

UK Enquiries: **Subterra, Head Office**, Unit A1, Preston
Enterprise Centre, Salford Street, Preston, Lancashire PR1 1NT
Tel: 01772 888789 Fax: 01772 888901

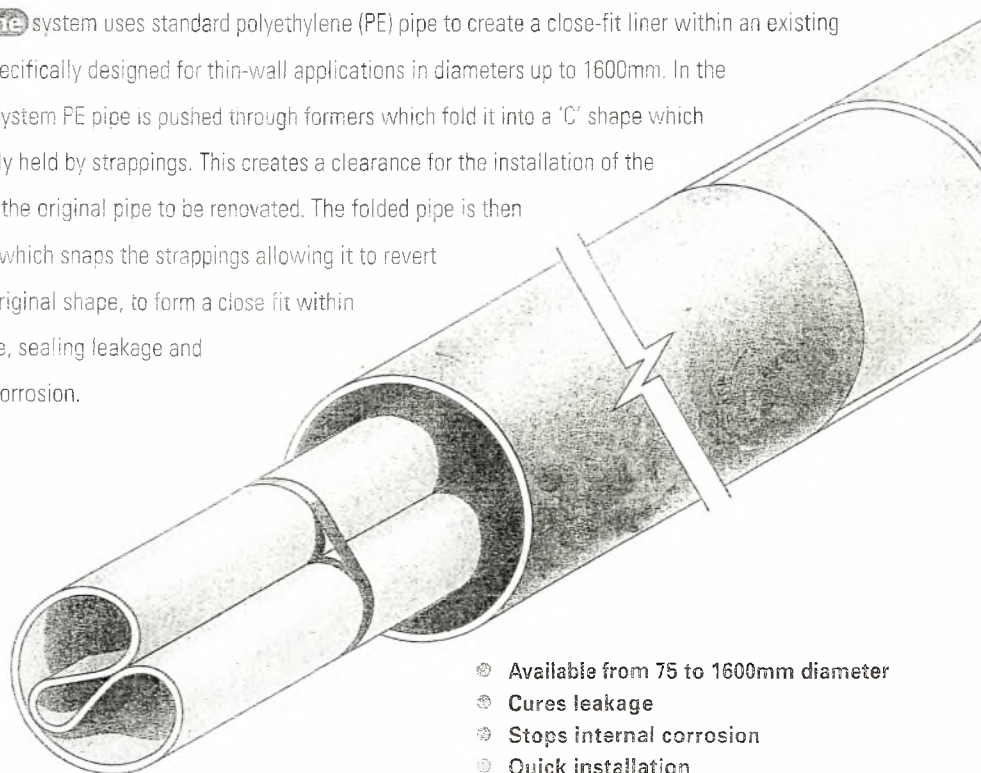
Overseas Enquiries: **Subterra, Development Division**,
Trifford Lane, Sturminster Marshall, Dorset BH21 4DJ
Tel: +44 (0) 1258 857556 Fax: +44 (0) 1252 807960

Order Stamp:



Close-fit Thin-Wall Liners for Pipes from 75mm to 1600mm Diameter

The **Subline** system uses standard polyethylene (PE) pipe to create a close-fit liner within an existing pipe. It is specifically designed for thin-wall applications in diameters up to 1600mm. In the **Subline** system PE pipe is pushed through formers which fold it into a 'C' shape which is temporarily held by strappings. This creates a clearance for the installation of the PE pipe into the original pipe to be renovated. The folded pipe is then pressurised which snaps the strappings allowing it to revert back to its original shape, to form a close fit within the host pipe, sealing leakage and preventing corrosion.



Features

Cold Process: No heating equipment required, the process is carried out at ambient temperature.

Minimal Elongation: Low winching forces, minimises residual stresses after installation.

Process Stop-Start Capability:
Flexibility of insertion procedures.

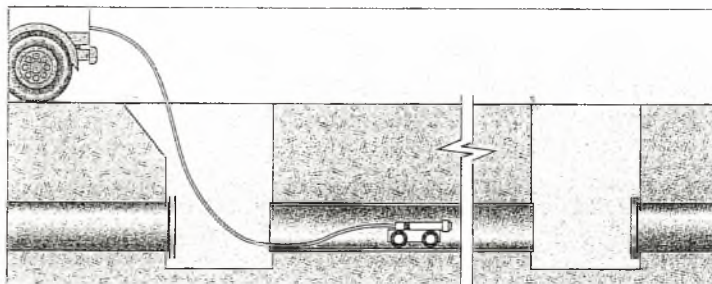
- Available from 75 to 1600mm diameter
- Cures leakage
- Stops internal corrosion
- Quick installation
- Thin wall and smooth bore maximises flow capacity
- Close-fit lining
- Uses standard PE material
- Does not disturb adjacent services
- Wall thicknesses from 3mm to 20mm (SDR ≥ 26)
- Can negotiate bends up to 45°
- Long length installation possible (>1000m possible in a single insertion)

Subterra
PIPE RENOVATION & REHABILITATION

Stage One

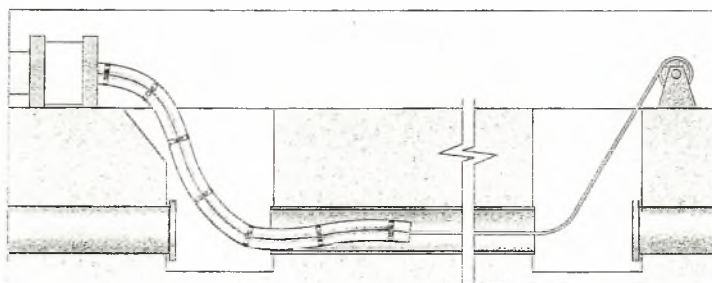
Cleaning: The internal corrosion and any deposits are cleaned off and the pipe surveyed with CCTV. If there are any problem areas such as intruding services these are dealt with at this stage.

Pre-installation: The polyethylene (PE) pipe string is created by butt fusion welding individual lengths of pipes, which can be supplied as coils or sticks.



Stage Two

Processing: The pipe string is then passed through the Subline machine, folded into the 'C' shape and held by strappings. This folded pipe is then pulled into the existing line.

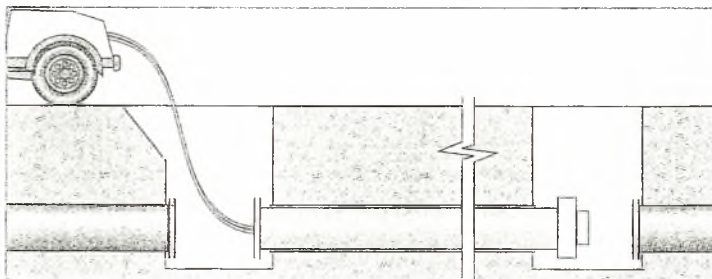


Stage Three

Reversion: When the PE pipe is in position within the host pipe it is filled with water and pressurised, breaking the strappings and reverting the PE to its circular shape, forming a close-fit, thin-wall liner.

Reconnection: The lined main is reconnected to the system using proprietary couplings designed specifically for use with lined mains.

Service reconnection: Service pipes can be reconnected by the use of proprietary fittings designed specifically for use with lined mains.



Subterra is one of the leading contractors in pipe renovation and rehabilitation, dedicated to development and innovation, providing the customer with the best solution for their particular problem. The systems employed by **Subterra** cover a wide range of applications for WATER, GAS, SEWERS and INDUSTRIAL PIPEWORK.

Subterra's expertise lies in the preservation of the client's existing pipeline assets by extending their useful life using a wide variety of techniques, designed to minimise excavation and disruption. **Subterra** currently offers a number of techniques to address pipe problems, the application of a single technique or a combination of any number can be discussed to provide the ideal solution.

Subterra

PIPE RENOVATION & REHABILITATION

Dealer Stamp

UK Enquiries: **Subterra, Head Office**, Unit A1, Preston Enterprise Centre, Salter Street, Preston, Lancashire PR1 1NT
Tel: 01772 888789 Fax: 01772 888901

Overseas Enquiries: **Subterra, Development Division**, Dullar Lane, Sturminster Marshall, Wimborne, Dorset BH21 4DA UK
Tel: +44 (0) 1258 857556 Fax: +44 (0) 1258 857960

Web Site: subterra.co.uk

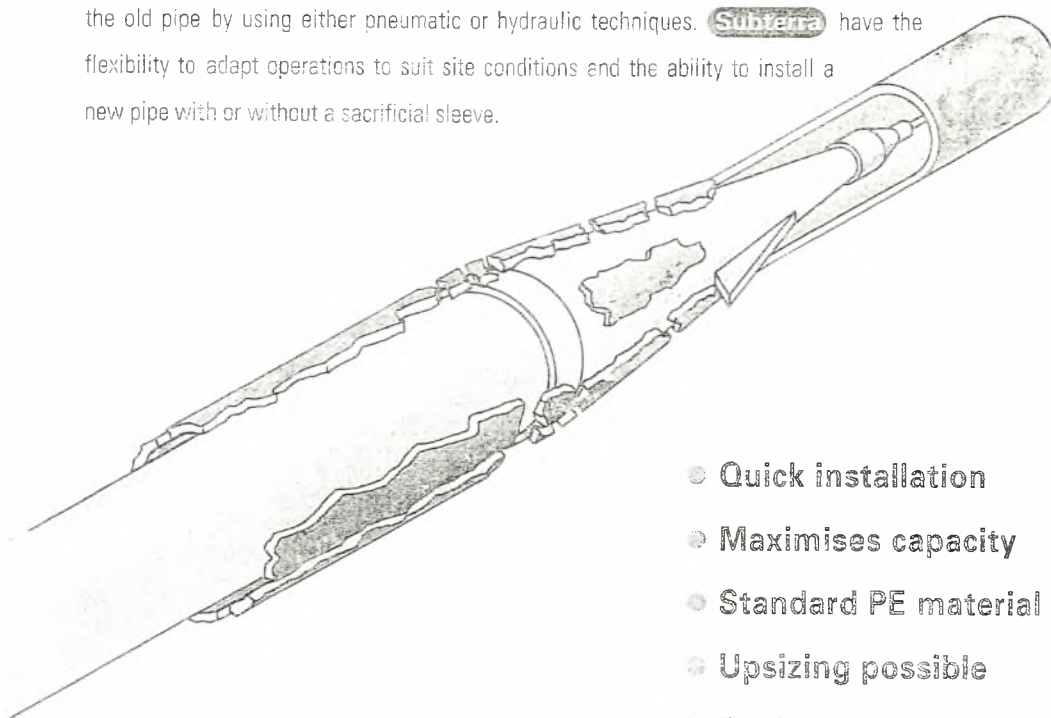
© Sub 4 22/05/98 5k

pipe bursting

Innovation
expertise
& experience

On line replacement of existing pipe

Pipebursting replaces existing deteriorated pipe with new polyethylene (PE) pipe of the same or larger diameter. The existing pipe is split by a nose-cone which expands the bore of the original pipe to accommodate the new PE pipe. **Embedding** provides a new structural PE pipe on the line of the old pipe by using either pneumatic or hydraulic techniques. **Subterra** have the flexibility to adapt operations to suit site conditions and the ability to install a new pipe with or without a sacrificial sleeve.



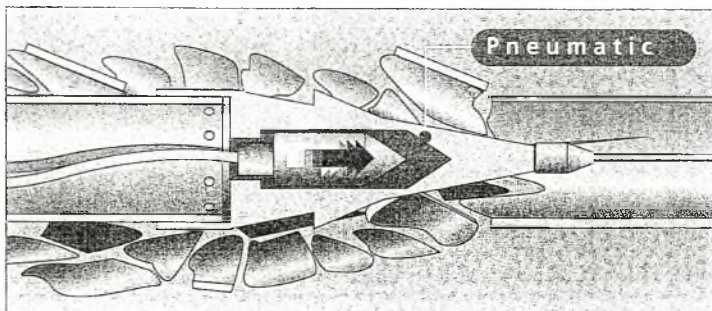
Pipebursting can offer size for size replacement or replacement of the existing pipe with one of a larger diameter increasing capacity.

- Quick installation
- Maximises capacity
- Standard PE material
- Upsizing possible
- Replace on the existing line
- With or without sleeve
- Standard fittings
- Fully structural replacement

Subterra
PIPE RENOVATION & REHABILITATION

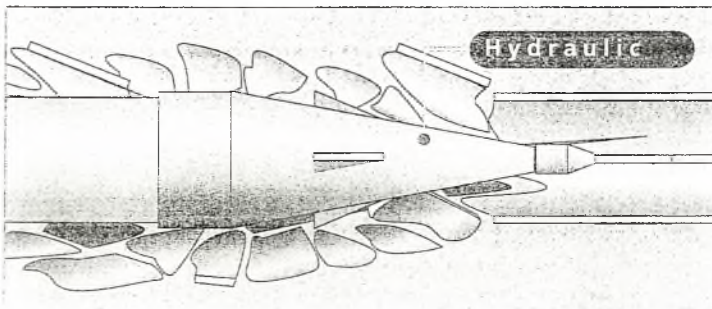
Pneumatic

Installation 1. - A winch line is inserted through the existing pipe to be burst and connected to the front of a nose cone which has an o/d larger than the i/d of the existing pipe. This is driven by a pneumatic “mole” which sits within this expansion shield.



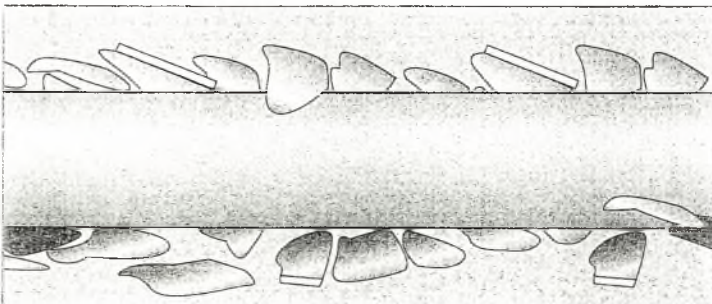
Hydraulic

Installation 2. - A series of screwed-end steel rods are pushed through the existing pipeline. A nose cone is then screwed onto the end of the rod complete with a string of poly-ethylene pipe previously welded together.



The rods are then pulled through the existing pipeline which is cracked by the nose cone. As each rod length is exposed it is unscrewed and the operation is repeated until the nose cone appears in the near access point.

Once the nose cone has cracked the existing pipe and pushed the pieces out into the surrounding ground, a void is created for the new pipeline to travel into as it follows immediately behind



Subterra is one of the leading contractors in pipe renovation and rehabilitation, dedicated to development and innovation, providing the customer with the best solution for their particular problem. The systems employed by **Subterra** cover a wide range of applications for WATER, GAS, SEWERS and INDUSTRIAL PIPEWORK.

Subterra's expertise lies in the preservation of the client's existing pipeline assets by extending their useful life using a wide variety of techniques, designed to minimise excavation and disruption. **Subterra** currently offers a number of techniques to address pipe problems, the application of a single technique or a combination of any number can be discussed to provide the ideal solution.

Dealer Stamp

Subterra

PIPE RENOVATION & REHABILITATION

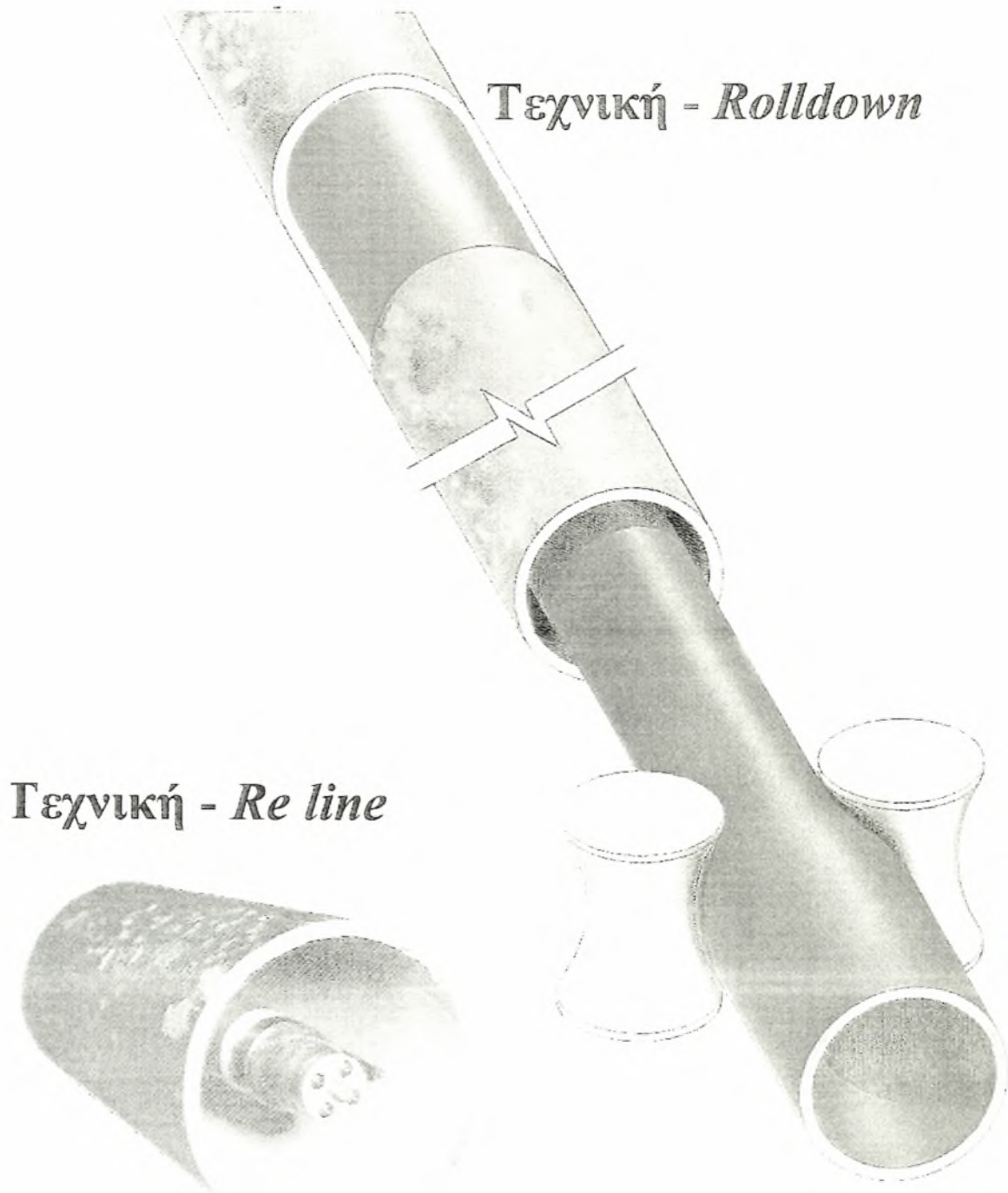
UK Enquiries: Subterra, Head Office, Unit A1, Preston Enterprise Centre, Salter Street, Preston, Lancashire PR1 1NT
Tel: 01772 888789 Fax: 01772 888901

Overseas Enquiries: Subterra, Development Division, Dullar Lane, Sturminster Marshall, Wimborne, Dorset BH21 4DA UK
Tel: +44 (0) 1258 857556 Fax: +44 (0) 1258 857960

Web Site: subterra.co.uk

© Sub7 22/05/98 5k

ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074334

