



Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Αυτοματισμού

Πτυχιακή Εργασία

“ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ”



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ : ΑΓΓΕΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ Α.Μ : 36102

ΑΙΓΑΛΕΩ , ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	σελ.1
Κεφάλαιο 1: Συστήματα SCADA- PLC.....	σελ.3
1.1 Ορισμός SCADA.....	σελ.3
1.2 Τα βασικά μέρη ενός SCADA.....	σελ.4
1.3 Αρχιτεκτονικές SCADA.....	σελ.8
1.4 Πλεονεκτήματα συστημάτων SCADA	σελ.11
1.5 PLC- Ορισμός.....	σελ.12
1.6 Εύρος Εφαρμογής.....	σελ.12
1.7 Βασικό σχέδιο.....	σελ.13
1.8 Δομή.....	σελ.14
1.9 Πλεονεκτήματα PLC.....	σελ.18
Κεφάλαιο 2: Απώλεια Ύδατος.....	σελ.19
2.1 Εισαγωγή.....	σελ.19
2.2 Απώλεια ύδατος.....	σελ.20
2.3 Ισορροπία Ύδατος.....	σελ.22
2.4 Δείκτες απόδοσης.....	σελ.25
2.5 Βέλτιστο Επίπεδο Απωλειών Ύδατος.....	σελ.26
Κεφάλαιο 3 : Δίκτυα Ύδρευσης.....	σελ.29
3.1 Ορισμός.....	σελ.29
3.2 Σχεδιασμός	σελ.29
3.3 Μοντελοποίηση.....	σελ.32
Κεφάλαιο 4 : Ανίχνευση και Εντοπισμός Διαρροών.....	σελ.37
4.1 Εμφάνιση διαρροής.....	σελ.37
4.2 Παρακολούθηση Ροής Μαζικής διαρροής - Ζώνες Ελέγχου.....	σελ.38
4.3 Εξοπλισμός ανίχνευσης διαρροών.....	σελ.40
4.4 Οφέλη και Χρήση συστημάτων SCADA στα Δίκτυα Ύδρευσης.....	σελ.50
Κεφάλαιο 5 : Εφαρμογή.....	σελ.55
5.1 Δομή WinCC.....	σελ.55
5.2 Περιγραφή δικτύου.....	σελ.61
5.3 Εκκίνηση WinCC και δημιουργία νέας εφαρμογής.....	σελ.62
5.3.1. Διαχείριση Μεταβλητών(Tag Management)	σελ.63
5.3.2. Graphics designer.....	σελ.69
5.3.3. Tag Logging.....	σελ.82
5.3.4. Alarm Logging.....	σελ.85
Συμπεράσματα.....	σελ.87
Βιβλιογραφία.....	σελ.88

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρόσβαση σε καθαρό και πόσιμο νερό αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη και την ευημερία ενός πληθυσμού. Εξαιτίας της μεγάλης σημασίας του ασφαλούς και πόσιμου νερού για τις ανάγκες των ανθρώπων, τις τελευταίες δεκαετίες έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στη βελτίωση της υποδομής των δικτύων ύδρευσης. Για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη λειτουργία του δικτύου πρέπει να υπάρχει μεγιστοποίηση της αξιοπιστίας του, ελαχιστοποίηση του ενεργειακού κόστους καθώς και τήρηση των προϋποθέσεων σχετικά με την ποιότητα του νερού. Για την επίτευξη των στόχων αυτών, πρωταρχικό ρόλο αποτέλεσε και αποτελεί η ανάπτυξη της τεχνολογίας που συνέβαλε στην αυτοματοποίηση των δικτύων ύδρευσης.

Μέχρι πρόσφατα, οι εγκαταστάσεις και τα δίκτυα ύδρευσης ελέγχονταν από ανθρώπινο δυναμικό, το οποίο ήταν υπεύθυνο για την παρακολούθηση και τον χειρισμό του δικτύου. Η σωστή και ομαλή λειτουργία τους απαιτούσε μεγάλη ικανότητα και εμπειρία, ειδικά για τον χειρισμό μεγάλων και πολύπλοκων μονάδων. Επιπλέον, η συνεχής παρακολούθηση ολόκληρου του δικτύου και η δυνατότητα έγκαιρης επέμβασης για την αποφυγή προβλημάτων και διαταραχών απαιτεί μεγάλο και εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό, αυξάνοντας σημαντικά το κόστος ύδρευσης. Σφάλματα και διαταραχές, όπως διαρροές και υπερχειλίσσεις δεξαμενών τα οποία δεν γίνονται αντιληπτά άμεσα, έχουν ως αποτέλεσμα την άσκοπη σπατάλη υδάτινων πόρων. Βλάβες αντλιών και σωληνώσεων στο δίκτυο ύδρευσης ή διακοπές ρεύματος, γίνονται αντιληπτές μόνο στους καταναλωτές με συνέπεια σημαντική φθορά υλικού και υψηλό κόστος. Με τη συμβολή της τεχνολογίας και την συνεχή εξέλιξη της έγινε η μετάβαση στην αυτοματοποίηση των δικτύων ύδρευσης με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας των παροχών και υπηρεσιών προς τους καταναλωτές και ταυτόχρονα αποτελεσματικότερη λειτουργία των εγκαταστάσεων με λιγότερο κόστος.

Η σύγχρονη λειτουργία και χειρισμός των δικτύων ύδρευσης αποτελεί ένα συνδυασμό συστημάτων SCADA, λογισμικών για την μοντελοποίηση του δικτύου και αλγορίθμων βελτιστοποίησης. Τα συστήματα SCADA παρέχουν συνεχώς πληροφορίες και δεδομένα της κατάστασης ολόκληρου του δικτύου και τροφοδοτούν τα συστήματα μοντελοποίησης και πρόβλεψης για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας.

Η αυτοματοποίηση των δικτύων ύδρευσης ωστόσο, δεν αντικαθιστά ούτε καταργεί εντελώς τον ανθρώπινο παράγοντα και το ρόλο του στα σύγχρονα συστήματα. Η σημασία και η αναγκαιότητα εξειδικευμένου προσωπικού παραμένει απαραίτητη έχοντας πλέον σύμμαχο την τεχνολογική εξέλιξη για την ομαλή και βέλτιστη λειτουργία.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα γίνει κατανοητό ότι η αυτοματοποίηση των δικτύων ύδρευσης στη σύγχρονη κοινωνία είναι απαραίτητη έχοντας θετικά αποτελέσματα ως προς τη λειτουργία τους.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Το πρώτο κεφάλαιο εστιάζεται στα συστήματα εποπτικού ελέγχου -SCADA όπου γίνεται αναφορά στη δομή και λειτουργία των συστημάτων καθώς επίσης και τη χρήση των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC). Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά την απώλεια ύδατος και παρουσιάζονται τα στοιχεία και τα χαρακτηριστικά της ισορροπίας του νερού στα οικοσυστήματα και στα δίκτυα ύδρευσης και διανομής. Στη συνέχεια, το κεφάλαιο 3, περιλαμβάνει τα δίκτυα ύδρευσης όπου περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας και η δομή τους, καθώς επίσης και οι διαδικασίες μοντελοποίησης αυτών. Ακολουθεί το τέταρτο κεφάλαιο η αναφορά σε μεθόδους και τεχνικές ανίχνευσης διαρροών, η χρήση και η συμβολή των συστημάτων εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων στην παραγωγική διαδικασία της παροχής και διανομής νερού.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο δίκτυο ύδρευσης το οποίο δημιουργήθηκε με τη χρήση του λογισμικού wincc της siemens και περιλαμβάνει όλες τις βασικές λειτουργίες και στοιχεία που υπάρχουν στα συστήματα ύδρευσης και διανομής ύδατος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Συστήματα SCADA

1.1 Βασικές Έννοιες

Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων (SCADA)

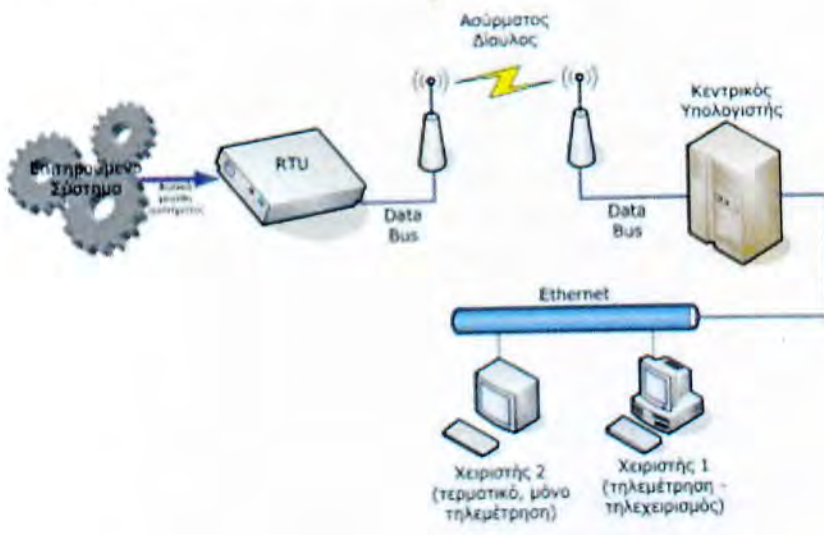
Ο όρος SCADA προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Supervisory Control And Data Acquisition και αποδίδεται ως Εποπτικός Έλεγχος και Συλλογή Δεδομένων. Δεν αποτελεί ένα πλήρες σύστημα ελέγχου αλλά επικεντρώνεται στο εποπτικό επίπεδο. Ειδικότερα, σαν σύστημα εποπτικού ελέγχου καλείται η διάταξη η οποία προορίζεται για τον έλεγχο και την εποπτεία εξοπλισμού που βρίσκεται σε απομακρυσμένες θέσεις, με χρήση πολυπλεξίας δια μέσω ενός αριθμού καναλιών επικοινωνίας. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως σε βιομηχανίες όπως αυτές των τηλεπικοινωνιών, της ύδρευσης νερού και έλεγχο αποβλήτων, της ενέργειας, των μεταφορών.

Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ ενός κεντρικού υπολογιστή και μιας σειρά από απομακρυσμένες μονάδες (RTU) και προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC). Ένα σύστημα SCADA επιτρέπει στον χειριστή να κάνει αλλαγές στα set points ενός ελεγκτή σε μια απομακρυσμένη διεργασία, να ανοίξει ή να κλείσει βαλβίδες ή διακόπτες, να ελέγχει τα διάφορα σήματα συναγερμού – λάθους, καθώς και να συλλέγει διάφορες μετρήσεις από διάφορες απομακρυσμένες διεργασίες.

1.2 Τα βασικά μέρη ενός SCADA

Ένα σύνηθες σύστημα scada αποτελείται από:

- Μια ή περισσότερες συσκευές διασύνδεσης δεδομένων, συνήθως απομακρυσμένες μονάδες εισόδων/εξόδων (RTU) ή προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC) που επικοινωνούν με συσκευές ανίχνευσης και τοπικούς διακόπτες ελέγχου και ενεργοποιητές βαλβίδων.
- Ένα σύστημα επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συσκευών διεπαφής δεδομένων με τις μονάδες ελέγχου και τον κεντρικό υπολογιστή του συστήματος.
- Έναν κεντρικό υπολογιστή-server, αρκετά μεγάλης υπολογιστικής ισχύος.
- Μια συλλογή τυπικών ή προσαρμοσμένων συστημάτων λογισμικού που χρησιμοποιούνται για να παρέχουν το λογισμικό scada στον κεντρικό υπολογιστή, όπως και τα προγράμματα των εκάστοτε συσκευών.



Εικόνα 1.1 : Τοπολογία συστήματος SCADA

Συσκευές διασύνδεσης δεδομένων

Διατάξεις διασύνδεσης δεδομένων αποτελούν τα “αυτιά και μάτια” ενός συστήματος SCADA. Συσκευές όπως, μετρητές στάθμης του ταμιευτήρα, μετρητές ροής του νερού, πομποί θέσης της βαλβίδας, μεταδότες θερμοκρασίας, μετρητές κατανάλωσης ενέργειας και πίεσης παρέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζεται ο χειριστής για τη διαχείριση και τον εποπτικό έλεγχο του συστήματος. Επιπλέον, εξοπλισμός όπως, ηλεκτρικοί ενεργοποιητές βαλβίδων, πίνακες ελέγχου κινητήρων κ.α μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση των “χεριών” του συστήματος scada και βοηθούν στην αυτοματοποίηση της διαδικασίας.

Ωστόσο, πριν την επίτευξη οποιουδήποτε αυτοματισμού ή απομακρυσμένης παρακολούθησης, οι πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί από τις συσκευές διασύνδεσης δεδομένων πρέπει να μετατραπούν σε μια μορφή που είναι συμβατή με τη γλώσσα του λογισμικού SCADA. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται κάποιος μορφής ηλεκτρονικής διασύνδεσης στον τομέα των δεδομένων. Οι απομακρυσμένες μονάδες τηλεμετρίας (RTU), παρέχουν τη δυνατότητα αυτή. Χρησιμοποιούνται κυρίως για να τη μετατροπή των ηλεκτρικών σημάτων που λαμβάνονται από τις συσκευές, στη γλώσσα που χρησιμοποιείται σύμφωνα με το πρωτόκολλο σε ένα κανάλι επικοινωνίας.

Οι οδηγίες για την αυτοματοποίηση των συσκευών δεδομένων, όπως ο έλεγχος μιας αντλίας, συνήθως αποθηκεύονται τοπικά. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο περιορισμένο εύρος επικοινωνίας μεταξύ του κεντρικού υπολογιστή scada και τις συσκευές δεδομένων. Τέτοια δεδομένα συντηρούνται εντός των PLC τα οποία στο παρελθόν ήταν διαχωρισμένα από τις μονάδες RTU. Ένα PLC είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση της παρακολούθησης και του ελέγχου των βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αυτόνομο ή σε συνδυασμό με άλλα συστήματα SCADA. Συνδέεται απευθείας με τις συσκευές δεδομένων και ενσωματώνει προγραμματισμένες πληροφορίες υπό τη μορφή των λογικών διαδικασιών που εκτελούνται κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Δίκτυο Επικοινωνίας

Το δίκτυο επικοινωνίας έχει σκοπό να παρέχει τα μέσα με τα οποία τα δεδομένα μπορούν να μεταφέρονται μεταξύ του κεντρικού υπολογιστή-διακομιστή και των εξωτερικών συσκευών ελέγχου του συστήματος. Δίκτυο Επικοινωνίας αναφέρεται στον εξοπλισμό που απαιτείται για τη μεταφορά δεδομένων προς και από διαφορετικές τοποθεσίες. Το μέσο που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι είτε καλώδιο, τηλεφώνου ή ασυρμάτου.

Η χρήση του καλωδίου χρησιμοποιείται συνήθως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις εργοστασίων. Αυτή η υλοποίηση δεν είναι πρακτική στα συστήματα τα οποία καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, λόγω του υψηλού κόστους

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

των καλωδίων, αγωγών και πρακτικότητας διασύνδεσης. Η χρήση των τηλεφωνικών γραμμών είναι πιο οικονομική λύση για συστήματα με μεγάλη κάλυψη. Η μισθωμένη γραμμή χρησιμοποιείται για συστήματα που απαιτούν συνεχή on-line σύνδεση με του σταθμούς.

Ωστόσο υπάρχουν περιοχές που δεν είναι προσβάσιμες από τις τηλεφωνικές, όπου η χρήση ασύρματης επικοινωνίας ραδιοσυχνοτήτων αποτελεί την ιδανικότερη λύση. Radio modems χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση και την επικοινωνία των απομακρυσμένων τοποθεσιών ενώ με εγκατάσταση αναμεταδοτών καλύπτεται μεγάλη έκταση και ευρύ φάσμα

Παλαιότερα, τα δίκτυα των συστημάτων scada ήταν ανεξάρτητα, εξειδικευμένα δίκτυα επικοινωνίας. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και της ευρυζωνικότητας, εντάχθηκαν στο υπάρχον δίκτυο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται καθημερινά. Το κύριο πλεονέκτημα της εξέλιξης αυτής ήταν το γεγονός ότι δεν υπήρχε πλέον καμία ανάγκη επένδυσης για τη δημιουργία ξεχωριστών δικτύων επικοινωνίας των συστημάτων scada και ήταν πλέον ευκολότερη η χρήση και η ενσωμάτωση εφαρμογών γραφείου, όπως συστήματα διαχείρισης, βάσεις δεδομένων, Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS) συστήματα, συστήματα μοντελοποίησης και διανομής νερού.

Κεντρικός υπολογιστής

Ο κεντρικός υπολογιστής είναι συνήθως ένας υπολογιστής ή ένα δίκτυο servers που παρέχουν μια διεπαφή ανθρώπου-μηχανής για το χειρισμό του συστήματος scada. Οι υπολογιστές επεξεργάζονται τις πληροφορίες που λαμβάνουν από τις συσκευές ελέγχου και παρουσιάζονται στο χρήστη. Τα τερματικά του χειριστή, συνδέονται με τον κεντρικό υπολογιστή μέσω καναλιών επικοινωνίας ώστε οι οθόνες και τα δεδομένα εμφανίζονται στο χρήστη για περαιτέρω διαχείριση. Τα σύγχρονα συστήματα scada, έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν γραφικά υψηλής ανάλυσης για την απεικόνιση, πχ μιας γραφικής διεπαφής ή μια οθόνη του δικτύου παροχής νερού.

Όπως αναφέραμε και νωρίτερα, παλαιότερα, τα συστήματα scada αποτελούσαν ανεξάρτητα συστήματα χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό και λογισμικό που παρείχαν οι προμηθευτές, καθιστώντας δύσκολη και ανέφικτη την επικοινωνία και χρήση άλλων συστημάτων. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών και δικτύων, έδωσε τη δυνατότητα σε μια ευρεία χρήση των συστημάτων αυτών βασιζόμενα στα κοινά οικιακά συστήματα παρέχοντας περισσότερες δυνατότητες και ευκολίες στη χρήση και την επεξεργασία.

Σταθμοί εργασίας και λογισμικό

Οι σταθμοί εργασίας είναι πιο συχνά τερματικά τα οποία είναι δικτυωμένα με τον κεντρικό υπολογιστή του συστήματος scada. Ο κεντρικός υπολογιστής ενεργεί ως διακομιστής για μια εφαρμογή scada και τα τερματικά είναι οι "πελάτες" (clients) που ζητούν και στέλνουν πληροφορίες στον κεντρικό υπολογιστή σύμφωνα με την εκάστοτε διαδικασία.

Μια σημαντική πτυχή του κάθε συστήματος SCADA είναι το λογισμικό του υπολογιστή που χρησιμοποιείται εντός του συστήματος. Το πιο εμφανές λογισμικό είναι αυτό της άμεσης διεπαφής του χειριστή με το σύστημα. Ωστόσο, το λογισμικό ορισμένων συστημάτων διαπερνά όλα τα επίπεδα ενός SCADA. Ανάλογα με το μέγεθος και τη φύση της εφαρμογής, το λογισμικό μπορεί να αποτελέσει σημαντικό σημείο του κόστους κατά την ανάπτυξη, διατήρηση και επέκταση ενός ολοκληρωμένου συστήματος scada. Ένα καλά καθορισμένο και σχεδιασμένο λογισμικό αποτελεί κύριο συστατικό για τη παραγωγικότητα του συστήματος.

Τα προϊόντα λογισμικού που χρησιμοποιούνται συνήθως στο πλαίσιο ενός συστήματος scada είναι :

- Λειτουργικό σύστημα κεντρικού υπολογιστή-διακομιστή, που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της κεντρικής μονάδας και της επικοινωνίας με τα τερματικά.
- Κεντρική εφαρμογή του υπολογιστή-διακομιστή. Λογισμικό που διαχειρίζεται τη μετάδοση και λήψη δεδομένων από και προς των RTU/PLC και του κέντρου. Παρέχει επίσης και τη γραφική διεπαφή με το χρήστη προσφέροντας όλα τα απαραίτητα εργαλεία για τη διαχείριση του συστήματος.
- Λογισμικό διαχείρισης τερματικού. Εφαρμογή που επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες των τερματικών ώστε να είναι διαθέσιμα στον κεντρικό υπολογιστή. Συνήθως είναι ένα υποσύνολο του λογισμικού που χρησιμοποιείται σε κεντρικούς υπολογιστές υποδοχής.
- Πρωτόκολλα επικοινωνίας. Λογισμικό που βασίζεται στο κεντρικό υπολογιστή και στα όργανα ελέγχου και καλείται να ελέγξει τη μετάφραση και την ερμηνεία των δεδομένων για την ορθή επικοινωνία.
- Λογισμικό διαχείριση δικτύου επικοινωνίας. Απαιτείται για τον έλεγχο του δικτύου επικοινωνίας και επιτρέπει την παρακολούθηση αυτών.
- RTU/PLC λογισμικό αυτοματισμού. Επιτρέπει τη ρύθμιση και διατήρηση της εφαρμογής εντός των οργάνων . Τις περισσότερες φορές περιλαμβάνει τοπική εφαρμογή αυτοματισμού για εργασία και επεξεργασία δεδομένων

που εκτελούνται τοπικά.

1.3 Αρχιτεκτονικές SCADA

Τα συστήματα scada έχουν εξελιχθεί παράλληλα με την ανάπτυξη και την πολυπλοκότητα της σύγχρονης τεχνολογίας των υπολογιστών. Η διαδρομή και η εξέλιξη των συστημάτων περιγράφεται μέσα από 3 γενιές συστημάτων scada:

- Πρώτη γενιά : Μονολιθικά
- Δεύτερη γενιά : Κατανεμημένη
- Τρίτη γενιά : Δικτυωμένη

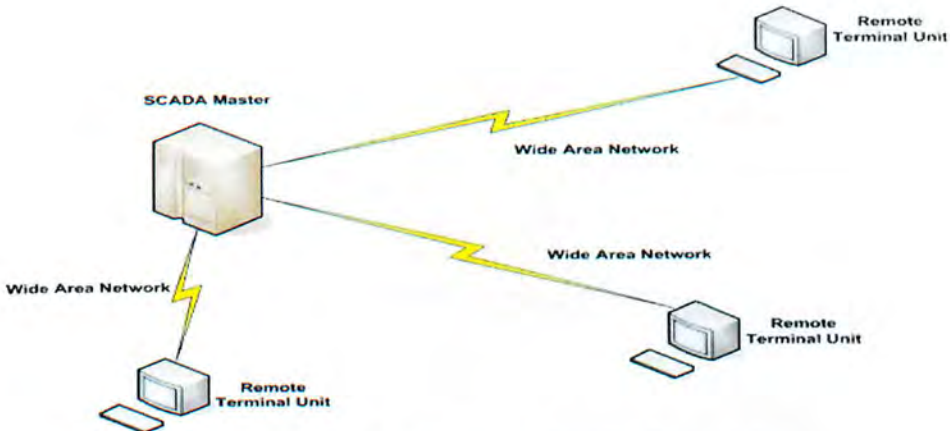
Μονολιθικά συστήματα SCADA

Όταν τα συστήματα scada αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά, η έννοια των υπολογιστών γενικότερα επικεντρώνονταν σε μεγάλα συστήματα υπολογιστών. Τα δίκτυα ήταν σχεδόν ανύπαρκτα και κάθε σύστημα λειτουργούσε ανεξάρτητα. Ως αποτέλεσμα τα συστήματα scada ήταν αυτόνομα με ουσιαστικά καμία σύνδεση με άλλα.

Τα δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN) που δημιουργήθηκαν για την επικοινωνία με απομακρυσμένες μονάδες είχαν σχεδιαστεί με αποκλειστικό σκοπό την επικοινωνία καθώς επίσης και τα σημερινά πρωτόκολλα ήταν άγνωστα την εποχή αυτή.

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούσαν τα δίκτυα scada αναπτύχθηκαν από τους προμηθευτές των τερματικών μονάδων σύμφωνα με τον εξοπλισμό που παρείχαν. Επιπλέον τα πρωτόκολλα αυτά ήταν γενικά πολύ λιτά υποστηρίζοντας ουσιαστικά καμία λειτουργία πέρα από τη σάρωση και έλεγχο των απομακρυσμένων σημείων.

Η συνδεσιμότητα στον κύριο σταθμό του συστήματος ήταν πολύ περιορισμένη. Οι συνδέσεις γίνονταν με τη χρήση προσαρμογέων ή ελεγκτών με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU). Πρωταρχική λειτουργία του συστήματος σε κατάσταση αναμονής ήταν να παρακολουθούν τη διαδικασία και να ενεργούν σε περίπτωση βλάβης ή αποτυχίας. Αυτός ο τύπος λειτουργίας της αναμονής σήμαινε ότι η επεξεργασία που γινόταν ήταν ελάχιστη ή μηδαμινή.



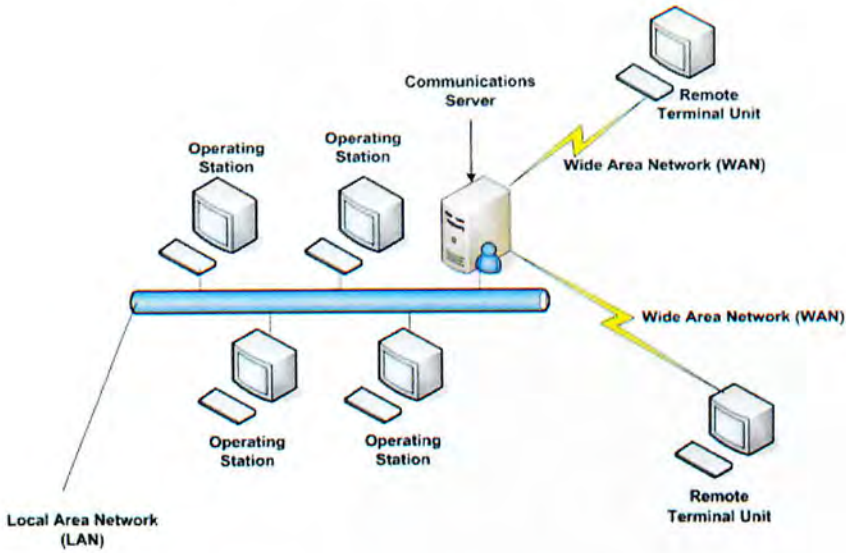
Εικόνα 1.2 : Πρώτη γενιά συστημάτων scada

Κατανεμημένα συστήματα SCADA

Η επόμενη γενιά των συστημάτων scada στηρίχθηκε στις εξελίξεις και την βελτίωση των υπολογιστικών συστημάτων και στη ανάπτυξη των τοπικών δικτύων (LAN) για να διανέμουν την επεξεργασία σε πολλαπλά συστήματα. Πολλαπλοί σταθμοί, ο καθένας για μια συγκεκριμένη λειτουργία, συνδέθηκαν σε ένα τοπικό δίκτυο διευκολύνοντας την άμεση ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων. Αυτοί οι σταθμοί ήταν υπολογιστικά συστήματα, μικρότερα και λιγότερο δαπανηρά σε σχέση με την πρώτη γενιά. Μερικοί σταθμοί διετέλεσαν ως σταθμοί επικοινωνίας με τις απομακρυσμένες συσκευές, άλλοι ως φορείς διεπαφής παρέχοντας τη διεπαφή ανθρώπου-μηχανής στο χρήστη καθώς επίσης και ως διακομιστές βάσεις δεδομένων και επεξεργασίας. Η κατανομή των λειτουργιών σε πολλαπλά συστήματα προσέφερε μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ και παραγωγικότητα έναντι των ενιαίων αυτόνομων συστημάτων. Τα δίκτυα στα οποία συνδέονταν τα επιμέρους αυτά συστήματα βασίζονταν σε πρωτόκολλα LAN και δεν ξεπερνούσαν τα όρια του τοπικού περιβάλλοντος.

Η λειτουργία των κατανεμημένων συστημάτων ,πέρα από την επεξεργαστική ισχύ, βελτίωνε την αξιοπιστία του συστήματος συνολικά. Αντί του απλού πρωτοβάθμιου συστήματος αναμονής, που χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα συστήματα παραγωγής, η κατανεμημένη αρχιτεκτονική συχνά διατηρούσε τους σταθμούς στο τοπικό δίκτυο σε κατάσταση σύνδεσης. Για παράδειγμα, σε περίπτωση αποτυχίας ή σφάλματος ενός σταθμού, ένας άλλος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία του συστήματος χωρίς να περιμένει ανακατεύθυνση από το κεντρικό σύστημα.

Όπως και με την πρώτη γενιά συστημάτων, η δεύτερη γενιά κατανεμημένων συστημάτων scada περιορίζονταν σε υλικό, λογισμικό και περιφερειακές συσκευές που παρέχονταν ή επιλέγονταν από τους κατασκευαστές.



Εικόνα 1.3 : Δεύτερη γενιά συστημάτων scada

Δικτυωμένα συστήματα SCADA

Η σημερινή γενιά των συστημάτων scada και η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιείται είναι στενά συνδεδεμένη με εκείνα της δεύτερης γενιάς, με την κύρια διαφορά ότι αποτελούν ένα σύστημα ανοιχτής αρχιτεκτονικής χωρίς να ελέγχεται αποκλειστικά από συγκεκριμένο ιδιόκτητο περιβάλλον. Υπάρχουν ακόμα πολλαπλά συστήματα δικτύου, τα οποία μοιράζονται λειτουργίες, καθώς επίσης και απομακρυσμένες συσκευές ελέγχου που χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας των κατασκευαστών. Η σημαντική ωστόσο βελτίωση των σύγχρονων συστημάτων τρίτης γενιάς είναι το άνοιγμα της αρχιτεκτονικής του συστήματος, χρησιμοποιώντας ανοιχτά πρότυπα και πρωτόκολλα που καθιστούν δυνατή τη λειτουργία των συστημάτων scada σε δίκτυα πέρα από τα τοπικά.

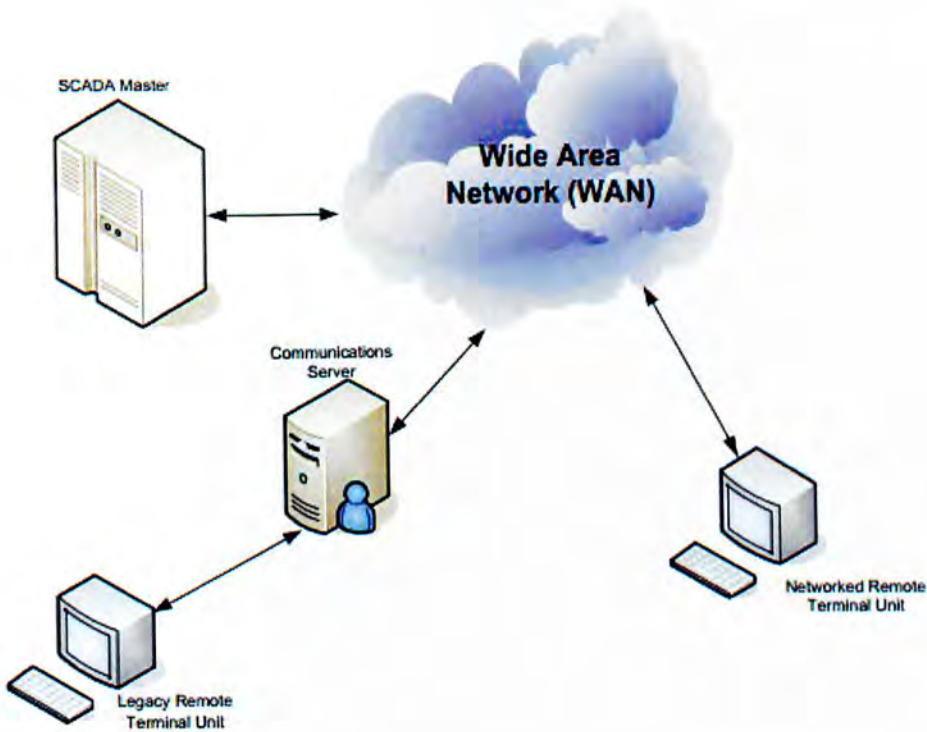
Τα ανοιχτά πρότυπα εξάλειψαν πολλούς από τους περιορισμούς των προηγούμενων γενεών, δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να συνδέσει στο σύστημα ή στο δίκτυο περιφερειακές συσκευές (όπως οθόνες, εκτυπωτές, δίσκοι, μονάδες ταινίας κτλ).

Η σημαντική βελτίωση της τρίτης γενιάς συστημάτων scada προέρχεται από της χρήση WAN πρωτοκόλλων, όπως το internet protocol (IP) για την επικοινωνία μεταξύ του κεντρικού σταθμού και του εξοπλισμού. Αυτό επιτρέπει στο τμήμα του κεντρικού σταθμού που είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τις συσκευές πεδίου να διαχωριστεί από το υπόλοιπο σύστημα. Οι προμηθευτές παράγουν τώρα συσκευές που επικοινωνούν με τον κύριο σταθμό χρησιμοποιώντας μια σύνδεση Ethernet.

Ένα άλλο πλεονέκτημα που προκύπτει από τη κατανομή της λειτουργικότητας ενός συστήματος scada σε ένα ευρύ δίκτυο(WAN) είναι το στοιχείο της αξιοπιστίας και ασφάλειας σε περιπτώσεις ολικών απωλειών. Η διανομή του συστήματος σε ένα τοπικό δίκτυο όπως αυτά της δεύτερης γενιάς

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

βελτιώνει την αξιοπιστία, αλλά σε περίπτωση ολικής απώλειας του κεντρικού σταθμού, ολόκληρο το σύστημα θα μπορούσε να χαθεί επίσης. Με τη διανομή των λειτουργιών σε διαφορετικές τοποθεσίες, καθίσταται δυνατό να οικοδομήσουμε ένα σύστημα SCADA που μπορεί να επιβιώσει και να λειτουργία ύστερα από οποιαδήποτε απώλεια κάποιου τμήματος. Σε περιπτώσεις που συνεχής λειτουργία της εφαρμογής SCADA είναι κρίσιμη και απαραίτητη η δυνατότητα αυτή είναι πολύ σημαντική.



Εικόνα 1.4: Δικτυωμένα συστήματα scada

1.4 Πλεονεκτήματα συστημάτων SCADA

Συνοψίζοντας και σύμφωνα με τα στοιχεία που αναφέραμε για τη δομή και λειτουργία των συστημάτων αυτών, μπορούμε να αναφέρουμε επιγραμματικά τα πλεονέκτημα της χρήσης Συστημάτων Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων στην παραγωγική διαδικασία.

- Μείωση του λειτουργικού κόστους
- Παροχή άμεσης γνώσης της απόδοσης του συστήματος
- Βελτίωση της απόδοσης του συστήματος

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

- Αύξηση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού
- Μείωση δαπανηρών επισκευών
- Μείωση του αριθμού των εργατο-ωρών (κόστος εργασίας) που απαιτούνται για την αντιμετώπιση των προβλημάτων
- Ικανότητα επέκτασης του συστήματος
- Δημιουργία αρχειοθέτησης και καταγραφή γεγονότων
- Μεγάλη αξιοπιστία/διαθεσιμότητα
- Μεγαλύτερη ασφάλεια
- Σωστή διαχείριση και αποταμίευση ενέργειας λόγω της βελτιστοποίησης των εγκαταστάσεων.

PLC

1.5 Ορισμός

Το ακρωνύμιο PLC προέρχεται από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων "Programmable Logic Controllers" και αποδίδεται ως Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής.

Εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1960, όπου μια ομάδα μηχανικών της General Motors ανέπτυξε τον πρώτο προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή για τις ανάγκες αυτοματοποίησης της αυτοκινητοβιομηχανίας σε μια προσπάθεια αντικατάστασης των συστημάτων ελέγχου ρελέ που χρησιμοποιούσαν μέχρι τότε. Το νέο σύστημα ελέγχου έπρεπε να πληρεί τις ακόλουθες απαιτήσεις :

- Απλός προγραμματισμός
- Αλλαγές του προγράμματος χωρίς την παρέμβαση του συστήματος και χωρίς εσωτερική επανακαλωδίωση
- Απλό, χαμηλό κόστος συντήρησης
- Μικρότερα, φθηνότερα και πιο αξιόπιστα από τα αντίστοιχα συστήματα ελέγχου ρελέ

Ως συνέπεια της ανάπτυξης δημιουργήθηκε ένα σύστημα το οποίο επέτρεψε την απλή σύνδεση δυαδικών σημάτων. Οι προϋποθέσεις για τον τρόπο σύνδεσης των σημάτων αυτών, εντοπίστηκαν στον έλεγχο του προγράμματος. Για πρώτη φορά, έγινε εφικτή η δυνατότητα να σχεδιάζονται τα σήματα σε μια οθόνη και να καταθέτονται σε εσωτερικές μνήμες μέσα στο νέο σύστημα.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής σημαντικές βελτιώσεις και εξέλιξη υπήρξε ανάλογα και στην ανάπτυξη των PLC και των συστημάτων αυτών. Στα σύγχρονα συστήματα, το εύρος και οι ανάγκες των

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

λειτουργιών έχει αυξηθεί σημαντικά. Μερικά χρόνια πριν, η αναλογική επεξεργασία, η διαδικασία απεικόνισης ή ακόμα και η χρήση του plc ως ελεγκτή, θεωρούνταν άγνωστα και ουτοπικά. Πλέον, αυτές οι λειτουργίες αποτελούν ένα θεμελιώδες και αναπόσπαστο κομμάτι των συστημάτων αυτοματισμού με τη χρήση των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.

1.6 Εύρος εφαρμογής των PLC

Κάθε μηχάνημα ή σύστημα έχει έναν ελεγκτή. Ανάλογα με τον τύπο της τεχνολογίας, οι ελεγκτές μπορούν να χωριστούν σε υδραυλικούς, πνευματικούς, ηλεκτρονικούς και ηλεκτρικούς. Συχνά εφαρμόζεται ένα σύνθετο μείγμα από διαφορετικές τεχνολογίες. Επιπλέον, η διαφοροποίηση δημιουργείται μεταξύ του τρόπου σύνδεσης των στοιχείων και των PLC. Η εφαρμογή και χρήση των ελεγκτών συναντάται σε κάθε μορφή τεχνολογικού προϊόντος, όπως αυτοκίνητα, ηλεκτρονικά προϊόντα και συσκευές. Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές εφαρμογές και μέσου του εγκατεστημένου προγράμματος στη μνήμη τους, προσφέρουν στο χρήστη ένα εύκολο και αξιόπιστο μέσο, για την αλλαγή, επέκταση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών ελέγχου.

Η ευκολία της χρήσης των plc έγκειται στην διασύνδεση των σημάτων εισόδων με ένα καθορισμένο πρόγραμμα που καθορίζει τις αλλαγές στην αντίστοιχη έξοδο. Η άλγεβρα Boole αποτελεί τη βάση των μαθηματικών για τη διαδικασία αυτή, η οποία αναγνωρίζει με ακρίβεια δύο καταστάσεις που ορίζονται από μια μεταβλητή (0 και 1). Για παράδειγμα μπορεί να ελεγχθεί ένα μοτέρ και να οριστεί η ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση σύμφωνα με το αντίστοιχο σήμα που λαμβάνεται.

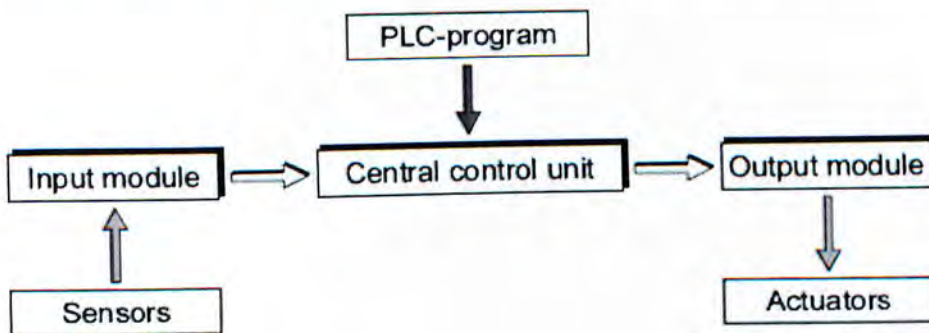
Αυτή η λειτουργία προσδιόρισε και το όνομα των plc ως προγραμματιζόμενη μονάδα λογικού ελέγχου, δηλαδή η συμπεριφορά εισόδου/εξόδου συνδεδεμένη με τα υπόλοιπα στοιχεία της διάταξης αυτοματισμού. Ωστόσο οι ανάγκες και οι απαιτήσεις στην παραγωγική διαδικασία αυξήθηκαν με αποτέλεσμα την προσθήκη περισσότερων λειτουργιών και καθηκόντων στους προγραμματιζόμενους ελεγκτές, όπως η χρήση χρονιστών και απαριθμητών, καθορισμό και επαναφορά μνήμης, μαθηματικές πράξεις κ.α που ολοκληρώνουν την εικόνα των σύγχρονων συστημάτων plc.

Οι σύγχρονοι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, έχουν εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αγοράς, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν σε οποιαδήποτε εφαρμογή. Συστήματα ύδρευσης, αντλιοστάσια, γραμμές παραγωγής στη βιομηχανία, μέσα μαζικής μεταφοράς, ανεμογεννήτριες, "έξυπνα" σπίτια, είναι ορισμένοι τομείς εφαρμογής.

1.7 Βασικό σχέδιο ενός PLC

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής ορίζεται από το πρότυπο EN 61131-1 (IEC 61131-1), ένα ψηφιακό ηλεκτρονικό σύστημα σχεδιασμένο για χρήση σε βιομηχανικό περιβάλλον, το οποίο χρησιμοποιεί μια προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση εντολών για εφαρμογή σε συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως λογική, αλληλουχίας, χρονοδιάγραμμα, μέτρηση, αριθμητική ώστε να ελέγχουν μέσω των αναλογικών ή ψηφιακών εισόδων/εξόδων διάφορους τύπους μηχανών ή παραγωγικές διεργασίες. Τόσο ο υπολογιστής όσο και οι συνδεδεμένες περιφερειακές συσκευές, έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να ενσωματώνονται σε ένα βιομηχανικό σύστημα ελέγχου και να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις προβλεπόμενες λειτουργίες.



Εικόνα 1.5 : Σχέδιο PLC

Ένα PLC είναι ένας υπολογιστής, ειδικά τροποποιημένος για τον έλεγχο συγκεκριμένων καθηκόντων. Η λειτουργία της μονάδας εισόδου είναι να μετατρέψει τα εισερχόμενα σήματα σε σήματα τα οποία μπορεί να επεξεργαστεί το plc και να τροφοδοτήσει την κεντρική μονάδα ελέγχου. Η αντίστροφη διαδικασία εκτελείται από μια μονάδα εξόδου. Αυτή μετατρέπει το σήμα σε σήματα plc κατάλληλα για τους μηχανισμούς κίνησης. Η πραγματική επεξεργασία σημάτων πραγματοποιείται στην κεντρική μονάδα ελέγχου σύμφωνα και με το πρόγραμμα που είναι αποθηκευμένο στη μνήμη. Το πρόγραμμα μπορεί να δημιουργηθεί με διάφορους τρόπους όπως με λίστα εντολών ή διαγράμματα ροής.

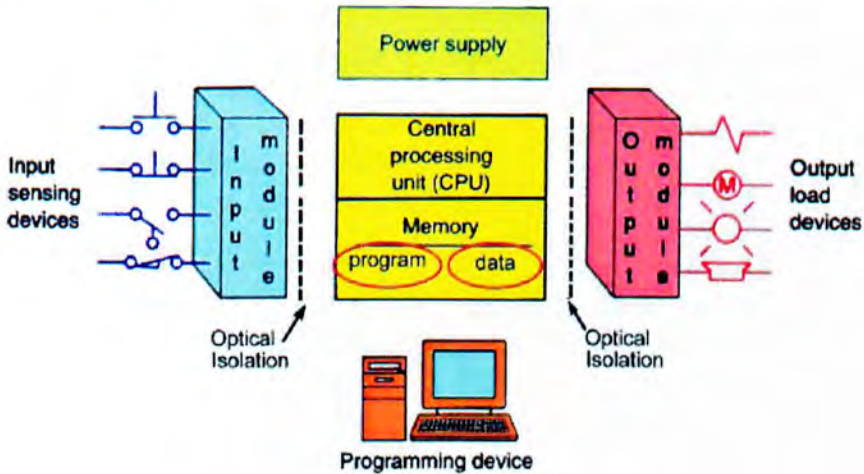
Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης της κεντρικής μονάδας ελέγχου με τις μονάδες εισόδων/εξόδων μπορεί να υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ ενός συμπαγές συστήματος PLC(κεντρική μονάδα, μονάδες εισόδους/εξόδους σε ένα περίβλημα) ή ενός αρθρωτού PLC.

1.8 Δομή PLC

Το PLC είναι μια συσκευή που βασίζεται σε ένα μικροεπεξεργαστή, διαθέτει

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

εσωτερική δομή ανάλογη με πολλών υπολογιστών και ελεγκτών. Περιλαμβάνει την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU), μνήμη, μονάδες εισόδου/εξόδου (I/O), τροφοδοτικό. Αυτά τα στοιχεία αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα ενός PLC. Επιπλέον, έχει σύνδεση με τη μονάδα Προγραμματισμού και Παρακολούθησης, Πρόγραμμα Εγγραφής και Εκτυπωτή.



Εικόνα 1.6 : Δομή PLC

Ανάλογα με τον τύπο του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή, τα εξαρτήματα που περιλαμβάνει μπορεί να στεγάζονται σε μια συμπαγή μονάδα ή να είναι κατανομημένα. Το κατανομημένο σύστημα έχει την κεντρική μονάδα επεξεργασίας, τη μνήμη και υποδοχείς εισόδων/εξόδων ενώ οι απομακρυσμένες μονάδες εισόδων και εξόδων μπορεί να βρίσκονται σε πολύ μεγάλη απόσταση από την κύρια μονάδα.

Βασική διαφορά μεταξύ του plc και άλλων συσκευών που βασίζονται σε μικροεπεξεργαστές είναι το γεγονός ότι το PLC είναι μονάδα σχεδιασμένη για βιομηχανικό περιβάλλον και είναι σχεδιασμένο ώστε να πληρεί τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Επίσης, είναι αρθρωτά επιτρέποντας την απλή και άμεση αντικατάσταση ή προσθήκη μονάδων. Υποστηρίζουν διάφορα επίπεδα σήματος και οι τυποποιημένες μονάδες I/O έχουν σχεδιαστεί για εύκολο προγραμματισμό.

Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Αποτελεί τη βασική μονάδα του ελεγκτή η οποία είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία του αυτοματισμού. Ο μικροεπεξεργαστής δέχεται τα ψηφιακά σήματα

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

είσοδου, τα επεξεργάζεται και πραγματοποιεί λογικές αποφάσεις σύμφωνα με το πρόγραμμα που έχει αποθηκευτεί στη μνήμη του. Η επεξεργασία του προγράμματος γίνεται συνεχώς κυκλικά. Ελέγχονται συνεχώς οι είσοδοι του συστήματος αν έχουν τάση, επεξεργάζεται το πρόγραμμα και αποφασίζει για την κατάσταση των εξόδων του συστήματος.

Μνήμη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι της μονάδας της μνήμης. Είναι η περιοχή που κατέχει το λειτουργικό σύστημα και η μνήμη του χρήστη. Το λειτουργικό σύστημα είναι στην πραγματικότητα ένα λογισμικό σύστημα που συντονίζει το PLC. Το λογικό πρόγραμμα και οι εντολές, οι τιμές των μετρητών και των χρονιστών είναι αποθηκευμένα στη μνήμη του χρήστη.

- **Read only Memory (ROM)**
Η μνήμη ROM είναι μη-πτητική μνήμη που μπορεί να προγραμματιστεί μόνο μια φορά. Είναι ακατάλληλη και χρησιμοποιείται λιγότερο από άλλους τύπους.
- **Random Access Memory (RAM)**
Είναι ο συνηθισμένος τύπος μνήμης για την αποθήκευση του προγράμματος και των δεδομένων των χρηστών. Τα δεδομένα στην πτητική μνήμη RAM χάνονται αν η πηγή ενέργειας αφαιρεθεί.
- **Erasable Programmable Read only Memory (EPROM)**
Διαγραφόμενη, προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση. Κατέχει μόνιμα δεδομένα όπως η ROM. Δεν απαιτείται αποθήκευση ενέργειας για ασφάλεια. Ωστόσο το περιεχόμενο μπορεί να διαγραφεί αν εκτεθεί σε υπεριώδη ακτινοβολία.
- **Electrically Erasable Programmable Read Only memory (EEPROM)**
Ηλεκτρικά αποσβέσιμες και προγραμματιζόμενες μνήμες μόνο για ανάγνωση. Η μνήμη EEPROM συνδυάζει την ευελιξία πρόσβασης της μνήμης RAM και τη μη-μεταβλητότητα της EPROM. Το περιεχόμενο της μπορεί να σβηστεί και να επαναπρογραμματιστεί ηλεκτρικά.

Μονάδα τροφοδοσίας

Η μονάδα τροφοδοσίας έχει σκοπό την παροχή της απαιτούμενης τάσης των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που περιλαμβάνονται στο PLC. Οι τυπικές εσωτερικές τάσεις που χρησιμοποιούνται είναι 5, 9 και 24 V DC. Σύμφωνα με το βιομηχανικό πρότυπο το σύστημα ελέγχου με PLC λειτουργεί με ηλεκτρική τάση 24V DC. Συνεπώς, σε ένα αρθρωτό PLC απαιτείται μια παροχή ρεύματος η οποία

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

παρέχει μια φιλτραρισμένη και σταθερή τάση DC για το PLC και τους εξωτερικούς αισθητήρες.

Ένα PLC λειτουργεί με εσωτερική τάση 5V. Γι αυτό υπάρχει μια εσωτερική παροχή χαμηλής τάσης. Είναι γαλβανικά απομονωμένη από την εξωτερική τάση τροφοδοσίας. Ανάλογα με την μονάδα τροφοδοσίας τα συστήματα ελέγχου έχουν εναλλασσόμενο ρεύμα εισόδου 220V AC.

Μονάδες εισόδου / εξόδου

Συσκευές εισόδου. Η νοημοσύνη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος είναι σε μεγάλο βαθμό ανάλογη με την ικανότητα του PLC να διαβάσει τις διάφορες συσκευές εισαγωγής, αυτόματες ή χειροκίνητες. Τα μπουτόν, οι διακόπτες, τα πληκτρολόγια είναι η βασική διεπαφή του ανθρώπου με το σύστημα και αποτελούν την είσοδο του συστήματος. Επίσης για την ανίχνευση της εργασίας, την παρακολούθηση μηχανισμών κίνησης, τον έλεγχο της πίεσης ή της ροής υγρού το PLC θα πρέπει να επιλέξει το σήμα από τις συγκεκριμένες αυτόματες συσκευές ανίχνευσης όπως διακόπτες προσέγγισης, φωτοηλεκτρικούς αισθητήρες, αισθητήρες στάθμης κ.α. Τα σήματα που λαμβάνονται στην είσοδο του συστήματος είναι λογικά (0 ή 5V που αντιστοιχούν σε "0" ή "1") ή αναλογικά. Αυτά τα σήματα συνδέονται με το PLC μέσω διάφορων μονάδων εισόδου.

Συσκευές εξόδου. Ένα αυτόνομο σύστημα είναι ελλιπές χωρίς τα μέσα διασύνδεσης με τις συσκευές εξόδου. Μερικές από τις πιο συνήθεις ελεγχόμενες συσκευές είναι οι κινητήρες, τα πηνία, ρελέ, λυχνίες ένδειξης κ.α. Μέσω της ενεργοποίησης των πηνίων και των κινητήρων ένα PLC μπορεί να ελέγξει από ένα απλό σύστημα μεταφοράς μέχρι μια πολύπλοκη διαδικασία παραγωγής πολλών συσκευών και μηχανημάτων ή ένα δίκτυο ύδρευσης. Αυτές οι μονάδες εξόδου αποτελούν τον μηχανισμό ενός συστήματος και έχουν άμεση επίδραση με την παραγωγική διαδικασία και την απόδοση.

Συσκευή προγραμματισμού

Ένα plc απαιτεί ένα τερματικό προγραμματισμού και λογισμικό για τη λειτουργία του. Το τερματικό μπορεί να λειτουργήσει ως αποκλειστικό τερματικό σταθμό ή με υπολογιστή γενικής χρήσης. Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προγράμματος και τη λειτουργία παρακολούθησης της διαδικασίας. Επίσης αποτελεί ξεχωριστή μονάδα, ώστε να ενσωματώνεται ή να συνδέεται με το PLC

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

όταν απαιτείται, προσδίδοντας με τον τρόπο αυτό μεγαλύτερη ευκολία και ευελιξία στον προγραμματιστή για τη χρήση του σε κάθε σύστημα αυτοματισμού.

1.9 Πλεονεκτήματα του PLC

Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές δημιουργήθηκαν για να αντικαταστήσουν τον κλασικό αυτοματισμό με χρήση ρελέ που χρησιμοποιούνταν στη παραγωγική διαδικασία. Ενδεικτικά, κάνοντας αναφορά στα πλεονεκτήματα των συστημάτων PLC :

- Αποτελούν συσκευές γενικής χρήσεως, καθώς το ίδιο μηχάνημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές εφαρμογές και παραγωγικές διαδικασίες.
- Ευελιξία. Επιτρέπει στο χρήστη την εύκολη επέμβαση στο σύστημα και τη δυνατότητα αλλαγών χωρίς τροποποίηση του υλικού.
- Η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται σημαντικά καθώς το plc καταναλώνει λιγότερη ενέργεια.
- Αυτόματες διαγνωστικές λειτουργίες επιτρέπουν την εύκολη και γρήγορη επίλυση των προβλημάτων του συστήματος.
- Αύξηση παραγωγικότητας. Η ταχύτητα του plc είναι σε milliseconds. Ως εκ τούτου, ο χρόνος κύκλου μηχανής έχει βελτιωθεί σημαντικά, αυξάνοντας την παραγωγικότητα.
- Μείωση του κόστους, ιδίως σε περίπλοκα συστήματα που υπάρχουν πολλές συσκευές εισόδων/εξόδων.
- Τα PLC ως ηλεκτρονικές συσκευές καταλαμβάνουν πολύ μικρό χώρο. Η καλωδίωση του συστήματος PLC συνήθως μειώνεται κατά 80 τοις εκατό σε σύγκριση με το συμβατικό σύστημα ελέγχου ρελέ. Έτσι, το μέγεθος είναι μικρό ντουλάπι που οδηγεί σε λιγότερες απαιτήσεις σε χώρο.
- Αξιοπιστία. Το ποσοστό βλαβών είναι πολύ μικρότερο.
- Δυνατότητα σύνδεσης με περιφερειακές μονάδες (οθόνες,εκτυπωτές κ.α) ή υπολογιστές για τον έλεγχο και την εποπτεία της παραγωγικής διαδικασίας.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Απώλεια Ύδατος

2.1 Εισαγωγή

Το νερό είναι ένα καθημερινό στοιχείο στη ζωή του κάθε ανθρώπου, που στηρίζει την υγεία του, την οικονομική ανάπτυξη και τα οικοσυστήματα σε όλο τον πλανήτη. Καθώς το νερό είναι τόσο πολύτιμο και σημαντικό στις ζωές όλων, η προστασία και η σοφή χρήση των συστημάτων ύδρευσης αποτελεί μια κοινή ευθύνη. Η μείωση και ο έλεγχος της απώλειας ύδατος από τα δίκτυα ύδρευσης και τα δίκτυα διανομής πρέπει να αποτελεί τον κύριο στόχο των αρμόδιων φορέων.

Ο συνδυασμός της αυξανόμενης ζήτησης και των ελαττωμένων πόρων δημιουργεί μεγάλη πίεση στους υδάτινους πόρους. Το αποτέλεσμα από αυτό είναι ελλείψεις και περιορισμοί στο νερό οι οποίοι επιβάλλονται σε βιομηχανικές και άλλες χρήσεις σε πολλές χώρες σε όλη την Ευρώπη και, φυσικά, σε όλο τον κόσμο. Υπάρχουν επίσης περιστατικά όπου έχουν συμβεί σοβαρές ζημιές σε οικοσυστήματα. Σύμφωνα με επίσημες πηγές, το ένα τρίτο (1/3) των ευρωπαϊκών χωρών έχουν σχετικά χαμηλή διαθεσιμότητα σε νερό, δηλ. λιγότερο από 5000 μ³/άτομο/έτος. Οι νότιες χώρες επηρεάζονται ιδιαίτερα, με τη Μάλτα να έχει μόνο 100 μ³/άτομο/έτος. Οι πυκνοκατοικημένες χώρες της Βόρειας Ευρώπης, όπως το Βέλγιο, η Δανία και η Αγγλία που έχουν μέτριες βροχοπτώσεις επίσης βρίσκονται μέσα στην ομάδα με χαμηλή διαθεσιμότητα νερού. Σε Νότιες χώρες, όπως η Ελλάδα, η ζήτηση για νερό είναι γενικά μεγαλύτερη, ειδικά για τη γεωργία, αν και η βιομηχανία παραμένει ο πιο σημαντικός καταναλωτής νερού στην Ευρώπη. Για την Ευρώπη συνολικά, το 53 τοις εκατό του νερού που καταναλώνεται πηγαίνει στη βιομηχανία, το 26 τοις εκατό καταναλώνεται στην γεωργία και το 19 τοις εκατό για οικιακή χρήση αλλά με μεγάλες παραλλαγές μεταξύ των διαφόρων χωρών.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει κατανοητό ότι δεν μπορούν να ικανοποιηθούν οι αυξανόμενες απαιτήσεις για νερό. Ως αποτέλεσμα αυτού, έχει υπάρξει μια απομάκρυνση από την παραδοσιακή προσέγγιση στη διαχείριση της ζήτησης κατά την οποία γινόταν αύξηση της παροχής μέσω της ανάπτυξης νέων πόρων και σχεδίων μεταφοράς. Πλέον, η διαχείριση της ζήτησης εστιάζεται στην πιο αποδοτική χρήση του νερού, στον περιορισμό των απωλειών, σε λιγότερη σπατάλη κατά τη χρήση του νερού, σε πιο αποδοτικές συσκευές και στην

ανακύκλωση του νερού. Σε πολλές περιπτώσεις είναι πιο φθηνό και αποδοτικό να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού από την αύξηση των παροχών.

Από την πλευρά της παροχής νερού, οι απώλειες νερού από το σύστημα διανομής υπολογίζονται κατά μέσο όρο περίπου στο 30 έως 40% του νερού που περνά από τα δίκτυα. Σε μερικές από τις πρώην ανατολικο-ευρωπαϊκές χώρες δεν είναι ασυνήθιστο η απώλεια νερού να φτάνει το 50% της συνολικής ποσότητας του νερού που περνά από το σύστημα ύδρευσης. Οι εταιρείες ύδρευσης που έχουν φτηνές και άφθονες πηγές είναι συχνά απρόθυμες να ξοδέψουν χρήματα για το θέμα της απώλειας ύδατος. Οι περισσότερες από αυτές τις εταιρείες ύδρευσης ασκούν αυτό που ονομάζεται "παθητικό έλεγχο διαρροών". Αυτό σημαίνει γενικά ότι επισκευάζουν τις ορατές διαρροές και εκείνες που αναφέρει το κοινό αλλά δεν έχουν μια πολιτική εντοπισμού των μη-ορατών ή μη αναφερόμενων διαρροών. Εν τέλει, η εύρεση και η επιδιόρθωση των διαρροών είναι δαπανηρή και επειδή η μείωση των απωλειών δεν μεταφράζεται σε υψηλότερες τιμές χρέωσης του νερού δεν υπάρχει κίνητρο για μερικές εταιρείες ύδρευσης να μειώσουν τις διαρροές σε ένα αποδεκτό επίπεδο.

2.2 Απώλεια Ύδατος

Η απώλεια ύδατος ή μη τιμολογημένο νερό, αντιπροσωπεύει αναποτελεσματικές διαδικασίες παράδοσης και μέτρησης του νερού στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής, ενώ σε δίκτυα ύδρευσης, μπορεί να αποτελέσει ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής παραγωγής ύδατος. Οι Απώλειες Ύδατος για ένα ολόκληρο δίκτυο ή για ένα τμήμα ενός δικτύου υπολογίζονται ως η διαφορά του Όγκου Εισόδου στο Σύστημα μείον την Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση. Οι Απώλειες ύδατος αποτελούνται από τις Πραγματικές (Real) και τις Φαινομενικές Απώλειες (Apparent Losses):

- Πραγματικές Απώλειες Είναι οι φυσικές απώλειες από διαρροές και υπερχειλίσσεις στο υπό πίεση σύστημα, μέχρι τα σημεία που συνδέεται το δίκτυο με τον κάθε καταναλωτή.
- Φαινομενικές Απώλειες Αποτελούνται από όλους τους τύπους ανακριβών μετρητών (εισόδου, εξόδου και μετρητές πελατών) και από μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση (κλοπή κ.α). Ονομάζονται επίσης εμπορικές απώλειες.

Απώλεια ύδατος εμφανίζεται σε όλα τα δίκτυα, μόνο ο όγκος διαφέρει σε κάθε περίπτωση και αυτός ο όγκος απεικονίζει την ικανότητα μια εταιρίας ύδρευσης να διαχειρίζεται το δίκτυο. Σε πολλές περιπτώσεις το πρόβλημα της

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

απώλειας προκαλείται από κακή υποδομή και πρακτική διαχείρισης, χαρακτηριστικά του δικτύου. Ένα υψηλό επίπεδο πραγματικών ή φυσικών απωλειών μειώνει την ποσότητα του πολύτιμου νερού που φθάνει στους πελάτες, αυξάνει τις λειτουργικές δαπάνες της εταιρείας ύδρευσης και κάνει μεγαλύτερες τις κύριες επενδύσεις σε νέους πόρους. Ένα υψηλό επίπεδο φαινομενικών ή εμπορικών απωλειών μειώνει το κύριο ρεύμα εσόδων στην εταιρεία ύδρευσης.

Το μη τιμολογημένο νερό μπορεί να οριστεί ως :“**Το νερό που μια εταιρία ύδρευσης παράγει ή αγοράζει μαζικά και διανέμει στους πελάτες της και από το οποίο δεν έχει έσοδα**” (βλ. βιβλ. 8)

Παραδείγματα πραγματικών (φυσικών) απωλειών είναι :

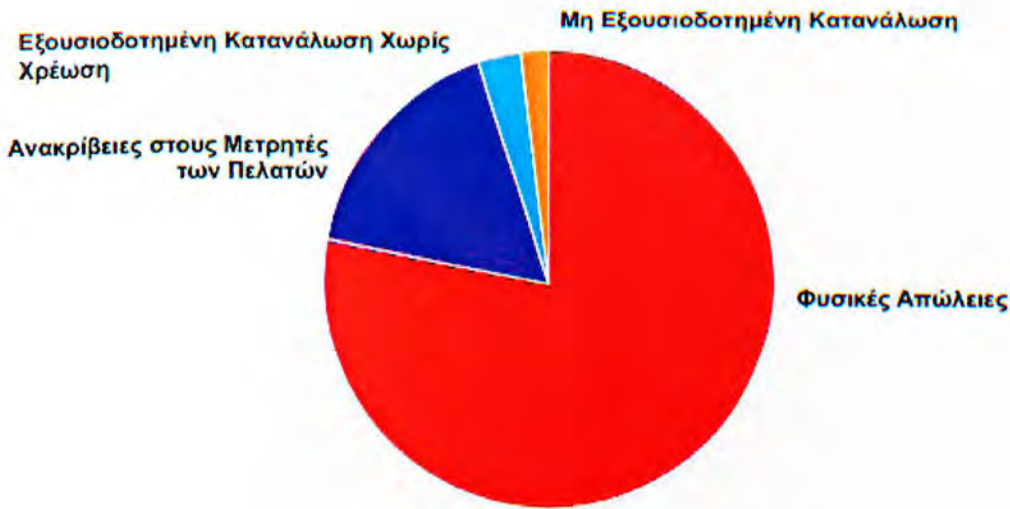
- Αναφερθείσες και μη αναφερθείσες διαρροές από πίδακες νερού σε σωλήνες
- Διαρροές σε σωλήνες και συναρμολογήσεις
- Διαρροές και υπερχειλίσεις σε δεξαμενές

Παραδείγματα φαινομενικών (εμπορικών) απωλειών είναι:

- Λάθη στους μετρητές στα κεντρικά σημεία του δικτύου
- Λάθη στους μετρητές των πελατών
- Μη εξουσιοδοτημένη χρήση δηλ. παράνομες συνδέσεις και κλοπή

Ο όγκος του νερού που χάνεται μέσω φυσικών διαρροών εξαρτάται από την κατάσταση της υποδομής και την πολιτική εντοπισμού και επισκευής των διαρροών της εταιρείας ύδρευσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα του νερού που χάνεται είναι:

- Πίεση στο σύστημα
- Συχνότητα εμφάνισης διαρροών με πίδακες νερού και ρυθμός ροής τους
- Χρονικό διάστημα ύπαρξης της διαρροής πριν εντοπιστεί και επισκευαστεί
- Επίπεδο μη ανιχνεύσιμων μικρών διαρροών (απώλειες στο υπόβαθρο)



Εικόνα 2.1 : Μη τιμολογημένο νερό

2.3 Ισορροπία Ύδατος

Η ποσότητα της απώλειας ύδατος από ένα σύστημα μπορεί να προσδιοριστεί κατασκευάζοντας μια ισορροπία ύδατος. Αυτή βασίζεται στη μέτρηση ή εκτίμηση της ποσότητας νερού που παράγεται (λαμβάνοντας υπόψη οποιοδήποτε εισαγόμενο και/ή εξαγόμενο νερό), που καταναλώνεται και που χάνεται. Στην απλούστερη μορφή της, η ισορροπία ύδατος είναι:

$$\text{Απώλειες} = \text{Είσοδος στο Σύστημα Διανομής} - \text{Κατανάλωση}$$

Ο υπολογισμός μιας ισορροπίας ύδατος είναι πολύ σημαντικός επειδή:

- Είναι η βάση της εκτίμησης του επιπέδου απωλειών ύδατος για οποιαδήποτε εταιρία ύδρευσης
- Ένας πρώτος υπολογισμός αποκαλύπτει τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων και το επίπεδο κατανόησης.
- Μηχανισμός δοκιμών
- Παρέχει ένα πρώτο βήμα για βελτίωση
- Η κατανόηση μιας ισορροπίας ύδατος είναι ουσιαστική για να δοθεί προτεραιότητα στις ενέργειες και επενδύσεις.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Όγκος Εισόδου στο Σύστημα	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση με Χρέωση	Κατανάλωση με Χρέωση με Μετρητή	Έσοδα Από Νερό
			Κατανάλωση με Χρέωση Χωρίς Μετρητή	
		Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση Χωρίς Χρέωση	Κατανάλωση Χωρίς Χρέωση με Μετρητή	Μη Τιμολογημένο Νερό
			Κατανάλωση Χωρίς Χρέωση Χωρίς Μετρητή	
	Απώλειες Ύδατος	Φαινομενικές (Εμπορικές) Απώλειες	Μη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	
			Ανακρίβειες Μετρητών	
		Πραγματικές (Φυσικές) Απώλειες	Διαρροή στην Μεταφορά και/ή στους Κεντρικούς Αγωγούς Διανομής	
			Διαρροή και Υπερχείλιση σε Δεξαμενές Αποθήκευσης της Εταιρείας Ύδρευσης	
	Διαρροή στις Συνδέσεις Μέχρι τον Μετρητή των Πελατών			

Εικόνα 2.2: Πρότυπη ισορροπία ύδατος

Τα συστατικά μέρη της πρότυπης ισορροπίας ύδατος είναι:

- **Όγκος Εισόδου στο Σύστημα (System Input Volume)** . Είναι ο ετήσιος όγκος εισερχόμενου ύδατος στο μέρος του δικτύου ύδρευσης το οποίο σχετίζεται με τον υπολογισμό της ισορροπίας του ύδατος.
- **Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (Authorised Consumption)**. Είναι ο ετήσιος όγκος καταγεγραμμένου ή/και μη καταγεγραμμένου νερού που λαμβάνεται από καταχωρημένους πελάτες, τον προμηθευτή νερού και άλλους που είναι έμμεσα ή άμεσα εξουσιοδοτημένοι από τον προμηθευτή νερού για οικιστικούς, εμπορικούς και βιομηχανικούς λόγους.
- **Απώλειες Ύδατος (Water Losses)**. Είναι η διαφορά μεταξύ του Όγκου Εισόδου στο Σύστημα και της Εξουσιοδοτημένης Κατανάλωσης. Οι Απώλειες Ύδατος μπορούν να υπολογιστούν σε ολόκληρο το σύστημα, ή σε υπο-δίκτυα, όπως σε δίκτυα μεταφοράς ή διανομής, ή σε μεμονωμένες ζώνες. Οι Απώλειες Ύδατος αποτελούνται από τις Πραγματικές Απώλειες και από τις Φαινομενικές Απώλειες.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

- **Φαινομενικές Απώλειες (Apparent Losses).** Αφορούν όλα τα λάθη σε μετρήσεις του κεντρικού δικτύου ύδρευσης και των μετρητών των πελατών, καθώς επίσης και τα λάθη επεξεργασίας των δεδομένων (στην καταγραφή ενδείξεων των μετρητών καθώς και στην τιμολόγηση), συν την μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση (κλοπή ή παράνομη χρήση).
- **Πραγματικές Απώλειες (Real Losses).** Αφορούν τις φυσικές απώλειες νερού στο υπό πίεση σύστημα διανομής, μέχρι το σημείο της χρήσης από τους πελάτες. Σε δίκτυα ύδρευσης με μετρητές, το σημείο αυτό είναι ο μετρητής των πελατών που χάνεται μέσω όλων των τύπων διαρροών και υπερχειλίσεων εξαρτάται από τις συχνότητες, το ρυθμό ροής, και τη μέση διάρκεια των διαρροών και των υπερχειλίσεων.
- **Μη Τιμολογημένο Νερό (Non- Revenue Water – NRW).** Είναι η διαφορά μεταξύ του Όγκου Εισόδου στο Σύστημα και της τιμολογημένης Εξουσιοδοτημένης Κατανάλωσης. Το NRW αποτελείται από την Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση Χωρίς Χρέωση (κανονικά αυτή αφορά μόνο ένα πολύ μικρό μέρος του συνολικού νερού), τις Φαινομενικές και τις Πραγματικές Απώλειες

Η ισορροπία ύδατος είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για κατανόηση των βασικών συστατικών και σχέσεων. Ωστόσο, έχει μια περιορισμένη χρησιμότητα εάν μια εταιρεία ύδρευσης στερείται των πληροφοριών που είναι απαραίτητες για να κατασκευάσει μια ισορροπία ύδατος που να έχει έννοια ή υπάρχουν λίγες πληροφορίες για τη φύση των διαρροών. Ο υπολογισμός μπορεί να βελτιωθεί ή να ελεγχθεί λαμβάνοντας μετρήσεις των διαρροών, στόχος των οποίων είναι να γίνει μια ανάλυση της νυχτερινής ροής στο σύστημα όταν η χρήση των καταναλωτών είναι στο χαμηλότερο επίπεδο και η διαρροή είναι στο υψηλότερο επίπεδο. Η ανάλυση των συστατικών χρησιμοποιείται για να επαληθεύσει τις εκτιμήσεις σε απώλεια ύδατος που βασίζονται στις μεθόδους ισορροπίας ύδατος και στη νυχτερινή ροή. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο εάν υπάρχουν επαρκή δεδομένα σχετικά με τις ροές των ζωνών και την χρήση των καταναλωτών.

2.4 Δείκτες απόδοσης

Οι δείκτες απόδοσης χρησιμοποιούνται για να μετρηθούν οι αλλαγές στην απόδοση του μη τιμολογημένου νερού ή απωλειών βοηθώντας στη σύγκριση και αξιολόγηση των διαφορετικών τμημάτων ενός δικτύου ύδρευσης, επιτρέποντας επίσης τη στοχοθέτηση επιθυμητών επιπέδων απόδοσης. Υπάρχουν διάφοροι τυποποιημένοι δείκτες απόδοσης που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση των απωλειών μέσα στα δίκτυα ύδρευσης και ο καθένας παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

»Ποσοστό του όγκου εισόδου στο σύστημα. Αποτελεί ένα απλό δείκτη που ορίζεται από το γενικό όγκο ύδατος στην είσοδο του συστήματος. Δεν συστήνεται για εκτίμηση της αποδοτικότητας της διαχείριση του συστήματος διανομής καθώς οι τιμές υπολογίζονται σαν ποσοστό τοις εκατό επί των απωλειών και δεν διαχωρίζουν τις πραγματικές απώλειες λόγω διαρροών και τις φαινομενικές, εμπορικές, απώλειες. Επίσης ο συγκεκριμένος δείκτης επηρεάζεται ιδιαίτερα από την κατανάλωση και είναι δύσκολο να υπολογιστεί για μη συνεχείς παροχές.

»Ανά τιμολογούμενη ιδιοκτησία ανά μονάδα χρόνου. Σε ορισμένα δίκτυα, μια μόνο σύνδεση μπορεί να εξυπηρετήσει ένα μεγάλο αριθμό καταναλωτών. Ο υπολογισμός της ισορροπίας ύδατος συνήθως βασίζεται στη διαρροή που υπάρχει μέχρι τον κύριο μετρητή. Επομένως αυτός ο δείκτης παρουσιάζει ένα βασικό μειονέκτημα.

»Ανά μήκος κεντρικών αγωγών, ανά μονάδα χρόνου. Οι απώλειες στην διανομή που εκφράζονται σε μ^3 /χλμ κεντρικών αγωγών/ημέρα επηρεάζονται κατά πολύ από την πυκνότητα των συνδέσεων. Ο δείκτης απόδοσης μήκους, είναι κατάλληλος όταν υπάρχουν λιγότερες από 20 συνδέσεις ανά χλμ κεντρικού αγωγού, όπως πχ σε μια αγροτική περιοχή.

Κάνοντας μια σύντομη αναφορά και αξιολόγηση σε τιμές του συγκεκριμένου δείκτη μπορούμε να αναφέρουμε ότι :

- Καλή απόδοση < 10 μ^3 /χλμ κεντρικού αγωγού ανά ημέρα
- Μέση απόδοση 10 – 20 μ^3 /χλμ κεντρικού αγωγού ανά ημέρα
- Άσχημες συνθήκες > 20 μ^3 /χλμ κεντρικού αγωγού ανά ημέρα

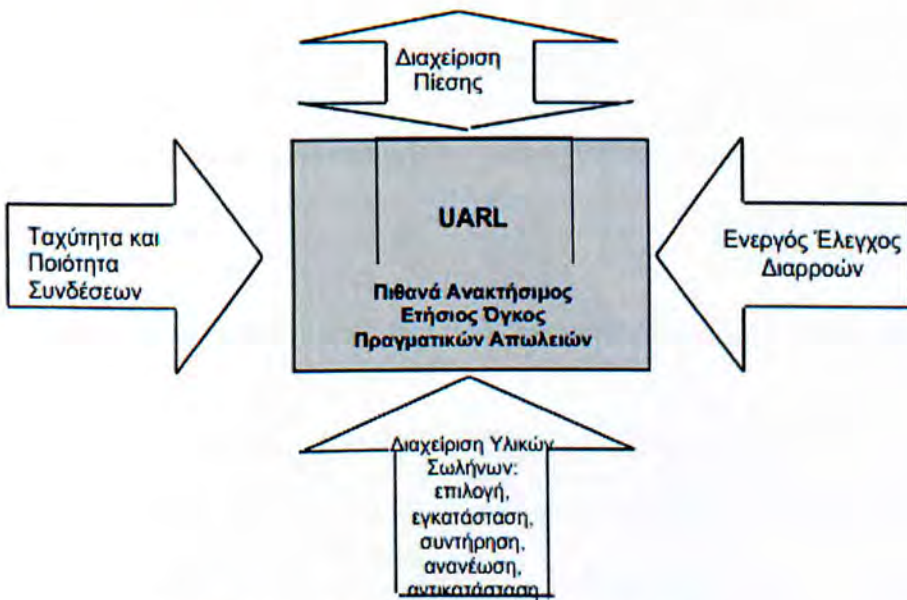
»Ανά σύνδεση, ανά μονάδα χρόνου. Ο συγκεκριμένος δείκτης θεωρείται ο καταλληλότερος για δίκτυα με περισσότερες από 20 συνδέσεις /χλμ κεντρικού αγωγού. Παραθέτοντας ένα εύρος τυπικών τιμών που επιτυγχάνονται όταν η

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

διαρροή εκφράζεται σε λίτρα/σύνδεση/ημέρα σε μια υποτιθέμενη μέση πίεση 50 μέτρων, και αξιολογούμε τις συνθήκες όπου η απόδοση κυμαίνεται από καλή έως άσχημη, έχουμε:

- Καλή απόδοση < 125 λίτρα/σύνδεση/ημέρα
- Μέση απόδοση 125 - 250 λίτρα/σύνδεση/ημέρα
- Κακή απόδοση > 250 λίτρα/σύνδεση/ημέρα

»Δείκτης Διαρροών Υποδομής. Θεωρείται ο πιο χρήσιμος και πρακτικά εφαρμόσιμος δείκτης απόδοσης. Ορίζεται ως η αναλογία μεταξύ των Τρέχοντων Ετήσιων Πραγματικών (φυσικών) Απωλειών (ΤΕΠΑ) ως προς τις Αναπόφευκτες Ετήσιες Πραγματικές(φυσικές) Απώλειες(ΑΕΠΑ). Για τα περισσότερα δίκτυα, το ΑΕΠΑ αντιπροσωπεύει το χαμηλότερο επίπεδο διαρροής που θα μπορούσε να επιτευχθεί τεχνικά. Καθώς εμφανίζονται νέες διαρροές κάθε χρόνο, ο όγκος των απωλειών θα αυξάνεται, εκτός και αν εφαρμοσθούν αποτελεσματικά και οι τέσσερις τεχνικές διαχείρισης πίεσης, έλεγχου ενεργών διαρροών, γρήγορης και αποτελεσματικής επισκευής και καλής διαχείρισης των σωληνώσεων.



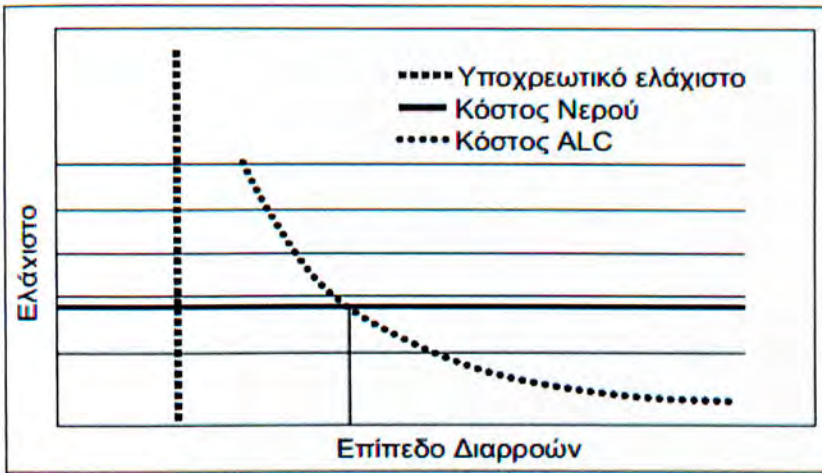
Εικόνα 2.3 : Δείκτης Διαρροών Υποδομής

2.5 Βέλτιστο Επίπεδο Απωλειών Ύδατος

Το βέλτιστο επίπεδο διαρροών είναι το επίπεδο αυτό κατά το οποίο η περαιτέρω μείωσή τους θα είχε κόστος που θα ξεπερνούσε τα οφέλη που θα προέκυπταν από την εξοικονόμηση ύδατος. Με άλλα λόγια, υπάρχει ένα επίπεδο

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

διαρροών κάτω από το οποίο δεν υπάρχουν οικονομικά οφέλη αλλά ζημιές. Το διάγραμμα παρακάτω, δείχνει αυτή την κατάσταση. Διαφοροποιώντας την καμπύλη Active Leakage Control (έλεγχος ενεργών διαρροών), μπορούμε να εκφράσουμε τις καμπύλες κόστους με ένα πιο φιλικό τρόπο.



Εικόνα 2.4: Καμπύλη Ελέγχου του Active Leakage Control

Τα κύρια θέματα για τον υπολογισμό του βέλτιστου επιπέδου διαρροών είναι τα εξής:

- Το βέλτιστο επίπεδο διαρροών μπορεί να αλλάζει στη διάρκεια του χρόνου καθώς θα επηρεάζεται από παράγοντες όπως έργα αντικατάστασης αγωγών αλλά και από αλλαγές της συχνότητας των διαρροών λόγω μη σταθερών καιρικών συνθηκών.
- Η υλοποίηση έργων διαχείρισης των διαρροών, όπως διαχείριση της πίεσης, καταμέτρηση περιοχής και το επίπεδο ελέγχου ενεργού διαρροών, θα επηρεάσει επίσης το βέλτιστο επίπεδο διαρροών.
- Αλλαγές στην αξία του ύδατος, στο κόστος παραγωγής και διανομής, τυχόν αυξήσεις της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, ή και ελλείψεις που προκαλούνται από ξηρασία θα επηρεάσουν το βέλτιστο επίπεδο διαρροών. Επίσης, οι κανονισμοί ελέγχου ποιότητας του νερού μπορεί να αλλάξουν, αναγκάζοντας την Εταιρεία Ύδρευσης στην αναβάθμιση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας του νερού.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

- Οι τεχνικές και οι πρακτικές εντοπισμού των διαρροών βελτιώνονται συνεχώς. Η ανάπτυξη νέου εξοπλισμού εντοπισμού των διαρροών θα συντελέσει σε πιο αποτελεσματικό εντοπισμό των διαρροών, μειώνοντας κατά συνέπεια το κόστος του ελέγχου ενεργών διαρροών.
- Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του βέλτιστου επιπέδου διαρροών από μια εταιρεία ύδρευσης μπορεί να αλλάζουν καθώς η εταιρεία αυτή υλοποιεί έργα μείωσης απωλειών. Εάν αυτό συμβαίνει, συνιστάται να αναθεωρείται το βέλτιστο επίπεδο διαρροών κάθε δύο χρόνια.

Κεφάλαιο 3

Δίκτυα Ύδρευσης

3.1 Ορισμός

Ένα αστικό δίκτυο ύδρευσης είναι ένα σύστημα αγωγών υπό πίεση που παραλαμβάνει νερό από ολιγάριθμες πηγές (σημεία εισόδου) και το οδηγεί προς πολλαπλά σημεία προορισμού (σημεία εξόδου ή καταναλωτές). Αποτελείται από αγωγούς και δεξαμενές και σκοπός του είναι να διανέμει το επεξεργασμένο (καθαρό) νερό, από τις δεξαμενές σε πολλαπλά σημεία προορισμού (καταναλωτές) μιας αστικής περιοχής, μέσω των αγωγών (Κουτσογιάννης Δ., 2006).

3.2 Σχεδιασμός

Ζήτηση Νερού

Υπάρχουν τρία βασικά ερωτήματα προτού ξεκινήσει ο σχεδιασμός ενός δικτύου ύδρευσης.

1. Πόσο νερό θα χρησιμοποιηθεί: μέγιστη και μέση ημερήσια;
2. Πού είναι οι θέσεις κατανάλωσης νερού και των κύριων κόμβων;
3. Ποια είναι η χρήση του νερού ως συνάρτηση του χρόνου;

Κατά των σχεδιασμό νέων συστημάτων, ο υπολογισμός των απαιτήσεων δεν είναι απλή διαδικασία. Απαιτούνται η γνώση των αναμενόμενων απαιτήσεων καθώς και οι μελλοντικές επεκτάσεις. Υπάρχουν πολλά στοιχεία που παρέχουν τη μέση ζήτηση για κατοικίες, εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Διαφορετικές απαιτήσεις πρέπει να συνυπολογιστούν για :

- Τη ζήτηση των καταναλωτών. Μέση χρήση που απαιτείται για την αντιμετώπιση μη έκτακτων αναγκών.
- Ζήτηση ροής για έκτακτες καταστάσεις φωτιάς. Η υπολογιστική ικανότητα

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

του συστήματος που απαιτείται για την εξασφάλιση της ελάχιστης πυροπροστασίας διατηρώντας παράλληλα μια ελάχιστη πίεση λειτουργίας.

- Μέγιστη επέκταση του συστήματος.

Παράγοντες Μέγιστης Κατανάλωσης

Οι μέγιστοι παράγοντες μπορούν να προσδιοριστούν διαιρώντας το ανώτερο ημερήσιο ποσοστό χρήσης με το μέσο ημερήσιο ποσοστό χρήσης :

$$P_f = Q_{\max} / Q_{\text{avg}}$$

όπου P_f είναι ο παράγοντας κορύφωσης της κατανάλωσης, ενώ Q_{\max} η μέγιστη ημερήσια ζήτηση και Q_{avg} ο μέσος όρος ημερήσιας ζήτησης. Αυτός ο παράγοντας μπορεί να εφαρμοστεί σε ολόκληρο το δίκτυο ή ξεχωριστοί παράγοντες μπορούν να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν σε συγκεκριμένους κόμβους. Σε ένα σύστημα συνολικά μπορεί να καθοριστεί και να είναι ιδιαίτερα αξιόπιστος δεδομένου ότι τα αρχεία έχουν ληφθεί από την "κύρια πηγή". Αντίστοιχα, στους κόμβους είναι λιγότερο αξιόπιστα καθώς η ζήτηση αιχμής από άγνωστες πηγές μπορεί να επηρεάζει άμεσα τον κόμβο αλλά όχι απαραίτητα το σύστημα ως σύνολο. Συχνά, υπάρχουν ορισμένες απαιτήσεις που πρέπει να εξετάζονται σε κάθε σύστημα, όπως εποχιακές ανάγκες, αύξηση του πληθυσμού και βιομηχανικές ανάγκες κλπ. Εποχιακές απαιτήσεις όπως πχ πότισμα την περίοδο του καλοκαιριού, προκαλούν αυξήσεις στη ζήτηση. Επίσης, ένα άλλο κρίσιμο στοιχείο που πρέπει να ελέγχεται είναι η μέγιστη ζήτηση ωρών. Κατά τη μοντελοποίηση ενός συστήματος μπορεί να ανατεθούν ειδικοί παράγοντες αυξημένης ζήτησης σε διάφορους κόμβους.

Ένα τυπικό δίκτυο ύδρευσης είναι πολύ ασταθές λόγω των διαφορετικών απαιτήσεων. Μια 24ωρη προσομοίωση πρέπει να αναλυθεί προκειμένου να υπάρχουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Ο σχεδιασμός ενός συστήματος απαιτεί ελάχιστη πίεση του συστήματος κατά τη διάρκεια της ζήτησης ωρών αιχμής και επαρκή σε κάθε περίπτωση ζήτησης. Η γενικότερη πίεση του δικτύου εξαρτάται από το επίπεδο των απαιτήσεων της περιοχής που βρίσκεται.

Συστήματα Διανομής Νερού

Πηγές νερού:

- Νερό που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Συλλογή νερού από καιρικά φαινόμενα όπως βροχή, χιόνι.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

- Επιφανειακά ύδατα. Μεγάλες ποσότητες νερού μπορούν να αντληθούν από ποτάμια και λίμνες και με επεξεργασία να παραχθεί πόσιμο νερό.
- Υπόγεια ύδατα. Νερό πηγών ή νερό που υπάρχει μέσα στη γη μεταξύ των πετρωμάτων και σχηματίζει το λεγόμενο υδροφόρο ορίζοντα. Το έδαφος τραβάει το επιφανειακό νερό μέχρι τον υδροφόρο ορίζοντα και σχηματίζονται υπόγειες δεξαμενές νερού.

Μεταφορά και Διανομή

Οι γραμμές μετάδοσης κατηγοριοποιούνται ως δίκτυο που μεταφέρει μεγάλες ποσότητες νερού, σε μεγάλες αποστάσεις, όπως είναι μεταξύ ενός σταθμού επεξεργασίας και τοπικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης.

Οι γραμμές διανομής είναι μικρότεροι σωλήνες, συμπεριλαμβανομένων των βαλβίδων, κρουστών, εξαρτημάτων που παρέχουν το νερό στους καταναλωτές.

Τύποι συστημάτων

Υπάρχουν δυο τύποι συστημάτων διανομής ύδατος. Το κλειστό δίκτυο και το ακτινωτό με πολλαπλές διακλαδώσεις.

Τα κλειστά δίκτυα, έχουν σωλήνες που συνδέονται μεταξύ τους σε όλη την έκταση του ώστε το νερό να μπορεί να κινηθεί διαμέσου ολόκληρου του συστήματος μπρος και πίσω ανάλογα με τα σημεία της μεγαλύτερης ζήτησης.

Τα ακτινωτά συστήματα, έχουν μόνο ένα δρόμο που ακολουθεί το νερό από την πηγή προς τον καταναλωτή και κάθε σημείο έχει μια μοναδική διαδρομή.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κλειστών δικτύων.

Στα κλειστά δίκτυα οι ταχύτητες του νερού είναι χαμηλότερες, μειώνοντας έτσι τις απώλειες, με αποτέλεσμα την αύξηση της χωρητικότητας. Επίσης, οι κύριες διαρροές μπορούν να απομονωθούν για να ελαχιστοποιηθεί η απώλεια του νερού. Η πυροπροστασία είναι μεγαλύτερη λόγω της μεγαλύτερης χωρητικότητας και της ικανότητας απομόνωσης των βλαβών. Τέλος, τα κλειστά συστήματα παρέχουν συνήθως καλύτερη περιεκτικότητα σε χλώριο λόγω της άμεσης ανάμειξης. Ωστόσο, το μειονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι το μεγαλύτερο κόστος, καθώς απαιτείται μεγάλο δίκτυο σωλήνων για τη δημιουργία βρόχων.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ακτινωτών δικτύων.

Το πλεονέκτημα των ακτινωτών ή διακλαδωμένων δικτύων ύδρευσης είναι χαμηλότερο κόστος λόγω της αποφυγής επιπλέον σωληνώσεων για βρόχους. Σε αγροτικές περιοχές, το ακτινωτό δίκτυο μπορεί να είναι η μόνη λύση λόγω των μεγάλων αποστάσεων.

Σε περιπτώσεις βλαβών ή διαρροών σε διακλαδωμένα δίκτυα ύδρευσης οι επιπτώσεις σε όλους τους καταναλωτές του αγωγού είναι μεγάλες καθώς δεν υπάρχει άλλη διαδρομή για παροχή νερού. Επίσης η χρήση τέτοιων συστημάτων μπορεί να προκαλέσει συγκέντρωση κατάλοιπων χλωρίου σε περιοχές με χαμηλή ζήτηση ενώ σε περιόδους υψηλής ζήτησης η ικανότητα του δικτύου μειώνεται. Τέλος, επηρεάζεται η πυροπροστασία λόγω της αδυναμίας απομόνωσης κάποιων διαρροής.

3.3 Μοντελοποίηση Διανομής Νερού

Κρίσιμα Στοιχεία

Τα περισσότερα μοντέλα επιτρέπουν πολλές μεταβλητές εισόδου. Υπάρχει μια ένταση εισόδου που καθορίζεται ανάλογα με το μέγεθος του συστήματος. Ο σχεδιαστής πρέπει να προσδιορίσει πόσες πληροφορίες χρειάζεται για να διαμορφώσει με ακρίβεια το σύστημα. Αυτά είναι σημαντικά ζητήματα του μοντέλου. Ορισμένα στοιχεία, όπως οι μικρές τοπικές απαιτήσεις, δεν μπορούν να επηρεάσουν το μοντέλο. Ακολουθούν οι διάφορες εκτιμήσεις που θα πρέπει να υπολογίζονται κατά την ανάπτυξη και δημιουργία ενός μοντέλου δικτύου ύδρευσης.

- Πιθανές μεγάλες καταναλώσεις νερού
- Σημαντικοί βρόχοι
- Σωλήνες μεγάλης διαμέτρου
- Αντλίες, πύργοι, δεξαμενές, συστήματα SCADA
- Υφιστάμενες διαβάσεις κοινής ωφέλειας και άλλες συγκρούσεις.
- Τοπογραφία

Η μεγάλη κατανάλωση νερού πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά. Ο σχεδιαστής πρέπει να εξετάσει τη ζήτηση σε ώρες αιχμής των καταναλωτών σχετικά με το μοντέλο. Πρέπει να βεβαιωθεί ότι οι μέγιστες απαιτήσεις δεν καταστρέφουν την ικανότητα ή την πίεση σε οποιοδήποτε μέρος του συστήματος. Αν αυτές οι καταναλώσεις επιδρούν αρνητικά στο σύνολο του δικτύου ή δύναται αργότερα, τότε το σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί αναλόγως. Σε πολλές

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

περιπτώσεις, όταν ένας καταναλωτής, όπως μια βιομηχανική μονάδα παραγωγής, απαιτεί μια ζήτηση που υπερβαίνει το ενδιαφέρον του κοινού, τότε ο καταναλωτής πρέπει να εφοδιαστεί με δευτερεύουσες εγκαταστάσεις όπως μια δεξαμενή ή να παρέχει στο κεντρικό σύστημα τα απαραίτητα κεφάλαια για την προσθήκη μέσων αποθήκευσης.

Οι βρόχοι και τα σημεία στα οποία τοποθετούνται, είναι σημαντικά επειδή μπορούν να αλλάξουν τη συνολική δυναμική του συστήματος. Μερικές φορές, δοκιμές και λάθη, είναι ο καλύτερος τρόπος για να καθοριστούν τα σημεία των βρόχων. Η σωστή μέθοδος είναι να βρεθεί ένα αδύνατο σημείο στο σύστημα (χαμηλή πίεση ή παροχή), να δημιουργηθεί βρόχος και να εξεταστεί αν υπάρχει ικανοποιητική βελτίωση στο σύστημα.

Σωλήνες μεγάλης διαμέτρου είναι κρίσιμοι, διότι έχουν μεγάλη επίδραση στο συνολικό σύστημα. Αποτελούν παράγοντα οικονομικής και υλοτεχνικής εκτίμησης κατά το σχεδιασμό.

Μερικές φορές, όταν δεν υπάρχει επαρκής παροχή και πίεση, τουλάχιστον κατά τη διάρκεια της ζήτησης αιχμής, σταθμοί ενίσχυσης, μεγαλύτερες δεξαμενές ή άλλες συσκευές απαιτούνται για να λειτουργήσει σωστό το σύστημα. Ακόμα και αναβάθμιση στο εργοστάσιο νερού ή ριζικές αλλαγές στις αντλίες και τις σωληνώσεις μπορεί να απαιτηθεί. Όταν ένα μοντέλο έχει κατασκευαστεί και λειτουργεί και τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά, το σύστημα μπορεί να είναι συνταχθεί για την κατασκευή. Είναι μια καλή ιδέα για να αναλύσει τα πραγματικά σχέδια για ασυνέπειες στην είσοδο του μοντέλου.

Απώλειες και Κέρδη

Η ενέργεια μέσα σε ένα ρευστό εν μέρει εξαρτάται από την ροή του υπό πίεση. Οι απώλειες λόγω τριβών, είναι συνάρτηση της ταχύτητας και του είδους των υλικών που χρησιμοποιούνται στο σωλήνα. Η δυναμική ενέργεια εξαρτάται από την κλίση σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Τέλος, υπάρχει πίεση ενέργειας που εισάγεται από μια μηχανική πηγή. Υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι που μπορούν να εφαρμοστούν για τον υπολογισμό της απώλειας τριβής.

Ένα λογισμικό μοντελοποίησης μπορεί να προσφέρει στο σχεδιαστή την επιλογή της εξίσωσης απώλειας τριβής. Μικρότερες απώλειες από βαλβίδες ή άλλα εξαρτήματα μπορεί να συσσωρευτούν συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της γενικότερης απώλειας του δικτύου.

Ενισχυτικές αντλίες χρησιμοποιούνται για την προσθήκη ενέργειας στο σύστημα. Η συνολική δυναμική της ροής του ύδατος μειώνεται καθώς το νερό κινείται διαμέσου των σωληνώσεων, συναντώντας σημεία μεγάλης κλίσης κλπ. Αν η παροχή είναι επαρκής, οι αντλίες μπορούν να τοποθετηθούν για να ενισχύσει το σύστημα σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή. Διακόπτες πίεσης ενεργοποιούν της βαλβίδες ενίσχυσης. Εάν το σύστημα ανιχνεύσει απώλεια πίεσης κάτω από το ελάχιστο φυσιολογικό, η αντλία θα εμπλακεί και να συμπιέσει το σύστημα. Μόλις η κανονική υψηλή δυναμική πίεση ανιχνεύεται, η αντλία θα απεμπλακεί.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Υπερυψωμένες δεξαμενές χρησιμοποιούνται για να παρέχουν μια πιο συνεπή παροχή και πίεση. Για παράδειγμα, δεξαμενές παρέχουν ροή νερού σε στρατηγικές ζώνες σε ένα μεγάλο σύστημα ή ικανοποιούν ολοκληρωτικά τις απαιτήσεις σε μια μικρή περιοχή. Επίσης χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερα συστήματα για τη διατήρηση ικανοποιητικής πίεσης του νερού. Η πηγή τροφοδότησης των δεξαμενών αυτών γεμίζει τις δεξαμενές σε ώρες χαμηλής ζήτησης, κατά τη διάρκεια της νύχτας ή πρώτες πρωινές ώρες, και παρέχει επιπλέον δυναμική για την κάλυψη των αναγκών σε ένα δίκτυο.

Ο στρατηγικός εντοπισμός των θέσεων των ενισχυτικών βαλβίδων και δεξαμενών αποτελούν πολύ σημαντικά στοιχεία κατά το σχεδιασμό και τη μοντελοποίηση ενός δικτύου ύδρευσης.

Αντλίες

Οι αντλίες χρησιμοποιούνται συχνά για την προσθήκη ενέργειας στο δίκτυο. Επειδή οι αντλίες προσθέτουν ενέργεια και το κόστος τους είναι αρκετά υψηλό πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν είναι απολύτως απαραίτητο. Μια αστοχία στην αντλία ή απώλεια ενέργειας μπορεί να επηρεάσει μεγάλο τμήμα ολόκληρου το δικτύου. Μεγάλες αλλαγές ή απώλειες από τριβές μπορεί να απαιτούν την προσθήκη αντλιών εφόσον δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας πύργος ή μια δεξαμενή ή μπορούν να ενεργήσουν για την τροφοδοσία υπερυψωμένων δεξαμενών. Γενικότερα, φυγόκεντρες χρησιμοποιούνται σε συστήματα αυτά. Αντλίες μεταβλητής ταχύτητας είναι πιο χρήσιμες όταν ενεργούν ως ενισχυτές και όχι για να γεμίσει μια δεξαμενή. Η απόδοση των αντλιών αυτών μεταβάλλεται ανάλογα την ενέργεια που δέχονται, μεταβάλλοντας έτσι την ταχύτητα τους. Οι κατασκευαστές σχεδιάζουν και κατασκευάζουν αντλίες σύμφωνα με την ενέργεια τους, το σχήμα των πτερωτών, τη γωνία πτερυγίου κλπ και κάθε μία χαρακτηρίζεται από μια γραφική καμπύλη που εμφανίζει όλες τις παραμέτρους λειτουργίας.

Το σύστημα αντλιών περιλαμβάνει τοποθεσία, θεμέλιο, θόλο ή στέγαση, πηγή ενέργειας, βαλβίδες, σωληνώσεις και σύστημα προειδοποίησης.

Η επιλογή της κατάλληλης αντλίας εξαρτάται από το σύστημα στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί και επιλέγεται σύμφωνα με την παροχή του δικτύου. Κάθε σημείο κατά μήκος της καμπύλης της αντλίας αντιπροσωπεύει τις λειτουργικές παραμέτρους της εν λόγω αντλίας. Η αποδοτικότητα είναι μια ακόμα παράμετρος που σχετίζεται με την επιλογή της κατάλληλης αντλίας.

Βαλβίδες

Η χρήση των βαλβίδων εξυπηρετεί διάφορους σκοπούς. Πιο συχνά χρησιμοποιούνται στις γραμμές των συστημάτων διανομής προκειμένου να απομονώνουν ζώνες ή σωληνώσεις. Σε κλειστά δίκτυα ύδρευσης, είναι στρατηγικά τοποθετημένες ώστε να απομονώνουν καίρια σημεία σε περιπτώσεις βλαβών και διαρροών. Οι βαλβίδες απομόνωσης μπορεί να είναι βαλβίδες πύλης, βαλβίδες “πεταλούδας” ή βύσματα.

Βαλβίδες Ελέγχου Συστήματος

Οι βαλβίδες ελέγχου συστήματος είναι πολύ σημαντικό για τη δημόσια υγεία καθώς και για την προστασία των αντλιών σε ορισμένες περιπτώσεις. Όταν αναφερθήκαμε στις αντλίες, ένα από τα στοιχεία αυτών είναι οι βαλβίδες. Υπάρχουν βαλβίδες για να απομονωθεί το σύστημα σωληνώσεων από το σύστημα αντλίας για συντήρηση, και υπάρχουν βαλβίδες ελέγχου, που μερικές φορές αναφέρονται ως βαλβίδες κατεύθυνσης, που προστατεύουν τις αντλίες σε περιπτώσεις επιστροφής του νερού πίσω προς την αντλία, προκαλώντας βλάβη ή απώλεια ενέργειας στο σύστημα.

Υψομετρικές βαλβίδες

Τα επίπεδα των δεξαμενών ελέγχονται με τη χρήση βαλβίδων υψομέτρου. Είναι ευαίσθητες στην πίεση και είναι ρυθμιζόμενες. Ορίζονται ώστε να ανοίγουν όταν η στάθμη της δεξαμενής πέσει κάτω από ένα ορισμένο ύψος και κλείνουν όταν η ανύψωση φτάσει ένα ορισμένο σημείο.

Βαλβίδες Μείωσης Πίεσης

Οι βαλβίδες μείωσης πίεσης χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές σε ένα σύστημα. Έχουν σκοπό να μειωθεί η πίεση που ασκείται σε ένα δίκτυο στα χαμηλότερα σημεία. Επίσης, στα περισσότερα συστήματα, όταν η πίεση είναι σε υψηλό βαθμό μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα συστήματα διανομής ή στις υδραυλικές εγκαταστάσεις των καταναλωτών. Σε δίκτυα με μεγάλες αυξομειώσεις της πίεσης οι βαλβίδες μπορεί να χρειαστεί να μειώσουν τα επίπεδα της πίεσης σε λογικά επίπεδα λειτουργίας.

Βαλβίδες Απελευθέρωσης Αέρα

Οι βαλβίδες απελευθέρωσης αέρα χρησιμοποιούνται για να επιτρέψουν στον αέρα να εγκαταλείψει το σύστημα, καθώς και να επιτρέψει τον αέρα μέσα σε ορισμένες περιπτώσεις. Οι βαλβίδες απελευθέρωσης αέρα συνήθως τοποθετούνται σε υψηλά σημεία του συστήματος και έχουν σχεδιαστεί για να ανοίγουν και να αφήνουν το συσσωρευμένο αέρα. Οι βαλβίδες κενού αέρα έχουν σχεδιαστεί για να αφήνουν τον αέρα σε ένα σύστημα αρνητικής πίεσης όταν είναι παρούσα. Τα μεγάλα συστήματα συνήθως δεν παρουσιάζουν αρνητική πίεση, ωστόσο η αρνητική πίεση είναι δυνατή όταν ένα δίκτυο μπορεί να έχει μια σημαντική αλλαγή.

Δεξαμενές και Ταμιευτήρες

Υπάρχουν διάφοροι τύποι δεξαμενών. Μία υδρο-πνευματική δεξαμενή είναι βασικά μια δεξαμενή στο επίπεδο του εδάφους ή μία θαμμένη δεξαμενή που είναι υπό πίεση με μεγάλους συμπιεστές. Υπάρχουν επίσης υπερυψωμένες δεξαμενές που γεμίζουν με αντλίες ή απ ευθείας από τις πηγές νερού.

Οι διαδικασίες ορισμού της τοποθεσίας της δεξαμενής, το ύψος της δεξαμενής και τα μεγάλα υψόμετρα του νερού αποτελούν πολύ σημαντικά στοιχεία διότι καθορίζει ζώνες πίεσης και παραμέτρους της λειτουργίας του συστήματος. Ένα δίκτυο που περιλαμβάνει μια υπερυψωμένη δεξαμενή μπορεί να έχει τα ακόλουθα στοιχεία. Ένα μεγάλο υπόγειο θάλαμο με καπτό ή διπλή πόρτα; ένα μικρό ενισχυτή με ηλεκτρικό πίνακα; Η κύρια γραμμή νερού από έναν προμηθευτή; Μια βαλβίδα; Έναν κύριο μετρητή; μια υψομετρική βαλβίδα; μια δεύτερη βαλβίδα αντεπιστροφής; ένα μικρότερο γραμμή παράκαμψης με μία βαλβίδα αντεπιστροφής; τη γραμμή εκκένωσης της δεξαμενής; και μια αντλία φρεατίου για να κρατήσει το θάλαμο στεγνό. Η ηλεκτρική ενέργεια θα δώσει τα φώτα, ενέργεια στην αντλία, και τα συστήματα SCADA ή τις προειδοποιήσεις, και τους προγραμματιζόμενους ελέγχους.



Εικόνα 2.5 : Δεξαμενή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Ανίχνευση και Εντοπισμός Διαρροών

Ο εντοπισμός των διαρροών ενός δικτύου ύδρευσης μπορεί να αποτελέσει πρόκληση και μια δύσκολη και απαιτητική διαδικασία. Αν και το προσωπικό λειτουργίας θα μπορούσε να εντοπίσει κάποια διαρροή στο σύστημα διανομής κατά τη διάρκεια των τακτικών επιθεωρήσεων, ωστόσο δεν είναι όλες οι διαρροές ορατές. Υπάρχουν στοχευμένες διαδικασίες που απαιτούνται για την ανίχνευση κρυφών βλαβών και διαρροών. Για να κατανοήσουμε καλύτερα πως ανιχνεύονται οι διαρροές σε ένα σύστημα, πρέπει να εστιάσουμε σε τρεις κατηγορίες ανίχνευσης απώλειας νερού. **1. Ανίχνευση διαρροής μέσω εμφάνισης** **2. Ποσοτικοποίηση διαρροής μέσω της παρακολούθησης της ροής του ύδατος στο σύστημα.** **3. Εντοπισμός κρυφών διαρροών με εξοπλισμό ανίχνευσης διαρροών (ακουστική, θερμική, ηλεκτρομαγνητική, ιχνηθέτη, κ.λπ.).**

4.1 Εμφάνιση διαρροής

Σύμφωνα με εκτιμήσεις η μέση διάρκεια ζωής μιας διαρροής από την έναρξη μέχρι την επισκευή της μπορεί να είναι δύο χρόνια. Η ανάπτυξη μιας διαρροής εξαρτάται από πολλές μεταβλητές και κάθε διαρροή δεν εντοπίζεται αμέσως. Σε περίπτωση απουσίας ενός ενεργού προγράμματος ελέγχου διαρροών, η παρουσία της διαρροής στο σύστημα διανομής αναγνωρίζεται μόνο όταν εμφανίζεται στην επιφάνεια του δρόμου, σε θαλάμους, υπόγεια κτιρίων, κλπ. και έχει αναφερθεί από έναν υπάλληλο ή καταναλωτή. Η εμφάνιση μια διαρροής μπορεί να λάβει ποικίλες μορφές, από μια μικρή έως πολύ μεγάλη. Οι τρόποι που διαρρέει το νερό από ένα δίκτυο ύδρευσης και αναγνωρίζεται η βλάβη περιλαμβάνει :

- **Υποπτες Περιοχές.** Αυτή είναι ίσως από τις πιο δυσδιάκριτες εμφανίσεις και μπορεί να περάσει απαρατήρητη για αρκετό καιρό. Η εκπαίδευση των καταναλωτών σχετικά με το τι πρέπει να εξετάζουν ως πιθανή διαρροή από μια απρόβλεπτη υγρασία και η αναφορά της αποτελεί σημαντικό παράγοντα. Η διαρροή μπορεί να εκδηλωθεί ως μια υγρή ή αποχρωματισμένη περιοχή, ιδιαίτερα αν δεν είναι στην κύρια γραμμή ή στο μετρητή.
- **Επιφανειακές Ροές.** Το νερό που εμφανίζεται στην επιφάνεια των

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

οδοστρωμάτων ή το έδαφος σε μεγάλες ποσότητες, αρκετή για να προκαλέσει μια ροή, μπορεί να προμηνύει μια διαρροή που έχει γίνει αρκετά μεγάλη ώστε η ποσότητα νερού να μην απορροφάται από το έδαφος. Ροές γύρω από κρουνοί, μπορεί να σημαίνει ακατάλληλη βαλβίδα ή κατεστραμμένη σύνδεση. Ενώ αυτές οι ροές μπορεί να είναι από φυσικά υπόγεια ύδατα, πρέπει να χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής από την εταιρία παροχής νερού για τον εντοπισμό της. Συνήθως ένα από τεστ χλωρίου μπορεί να προσδιορίσει αν η ροή είναι πόσιμο νερό και προέρχεται από το δίκτυο ύδρευσης.

- **Μειωμένη πίεση νερού.** Κάθε δίκτυο διανομής έχει μια συγκεκριμένη ικανοποιητική πίεση καθ' όλη την έκταση του. Εάν μια διαρροή έχει μεγαλώσει αρκετά, το σύστημα ενδέχεται να αντιμετωπίσει μια σημαντική απώλεια πίεσης. Αν και μια πολύ σταδιακή μείωση της πίεσης με την πάροδο του χρόνου είναι δύσκολο να αναγνωρισθεί, αυξημένος αριθμός αναφορών για πιέσεις εντός ενός χώρου αποτελεί ένδειξη ότι η διαρροή μπορεί να έχει φτάσει σε δραστικά επίπεδα.
- **Διακοπή ροής.** Ίσως η πιο δραματική μορφή της ανίχνευσης απώλειας νερού είναι αυτή που οφείλεται σε περιπτώσεις ολοκληρωτικής διακοπής παροχής ύδατος. Ο πάροχος συνήθως κοινοποιεί τέτοια περιστατικά καθώς είναι ιδιαίτερα ορατά και μπορούν να γίνουν δημόσιο ζήτημα ασφαλείας. Αυτή η απώλεια νερού αποτελεί μια πραγματική ρήξη στο δίκτυο ύδρευσης που έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει τόσο την ποσότητα του νερού όσο και τη ροή. Οι διαχειριστές του συστήματος συχνά γνωρίζουν τέτοιου είδους ρήξεις, ακόμα και αν η ακριβής τοποθεσία τους είναι άγνωστη, λόγω της απώλειας πίεσης του συστήματος ή τη στάθμη μια δεξαμενής αποθήκευσης.

Ενεργός έλεγχος για αδήλωτα περιστατικά διαρροών

Σε κάθε δίκτυο ύδρευσης πρέπει να λειτουργεί ένα ενεργό πρόγραμμα ελέγχου διαρροών, προκειμένου να εντοπίσει μια κρυφή διαρροή, η οποία πάντα αυξάνεται στα συστήματα διανομής νερού. Δύο κύριες προσεγγίσεις υπάρχουν για να προσδιοριστεί μια κρυφή διαρροή: παρακολούθηση της ροής και άμεση ανίχνευση των διαρροών.

4.2 Παρακολούθηση Ροής Μαζικής διαρροής- Ζώνες Ελέγχου.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Μια από τις σημαντικότερες μεθόδους για την παρακολούθηση του όγκου της διαρροής σε ένα σύστημα διανομής νερού είναι μέσω της μέτρησης της ροής του συστήματος. Διαρροές σε κτιριακές εγκαταστάσεις καταναλωτών μπορούν να ανιχνευτούν από τα υψηλά επίπεδα ενδείξεων του μετρητή νερού και της χρέωσης. Σε μια ενιαία έκταση, πχ με περιφερειακό μετρητή μιας ζώνης ελέγχου, ογκώδης διαρροές αναγνωρίζονται παρατηρώντας τη ροή εφοδιασμού κατά τη διάρκεια του ωραρίου ελάχιστης κατανάλωσης των πελατών. Η κατανάλωση των πελατών μπορεί να ποσοτικοποιηθεί αξιόπιστα μέσω εκτιμήσεων ή καταγραφής δεδομένων λογαριασμών μιας συγκεκριμένης περιόδου. Η διαδικασία αυτή γίνεται με τη χρήση προηγμένων συστημάτων αυτόματης μέτρησης και γίνεται η σύγκριση με τη ποσότητα νερού που παρέχεται από το δίκτυο και τις πηγές με τους μετρητές των καταναλωτών. Οι συγκρίσεις αυτές απαιτούν κατάλληλη κατάρτιση επικοινωνία και σωστή διαχείριση.

Συνεχής παρακολούθηση των ροών σε απομονωμένα τμήματα του συστήματος είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την αναζήτηση ενεργών πραγματικών απωλειών νερού. Μια τέτοια προσέγγιση συνεπάγεται την παρακολούθηση των ροών σε στενά διαστήματα για να διακρίνει στοιχεία που αντανακλούν την ισχύουσα κατανάλωση του πελάτη. Το μέγεθος μιας ζώνης ελέγχου, είναι συναρτήσεως του υδραυλικού συστήματος, της ζήτησης των καταναλωτών και τη γεωγραφία. Μια τυπική ζώνη ελέγχου, καλύπτει 500-3000 συνδέσεις καταναλωτών. Μόλις διαμορφωθεί μια ζώνη ελέγχου, ο ροή μετριέται με ένα εγκατεστημένο ή φορητό μετρητή νερού, για τον υπολογισμό του συνολικού όγκου νερού που παρέχεται στην περιοχή. Τα δεδομένα καταγράφονται από ένα κεντρικό μετρητή κατά τη διάρκεια των ωρών ελάχιστης κατανάλωσης, συχνά αργά τις βραδινές ώρες, και μπορεί να παρέχουν ενδείξεις υψηλότερης ροής από ότι θα μπορούσε να αναμένεται. Ζώνες ελέγχου με ύποπτη υψηλή ροή αποτελούν σημεία για λεπτομερή ακουστική ανίχνευση διαρροών για τον καλύτερο χαρακτηρισμό της απώλειας νερού στην περιοχή αυτή.

Διαρροή από ποσοτική μέτρηση της ροής μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μόνιμο ή προσωρινό σύστημα μέτρησης. Μόνιμοι μετρητές έχουν το πλεονέκτημα της συνεχούς συλλογής δεδομένων με αρχειοθετημένα δεδομένα. Βασικά σημεία του συστήματος διανομής, τα οποία θα χρειαστούν για τη συνήθη ανάλυση των ροών του συστήματος, είναι καλές θέσεις για μόνιμο σύστημα εγκατάστασης. Τα μόνιμα συστήματα μπορούν εύκολα να διαβαστούν είτε μέσω ενός συστήματος εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA) ή με ένα ξεχωριστό data-logger. Συχνά αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των ροών σε όλο το δίκτυο αλλά μπορούν να εγκατασταθούν σαν επιπλέον μέτρα παρακολούθησης στις ζώνες ελέγχου για τη διαχείριση των απωλειών.

Εναλλακτική λύση των σταθερών συστημάτων μέτρησης είναι οι φορητοί μετρητές. Πολλά από αυτά τα μέτρα χρησιμοποιούνται ως "σφιγκτήρες" που εφαρμόζονται στην εξωτερική μεριά του αγωγού ή εισερχόμενα εσωτερικά και μετρούν την ταχύτητα ροής του όγκου του νερού. Το πλεονέκτημα αυτών των τύπων μετρητών είναι ότι παραμένει άθικτη η ακεραιότητα του συστήματος

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

αγωγών του δικτύου και ο μετρητής μπορεί να μεταφερθεί σε άλλη τοποθεσία όταν ολοκληρωθούν οι μετρήσεις. Αν οι αγωγοί είναι εύκολα προσβάσιμοι αποφεύγεται με τον τρόπο αυτό επιπλέον εργασία και επιβάρυνση του δικτύου. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την κατανόηση της ακρίβειας των μετρητών αυτών και της ευαισθησίας τους ως προς τα όρια του ρυθμού ροής όταν χρησιμοποιείται για εκτιμήσεις διαρροών και ζημιών.

4.3 Εξοπλισμός ανίχνευσης διαρροών

Η πιο κοινή μορφή ανίχνευσης διαρροών σε ένα δίκτυο διανομής είναι η προληπτική αναζήτηση για διαρροές στο πεδίο. Αυτές οι έρευνες ή μελέτες πρέπει να προγραμματιστούν προσεκτικά και να διεξάγονται με ένα πειθαρχημένο τρόπο για να έχουν αποτέλεσμα. Οι έρευνες διεξάγονται χρησιμοποιώντας μια μεγάλη ποικιλία εργαλείων που βοηθούν στην ανακάλυψη των πιθανών διαρροών του συστήματος. Οι περισσότερες από αυτές τις προσεγγίσεις εντοπίζουν τη διαρροή παρατηρώντας τον αγωγό ή τις αλλαγές σε φυσικά στοιχεία αυτού, όπως θόρυβος, θερμοκρασία κτλ, που υπάρχουν σε περιπτώσεις βλάβης. Κατανοώντας τις δυνατότητες και τις αδυναμίες κάθε προσέγγισης ο χειριστής μπορεί να επιλέξει τον κατάλληλο τρόπο για την εφαρμογή του στο σύστημα. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένοι τρόποι και τεχνικές ανίχνευσης διαρροών.

Η ακεραιότητα των υπογείων υποδομών είναι συχνά δύσκολο να εκτιμηθεί. Ένα μεγάλο μέρος της επένδυσης κεφαλαίου για το δίκτυο νερού κοινής ωφελείας μπορεί να αποδοθεί σε υπόγεια στοιχεία του. Λόγω της χαμηλής ορατότητας τα στοιχεία αυτά είναι δύσκολα προσβάσιμα αλλά απολύτως ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα του δικτύου. Βοηθητικά προγράμματα θα πρέπει να αναζητούν ενεργά για διαρροή στο δίκτυο ύδρευσης, να αξιολογούν αυτές τις διαρροές και να είναι σε θέση να δώσουν κατάλληλη προτεραιότητα για την αντιμετώπιση τους. Εφόσον μια άμεση μέτρηση του ρυθμού διαρροής είναι δύσκολη, δευτερεύουσες μετρήσεις είναι ευκολότερο να χρησιμοποιηθούν λειτουργώντας ως υποκατάστατα. Αυτά τα δευτερεύοντα μέτρα συνήθως εμπίπτουν σε ένα αριθμό τεχνικών όπως ακουστική, θερμική, ηλεκτρομαγνητική, και χημικά. Κάθε τεχνική έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και αδυναμίες. Δεν μπορούν όλες οι τεχνικές ανίχνευσης διαρροών να προσδιορίσουν την τοποθεσία της διαρροής ή το ακριβές μέγεθος της.

Μερικές μέθοδοι ανίχνευσης διαρροών που αναφέρονται παρακάτω μπορεί να απαιτούν την αφυδάτωση των σωλήνων για την εγκατάσταση αισθητήρων ή εξοπλισμού.

Μετρητές υπερήχων

Η τεχνολογία των μετρητών υπερήχων προσφέρει πλεονεκτήματα εξοικονόμησης κόστους στην εγκατάσταση, συντήρηση και λειτουργία. Το σύστημα λειτουργεί με τον διαχωρισμό του αγωγού σε μια σειρά από τμήματα. Δύο σταθμοί δεσμεύονται σε κάθε τμήμα, ώστε η παρακολούθηση του νερού να πραγματοποιείται μέσα από μια μόνο είσοδο και μια έξοδο. Κάθε σταθμός περιλαμβάνει ένα σφιγκτήρα μετρητή ροής, αισθητήρα θερμοκρασίας και υπολογιστή. Κάθε υπολογιστής μετρά το ρυθμό ροής, τη θερμοκρασία υγρού και αέρα, τη ταχύτητα διάδοσης και τις διαγνωστικές συνθήκες. Ένας κεντρικός σταθμός συλλέγει δεδομένα από όλους τους επιμέρους σταθμούς για τον υπολογισμό της ισορροπίας του όγκου του νερού. Αυτό το επιτυγχάνεται με την παρακολούθηση του όγκου του υγρού που εισέρχεται σε ένα τομέα, εφαρμόζοντας λογισμικά που αντικατοπτρίζουν τις φυσικές και περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν το νερό και στη συνέχεια συγκρίνονται με τον όγκο ύδατος που εξήλθε από το τμήμα αυτό. Ένα σύντομο χρονικό διάστημα ολοκλήρωσης της διαδικασίας θα ανιχνεύσει γρήγορα μια μεγάλη διαρροή ενώ μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα ολοκλήρωσης απαιτούνται για την ανίχνευση μικρότερων διαρροών.

Μαγνήτης επαγωγής

Οι μαγνήτες επαγωγής στηρίζονται στην αγωγιμότητα του νερού. Η ροή του ύδατος περνάει μέσα από ένα μαγνητικό πεδίο που παράγει μια διαφορά τάσης πάνω στην εγκάρσια τομή της περιοχής ροής, ανάλογη της μέσης ταχύτητας της ροής. Στη συνέχεια, γνωρίζοντας την αγωγιμότητα του νερού καθώς επίσης και την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται, μπορεί να υπολογιστεί η ταχύτητα ροής. Κύριο πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι η μεγάλη ακρίβεια που μπορεί να προσφέρει σε ένα ευρύ φάσμα των ρυθμών ροής σε ένα δίκτυο ύδρευσης. Ωστόσο πρέπει να εισαχθεί εσωτερικά των σωληνώσεων του συστήματος.

Ακουστικές Συσκευές

Δύο διακριτοί θόρυβοι παράγονται σε περιπτώσεις παραβίασης και διαρροής από την πίεση του νερού στους αγωγούς. Ο πρώτος θόρυβος παράγεται από ένα κρουστικό κύμα που δημιουργείται όταν το νερό ωθείται μέσω ενός ανοίγματος ή διαρροής. Η διαφορεική πίεση ανάμεσα του νερού έξω από το σωλήνα πρέπει να υπερβαίνει συνήθως τα 15 psi για να δημιουργηθούν ηχητικά κύματα και να αναγνωριστούν. Αυτοί οι ήχοι είναι στην περιοχή 500 έως 800 Hz και διαδίδονται μέσω του σωλήνα και του νερού. Αυτά τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν σημαντικές αποστάσεις στο σωλήνα και, συνεπώς, μπορούν να ανιχνευθούν

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις από την περιοχή της διαρροής.

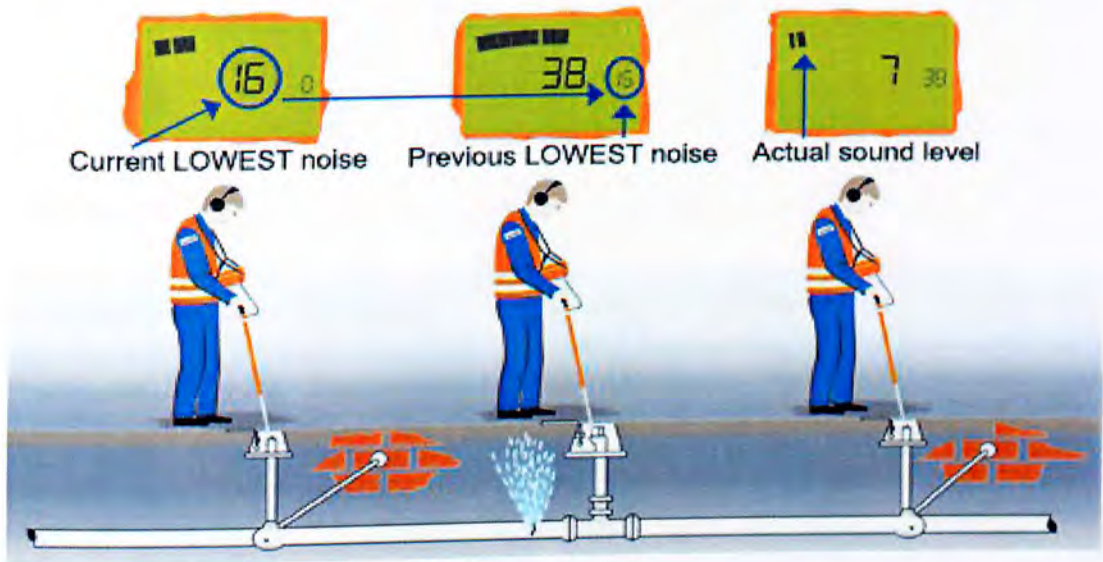
Ο δεύτερος θόρυβος δημιουργείται στα 20-250 Hz και παράγεται από την επίδραση της δυναμικής του νερού στα τοιχώματα του σωλήνα και από το νερό που κυκλοφορεί στην κοιλότητα που προκαλείται από τη διαρροή. Αυτά τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν μέσω του εδάφους και ως εκ τούτου περιορίζονται σε μια πολύ βραχύτερη απόσταση διαδρομής πριν να είναι εξασθενημένα και δεν μπορούν πλέον να αναγνωριστούν. Αυτά τα χαμηλότερης συχνότητας ηχητικά κύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν στον εντοπισμό της ακριβούς θέσης της διαρροής καθώς ο χειριστής συνεχίζει να ακούσει κατά μήκος του σωλήνα.

Υπάρχουν πολλοί ήχοι που μεταφέρονται από τους σωλήνες σε ένα δίκτυο. Κάθε σύστημα διανομής έχει τη δική του ακουστική, που αλλάζει από το ένα σημείο στο άλλο. Χρειάζεται χρόνος για να αναγνωριστούν και να κατανοηθούν οι διάφοροι ήχοι που προέρχονται από τη φυσιολογική λειτουργία του δικτύου. Ο εξοπλισμός ακουστικής ανίχνευσης έχει σχεδιαστεί ώστε να επιτρέπει στο χειριστή την ανίχνευση και αναγνώριση ήχων που είναι χαρακτηριστικοί ενός πεπερασμένου αγωγού διαρροής.

Ακουστική ράβδος

Οι ακουστικές ράβδοι είναι μεταξύ των πιο παλιών και απλών μεθόδων ανίχνευσης διαρροής σε ένα δίκτυο. Βοηθάει το χρήστη να ακούσει θορύβους που προκαλεί το νερό καθώς ωθείται μέσα σε ένα σωλήνα. Η ακουστική ράβδος στην απλούστερη μορφή της, είναι μια χαλύβδινη ράβδος, αρκετά μέτρα σε μήκος, με ένα ακουστικό στο ένα άκρο, για να απομονώνει τους εξωτερικούς ήχους. Η άκρη της ράβδου τοποθετείται πάνω σε ένα εκτεθειμένο σωλήνα, κρουνό ή βαλβίδα. Οι ήχοι από την διαρροή μεταδίδονται μέσω της χαλύβδινης ράβδου στον χειριστή. Αν ο χειριστής είναι σε αρκετά κοντινή απόσταση με το σημείο διαρροής, η χαμηλότερη συχνότητα εδάφους μπορεί επίσης να ανιχνευτεί. Χρειάζεται πρακτική και ικανότητα του χειριστή για να επιτύχει την ανίχνευση μιας διαρροής αλλά είναι μια αποτελεσματική και φθηνή μέθοδος. Άλλα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής πέρα της απλότητας, είναι το γεγονός ότι είναι ανθεκτική, καθώς δεν υπάρχουν μηχανικά ή ηλεκτρονικά μέρη και δεν απαιτείται βαθμονόμηση. Ωστόσο παρουσιάζει δυσκολίες στη διάκριση μεταξύ κανονικών θορύβων του νερού και θορύβων λόγω διαρροής και στην επισήμανση της θέσης της.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 4.1 : Ακουστική ράβδος

Γεώφωνα

Το γεώφωνο είναι μια εντελώς μηχανική συσκευή ακρόασης που λειτουργεί σαν το στηθοσκόπιο ενός γιατρού. Μια σειρά από ακουστικούς σωλήνες εκτείνονται από τον χειριστή μέχρι το έδαφος και τοποθετούνται πάνω από το σωλήνα που πρόκειται να αξιολογηθεί. Ένας έμπειρος χειριστής, μετακινώντας τα κεφάλια του γεώφωνου κατά μήκος του σωλήνα μπορεί να ανιχνεύσει τη διαρροή. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει τον εντοπισμό με μεγάλη ακρίβεια. Ενώ είναι μια απλή και λειτουργικά ανέξοδη διαδικασία, μπορεί να χάσει ορισμένους θορύβους που ταξιδεύουν με το σύστημα σωληνώσεων και το νερό. Ήχοι διαρροής από μη μεταλλικό σωλήνα ή ήχοι χαμηλών συχνοτήτων του νερού δε ταξιδεύουν καλά μέσα από το σωλήνα αλλά από το έδαφος. Τα γεώφωνα χρησιμοποιούνται καλύτερα για ανίχνευση ήχων που πολλαπλασιάζονται σε μεγάλο βαθμό μέσα από το έδαφος. Δεν απαιτείται καμία παροχή ενέργειας αλλά ο χειριστής πρέπει να γνωρίζει τη διαδρομή του αγωγού για την τοποθέτηση του εξοπλισμού πάνω από τη γραμμή.



Εικόνα 4.2 : Γεώφωνο

Υδρόφωνα

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία ακουστικών συσκευών ακρόασης που χρησιμοποιούν ένα υδρόφωνο (πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο που παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα ως απάντηση στις ακουστικές επιπτώσεις) για να συλλέξουν τους ήχους μιας διαρροής όταν τοποθετείται στο σύστημα σωληνώσεων ή σε ορισμένες περιπτώσεις, στο έδαφος πάνω από το σωλήνα. Τα όργανα αυτά είναι βελτιωμένες ακουστικές ράβδοι , έχοντας επιπλέον έναν ενισχυτή για να ενισχύσει τον ήχο που μεταδίδεται. Πολλές συσκευές είναι επίσης εξοπλισμένες με φίλτρα συχνοτήτων , ώστε να επιτρέπουν στο χειριστή να φιλτράρει ήχους εστιάζοντας σε συχνότητες πιθανής διαρροής. Σε πιο εξελιγμένη μορφή, σε σύγχρονα υδρόφωνα έχουν προστεθεί συστήματα ψηφιακής επεξεργασίας ενισχύοντας έτσι τις δυνατότητες εντοπισμού . Όπως και σε κάθε μέθοδο, απαιτείται η εμπειρία και η κρίση του χειριστή για να προσδιορίσει τα διαστήματα δοκιμών και τις παραμέτρους των μετρήσεων. Η απόσταση μετάδοσης των ήχων από μια διαρροή εξαρτάται τόσο από το υλικό του σωλήνα όσο και από τη διάμετρο του. Ακολουθεί ένα ενδεικτικός πίνακας:

Τύπος Σωλήνα	Διάμετρος Διατομής	Τυπική απόστ. Μετάδοσης
Μεταλλικός	6"	300-350 μ.
	12"	250-300 μ.
	24"	180-250 μ.
Τσιμεντένιος	6"	250-300 μ.
	12"	200-270 μ.
	24"	120-180 μ.
PVC	6"	120-180 μ.
	12"	60-90 μ.
	24"	30-45 μ.

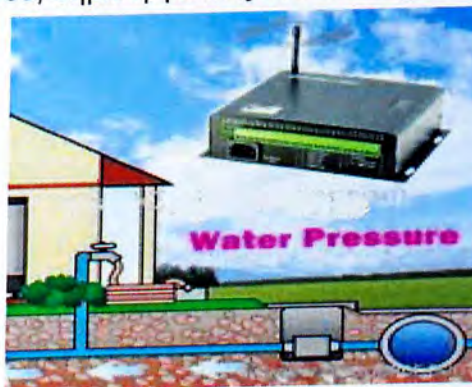
Το κόστος των οργάνων αυτών είναι αρκετά υψηλό αλλά προσφέρουν στο χειριστή πολλά βοηθήματα και δυνατότητες για την αποτελεσματική και γρήγορη ανίχνευση διαρροών και βλαβών στο δίκτυο ύδρευσης.



Εικόνα 4.3 :: Υδρόφωνο

Καταγραφικά θορύβων διαρροής- Data Loggers

Τα καταγραφικά θορύβων συνδυάζουν μια κεφαλή ακρόασης με μια ψηφιακή συσκευή καταγραφής σε έναν ενιαίο αισθητήρα, που μπορεί να συνδεθεί στο σύστημα ώστε να λειτουργεί σε μια εκτεταμένη χρονική περίοδο καταγράφοντας τιμές. Στο τέλος της περιόδου δοκιμών, τα καταγραφικά αφαιρούνται και επεξεργάζονται τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί. Η συχνότητα δειγματοληψίας και καταγραφής πληροφοριών ρυθμίζονται από το χειριστή και προσφέρουν μεγάλο εύρος επιλογών που περιορίζονται μόνο από τη χωρητικότητα πληροφοριών της μονάδας αποθήκευσης. Πιο εξελιγμένα καταγραφικά, έχουν τη δυνατότητα ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης σε συγκεκριμένες ώρες καθώς επίσης και επιλογές για απομακρυσμένο χειρισμό. Είναι μια αποτελεσματική χαμηλού κόστους μέθοδος, για τη συνεχή λήψη μετρήσεων . Εναλλακτικά , μπορεί να εγκατασταθούν μόνιμα καταγραφικά κατά διαστήματα σε ένα δίκτυο, δημιουργώντας ένα σύστημα ελέγχου της διαδικασίας.



Εικόνα 4.4 : Data Logger

Συσχετιστές θορύβου διαρροών

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου μια μεγάλη διαρροή παράγει θορύβους χαμηλότερης συχνότητας απ' ό,τι μια μικρότερη διαρροή. Μικρότερες διεισδύσεις σωλήνων μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλότερες ταχύτητες απαλλαγής, που παράγουν ένα πιο δυνατό, χαρακτηριστικό ήχο, για την ίδια διαφορά πίεσης σε ολη την έκταση του σωλήνα σε σχέση με διαρροές μεγαλύτερων αγωγών. Επομένως, αυτές οι μεγάλες διαρροές, μπορεί να είναι ακόμα πιο δύσκολο να ανιχνευθούν και να εντοπιστούν ιδιαίτερα σε τμήματα ενός συστήματος διανομής που δημιουργεί ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών θορύβων. Οι συσχετιστές θορύβου διαρροής είναι ηλεκτρονικές ακουστικές συσκευές που χρησιμοποιούν δύο ή περισσότερα αισθητήρια υψηλής ευαισθησίας που τοποθετούνται σε κάθε πλευρά του σωλήνα και μεταδίδουν πληροφορίες σε έναν υπολογιστή ο οποίος φιλτράρει και υπολογίζει τη τοποθεσία μια διαρροής σε σχέση με τη διάταξη του αισθητήρα. Ήχος από μια διαρροή ταξιδεύει με σταθερή ταχύτητα η οποία εξαρτάται από το μέγεθος και το υλικό του σωλήνα. Η επεξεργασία που γίνεται στη συσκευή δίνει τη δυνατότητα να προσδιοριστούν και να οριοθετηθούν οι χαρακτηριστικοί ήχοι μιας βλάβης. Συγκρίνοντας τους χρόνους άφιξης των θορύβων αυτών, ο υπολογιστής του συσχετιστή, υπολογίζει την απόσταση και το σημείο διαρροής.



Σχήμα : Συσχετιστές θορύβου διαρροών

Καλώδιο Συνεχούς Ροής

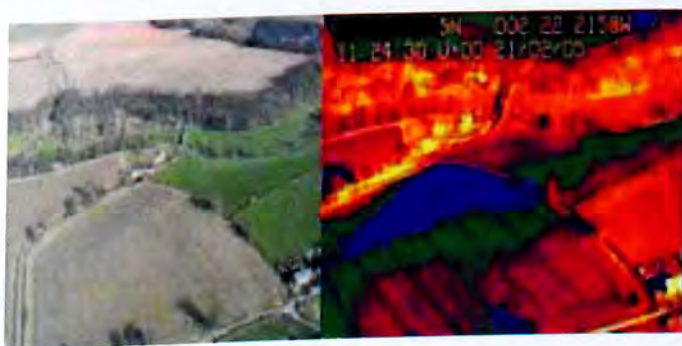
Πολλές τεχνικές για την ανίχνευση διαρροών σε μικρότερη διάμετρο, μεταλλικές γραμμές διανομής, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγαλύτερους αγωγούς μεταφοράς ή για συγκεκριμένα υλικά ή σωλήνα τύπου PVC. Σε μεγάλους αγωγούς χρησιμοποιείται καλώδιο συνεχούς ροής εσωτερικής ανίχνευσης. Με τη μέθοδο αυτή, ένας ακουστικός αισθητήρας τοποθετείται στο άκρο ενός μακρύ καλωδίου (εως 2 χλμ) που τροφοδοτείται σε έναν κύριο αγωγό. Ένα μικρό αλεξίπτωτο στην κεφαλή του αισθητήρα το μετακινεί κατά μήκος του αγωγού ενώ ο χειριστής ακούει το ακουστικό σήμα που επιστρέφεται από τον αισθητήρα. Ένας χιλιομετρικής στο καλώδιο μετράει την απόσταση που έχει διανυθεί. Ο ήχος που μεταδίδεται από μια διαρροή του νερού διακρίνεται εύκολα από το χειριστή. Τα

Θερμική Ανίχνευση

Σε αντίθεση με ακουστικές συσκευές που ανιχνεύουν μια ιδιότητα της διαρροής, οι συσκευές θερμικής ανίχνευσης αναζητούν τις διαφορές θερμοκρασίας στο περιβάλλον έδαφος που προκαλείται από τον κορεσμό λόγω της διαρροής του νερού.

Θερμογραφία

Η θερμογραφία μετρά την υπέρυθη ακτινοβολία (θερμότητα) που προέρχεται από το έδαφος. Οι περιοχές κατά μήκος ενός αγωγού που παρουσιάζει διαρροή παρουσιάζουν συχνά κορεσμένες συνθήκες κάτω ακριβώς από την επιφάνεια του εδάφους και μπορεί να είναι ορατές ή μη ορατές. Αυτές οι περιοχές τείνουν να είναι θερμότερες κατά τους ψυχρούς μήνες ενώ αντίστροφα πιο δροσερές από το υπόλοιπο περιβάλλον κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Υπέρυθη μέτρηση της ευρύτερης περιοχής μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση αυτών των περιοχών της διαφοροποίησης της θερμοκρασίας και να εντοπιστεί η τοποθεσία της διαρροής. Ο χειριστής μπορεί να χρησιμοποιήσει απλές συσκευές υπέρυθρων με ψηφιακούς μετρητές θερμοκρασίας για τον εντοπισμό της ευρύτερης περιοχής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μεγαλύτερη κλίμακα, όπου η θερμογράφιση μιας μεγάλης περιοχής μπορεί να παρουσιάσει επιτυχώς τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και τις θέσεις των διαρροών κάτω από δρόμους, πεζοδρόμια ή ακόμα και κτήρια.



Εικόνα 4.6 : Θερμογραφία

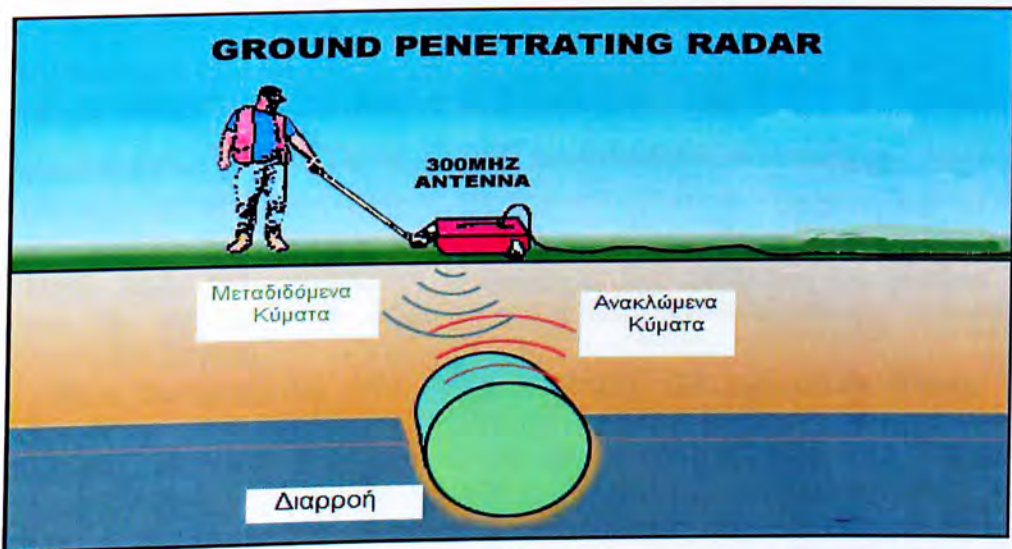
Ηλεκτρομαγνητική ανίχνευση

Διάφορες μορφές των ηλεκτρομαγνητικών συσκευών ανίχνευσης έχουν αναπτυχθεί για χρήση στον εντοπισμό αγωγών κοινής ωφελείας. Μερικές από αυτές τις ίδιες τεχνολογίες επεκτείνονται για να βοηθήσουν τον εντοπισμό διαρροών στους αγωγούς αυτούς.

Γεω-ραντάρ

Το γεω-ραντάρ, που είναι γνωστό ως ραντάρ ανίχνευσης εδάφους, εντοπίζει και αξιολογεί υπόγειες διαρροές χωρίς την ανάγκη να τις εκθέσει. Οι περισσότερες συσκευές γεω-ρανταρ λειτουργούν μεταδίδοντας ηλεκτρομαγνητικά κύματα (125 MHz to 370 MHz) μέσα στο έδαφος τα οποία αναπηδούν και επιστρέφουν στο δέκτη της συσκευής. Το σήμα αυτό μετατρέπεται σε μια εικόνα των υπογείων αντικειμένων της περιοχής συμπεριλαμβανομένων των πλαστικών σωλήνων, πετρωμάτων και κενών. Διαρροή νερού από ένα σωλήνα μπορεί να ανιχνευθεί και η ακριβής τοποθεσία της διαρροής μπορεί να εντοπιστεί σε πραγματικό χρόνο. Ενισχυμένη επεξεργασία σήματος μπορεί να αναπτυχθεί για την βελτίωση της εικόνας και της αποτελεσματικότητας της μεθόδου.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας είναι ανεξάρτητα από το υλικό των αγωγών καθώς το γεω-ρανταρ μπορεί να ανιχνεύσει διαρροές σε μεταλλικούς, πλαστικούς ή σωλήνες σκυροδέματος. Επιπλέον είναι αρκετά μεγάλο το βάθος εστίασης και εφαρμογής σε μια περιοχή.



Εικόνα 4.7 : Γεω-ραντάρ

4.4 Οφέλη και Χρήση συστημάτων SCADA στα Δίκτυα Ύδρευσης

Η αποτελεσματική παρακολούθηση και διαχείριση των δικτύων ύδρευσης είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα, ακόμα και σε χώρες με ανεπτυγμένη υποδομή και ορθές πρακτικές λειτουργίας. Ακατάλληλη διαχείριση των δικτύων του νερού μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του κόστους της προσφοράς, ανεπαρκή παροχή πόσιμου νερού και μη ικανοποιητική παροχή υπηρεσιών προς τους καταναλωτές. Με στόχο την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων αυτών, απαιτείται η εισαγωγή διαδικασιών και βελτιώσεων χρησιμοποιώντας συστήματα που βασίζονται στον έλεγχο και τη διαχείριση ολόκληρου του δικτύου σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση συστημάτων Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων (SCADA) σε συνδυασμό με μεθόδους εντοπισμού διαρροών και βλαβών μπορεί να βελτιώσει σε σημαντικό βαθμό τη διαδικασία αυτή. Τα μέτρα αυτά πρέπει να συμπληρωθούν με προσαρμοσμένα προγράμματα εξοικονόμησης νερού που στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση της υπερβολικής χρήσης του νερού. Οι πρωτοβουλίες αυτές πρέπει να συνδυάζονται για να σχηματίσουν μια στρατηγική για τη διατήρηση των πολύτιμων πόρων και η διάθεσή τους σε προσιτές τιμές στους καταναλωτές.

Εφαρμογή Στρατηγικής Διαχείρισης των Υδάτινων Πόρων

Οι εταιρίες ύδρευσης είναι σε θέση να παρέχουν εκτιμήσεις της παραγωγής τους, τις εισαγωγές και εξαγωγές των καταναλώσεων, αλλά είναι λιγότερο σε θέση να επισημάνουν τους λόγους της απώλειας ύδατος. Οι απώλειες νερού μπορούν να καθοριστούν από τη διεξαγωγή περιοδικών καταγραφών της ισορροπίας του νερού σε καθορισμένα τμήματα του δικτύου ύδρευσης. Αυτός ο υπολογισμός βασίζεται στη μέτρηση της ροής του νερού, στις ποσότητες που παράγονται και διανέμονται σε σύγκριση με την κατανάλωση. Αυτό μπορεί να γίνει αυτόματα από ένα σύστημα SCADA σε συνδυασμό με απομακρυσμένες μονάδες ελέγχου. Το αποτέλεσμα της παραγωγικής αυτής διαδικασίας παρέχει πληροφορίες για την ποσότητα νερού που χάνεται ως αποτέλεσμα των διαρροών και βλαβών του δικτύου και της απώλειας ύδατος που μπορεί να αποδοθεί σε άλλους μη ανιχνεύσιμους λόγους.

Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ των απωλειών ύδατος που προκαλούνται από μια μη σημαντική αλλά συνεχή διαρροή και από άλλους παράγοντες. Μια μικρή έκρηξη σε αγωγό διανομής θα μπορούσε να παραμείνει αδιάγνωστη για μήνες και κατά συνέπεια, οι χαμηλού ρυθμού διαρροές είναι συνήθως το πιο σημαντικό συστατικό των απωλειών νερού ακόμη και σε καλά διατηρημένα συστήματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, συσσωρευμένα λάθη μέτρησης, σφάλματα συλλογής δεδομένων ή λογιστικά λάθη μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στον προσδιορισμό απώλειας ύδατος.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Το κλειδί για την εφαρμογή μιας στρατηγικής για τη μείωση της απώλειας νερού πρέπει να αρχίσει με τη πλήρη κατανόηση των συνιστωσών και των στοιχείων που συμβάλουν σε ένα δίκτυο και να διασφαλίσει ότι οι σχετικοί παράμετροι που δείχνουν συγκεκριμένους τύπους ζημιών, υπολογίζονται όσο το δυνατόν ακριβέστερα. Με αυτό τον τρόπο, οι προτεραιότητες με στόχο τη μείωση του νερού μπορεί να ρυθμιστούν μέσω μιας σειράς σχεδίων δράσης. Μερικά τυπικά μέτρα είναι τα εξής:

- Μέτρηση, υπολογισμός και καταγραφή ισορροπίας ύδατος και τον προσδιορισμό του μη-καταγεγραμμένου νερού
- Διεξαγωγή ελέγχου του δικτύου και να καθοριστεί όσο το δυνατόν ακριβέστερα, τα σημεία όπου ενδέχεται να προκύψουν οι απώλειες.
- Ανάλυση της λειτουργίας του δικτύου και κατανόηση των αιτιών που οι απώλειες εμφανίζονται σε κάθε τμήμα.
- Συνεχής ανάπτυξη πρακτικών ανίχνευσης διαρροών και κατάλληλων μέτρων με στόχο τη μείωση των απωλειών νερού και τη βελτίωση της συνολικής αξιοπιστίας της παροχής.

Ελαχιστοποίηση απωλειών νερού

Τα συστήματα SCADA μπορούν να συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό προς την ολοκλήρωση της διαδικασίας ανίχνευσης διαρροών και βλαβών καθώς και στην εφαρμογή περιοδικών προγραμμάτων επισκευής. Τα ακόλουθα μέτρα και πρακτικές μπορούν να εφαρμοστούν με τη χρήση ενός συστήματος SCADA:

- Εκτίμηση του επιπέδου των απωλειών νερού μέσω ανιχνεύσιμων μικρών διαρροών (σε άγνωστες τοποθεσίες).
- Συνεχής παρακολούθηση και ρύθμιση της πίεσης στο δίκτυο σε κρίσιμες θέσεις.
- Καταγραφή και ανάλυση ξαφνικών αλλαγών στα ποσοστά ροής του νερού για την ανίχνευση νέων διαρροές και βλαβών.
- Η μείωση του πραγματικού χρόνου απόκρισης για να απομονωθεί το προβληματικό τμήμα (αν είναι δυνατόν εξ' ολοκλήρου)

Απόδοση Αντλιοστασίων και Παρακολούθηση Υγειονομικών Στοιχείων

Οι εταιρίες ύδρευσης αναζητούν νέους τρόπους για την εισαγωγή βελτιώσεων στις διαδικασίες συντήρησης οι οποίες μπορούν επίσης να μειώσουν τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης του δικτύου. Η εισαγωγή ηλεκτρονικών μικροεπεξεργαστών με βάση την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας των αντλιών, σε συνδυασμό με τα συστήματα SCADA για τη διαχείριση του δικτύου ύδρευσης έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης του συστήματος καθώς και την ταχύτερη απόδοση της επένδυσης αυτής.

Η εφαρμογή των μεθόδων αυτών περιλαμβάνει:

- Τον υπολογισμό του όγκου του αντλούμενου νερού, όπως μετράται και καταγράφεται από τις απομακρυσμένες συσκευές ελέγχου.
- Η παρακολούθηση της «ισχύς αιχμής» που δημιουργείται από την αντλία κατά την ενεργοποίηση της.
- Παρακολούθηση της μέσης ενέργειας που παρέχεται στην αντλία κατά τη διάρκεια μιας περιόδου.

Ενώ μια επιλεγμένη αντλία νερού έχει επιβεβαιωθεί ότι είναι σε καλή κατάσταση, το σύστημα θα πρέπει να κρατήσει τις υπολογιζόμενες τιμές ως σημείο αναφοράς για τη μελλοντική συγκριτική αξιολόγηση. Στην περίπτωση που η υπολογισμένη αναλογία για μια αντλία είναι εκτός του αναμενόμενου εύρους, η απομακρυσμένη μονάδα αποστέλλει μια ειδοποίηση προς το κέντρο ελέγχου.

Σταθμοί Μείωσης Πίεσης

Η εφαρμογή παρακολούθησης της ροής του νερού και ελέγχου της πίεσης με τη χρήση σταθμών μείωσης πίεσης μπορεί να μειώσει άμεσα τις πραγματικές απώλειες που προκύπτουν από διαρροές που είναι δύσκολο να εντοπιστούν. Απαιτεί την εγκατάσταση μετρητών ροής σε συνδυασμό με μονάδες ελέγχου και επικοινωνία σε στρατηγικά σημεία σε όλο το δίκτυο ύδρευσης ενώ κάθε μετρητής καταγράφει τη ροή σε μια *μετρούμενη ζώνη*. Αυτό μπορεί να γίνει με ένα σύστημα

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

SCADA με σχετικά χαμηλές επενδύσεις και αρκετά γρήγορα με την εισαγωγή διζωνικής παρακολούθησης και μέτρησης περιοχών των υδάτινων ρευμάτων. Η χρήση σταθμών μείωσης πίεσης μαζί με μονάδες ελέγχου σε ένα δίκτυο επικοινωνίας παρέχουν τα μέσα για την προσαρμογή και βελτιστοποίηση της πίεσης του νερού κατά μήκος του αγωγού και μπορεί να αποτρέψει περαιτέρω απώλειες από διαρροές.

Συνήθως, τα δίκτυα ύδρευσης βασίζονται στην παραδοχή της αύξησης του πληθυσμού και της ζήτησης. Ο στόχος είναι η ικανότητα του συστήματος να μπορεί να ικανοποιήσει οποιαδήποτε ζήτηση για παροχή νερού συνεχώς. Σε πολλές περιπτώσεις η παροχή νερού στο σύστημα προσαρμόζεται στις καθημερινές ώρες αιχμής της ζήτησης. Για παράδειγμα, μειωτήρες πίεσης είναι βαθμονομημένοι ώστε να διατηρούν μια συνεπή πίεση στα σημεία μειωμένης πίεσης έτσι ώστε αυτά να είναι ικανά να αντιμετωπίσουν τη ποσότητα ζήτησης κατά τις ώρες αιχμής. Σε αυτές τις περιπτώσεις, υπάρχουν πολλές περίοδοι λειτουργίας κατά τη διάρκεια της οποίας το σύστημα λειτουργεί σε κατάσταση υπερ-παραγωγής, με περίσσεια πίεσης στο δίκτυο.

Ο δυναμικός έλεγχος της πίεσης που προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες όλη τη μέρα και κάθε εποχή είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο που συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό σε διάφορες πτυχές της λειτουργίας του συστήματος:

- Μείωση των διαρροών, με αποτέλεσμα:
 - Η αποτελεσματική χρήση των υφιστάμενων υδάτινων πόρων
 - Η καθυστέρηση της ανάγκης για επένδυση στην ανάπτυξη νέων πηγών νερού
- Μείωση του αριθμού των ριπών σωλήνα (έως 50%), με αποτέλεσμα:
 - Μειωμένο κόστος συντήρησης του δικτύου ύδρευσης
 - Εκτεταμένη διάρκεια ζωής του συστήματος σωλήνων και εξαρτημάτων.
 - Την καθυστέρηση της ανάγκης για ανακαίνιση των συστημάτων.
- Αυξημένη αξιοπιστία της παροχής νερού, σε συνδυασμό με την υψηλότερη ικανοποίηση καταναλωτών.
- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων ύδρευσης.

Συντελεστές κόστους συστήματος SCADA

Η ολοκλήρωση και λειτουργία ενός συστήματος SCADA περιλαμβάνει τη χρήση του υλικού του υπολογιστή, όργανα και αισθητήρες, ηλεκτρικούς πίνακες ελέγχου, τον προγραμματισμό του λογισμικού, στοιχεία επικοινωνίας, εξοπλισμό και υποδομές καθώς και την εγκατάσταση και θέση του συστήματος. Η ορθή και προσεκτική επιλογή όλων αυτών των στοιχείων μπορεί να βοηθήσει να καταστεί το σύστημα επεκτάσιμο, αναβαθμίσιμο και οικονομικά προσιτό.

Όργανα υλικού. Αν και οι επενδύσεις σε υλικό του υπολογιστή δεν είναι το πιο κρίσιμο και ούτε και πιο δαπανηρό κομμάτι, θεωρείται η “καρδιά” του συστήματος.

Λειτουργικό σύστημα υπολογιστή και προγράμματος εφαρμογής. Ένα Master Control Center (MCC) του προγράμματος συντήρησης απαιτείται, αφού πωλητές τείνουν να προμηθεύουν εκδόσεις, οι οποίες δεν είναι συμβατές με άλλα προγράμματα που πρέπει να ενταχθούν στο σύστημα.

Επικοινωνιακή Υποδομή. Το δίκτυο επικοινωνίας που χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα SCADA μπορεί να χαρακτηριστεί ως τα “νεύρα” του συστήματος, που μεταφέρουν τις πληροφορίες και τα δεδομένα. Επομένως, η επιλογή ενός κατάλληλου και αξιόπιστου τύπου επικοινωνίας και πρωτοκόλλων είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας.

Όργανα Πεδίου. Αυτές οι συσκευές συχνά παρέχονται μαζί με τον εξοπλισμό που πρέπει να παρακολουθείται ή να ελέγχεται. Οι αισθητήρες και οι διακόπτες που συνδέονται με τις απομακρυσμένες συσκευές ελέγχου πρέπει να είναι αξιόπιστες και αναλόγως ακριβείς ώστε να καταστεί η λειτουργία του συστήματος αποδοτική και λειτουργική.

Εγκατάσταση και Τοποθέτηση. Η σωστή και επαγγελματική εγκατάσταση των εξαρτημάτων του συστήματος SCADA παρέχοντας εύκολη συντήρηση και επιπλέον δυνατότητες ενσωμάτωσης.

Δαπάνες συντήρησης συστήματος. Αυτά περιλαμβάνουν το κόστος όλων των επισκευών και της προληπτικής συντήρησης. Ο συνολικός αριθμός μπορεί να αναλυθεί σε πολλά τμήματα του εγκατεστημένου συστήματος.

Χειριστές και τεχνικοί. Για να λειτουργήσουν αυτά τα συστήματα, απαιτείται καλά εκπαιδευμένο και επιστημονικά καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό που θα είναι σε θέση καλύψει τις ανάγκες του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Το περιβάλλον SCADA της εφαρμογής

Το λογισμικό SCADA που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία είναι το WinCC Version 7.0 της εταιρίας SIEMENS. Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη περιγραφή των βασικών στοιχείων του λογισμικού, ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας του .

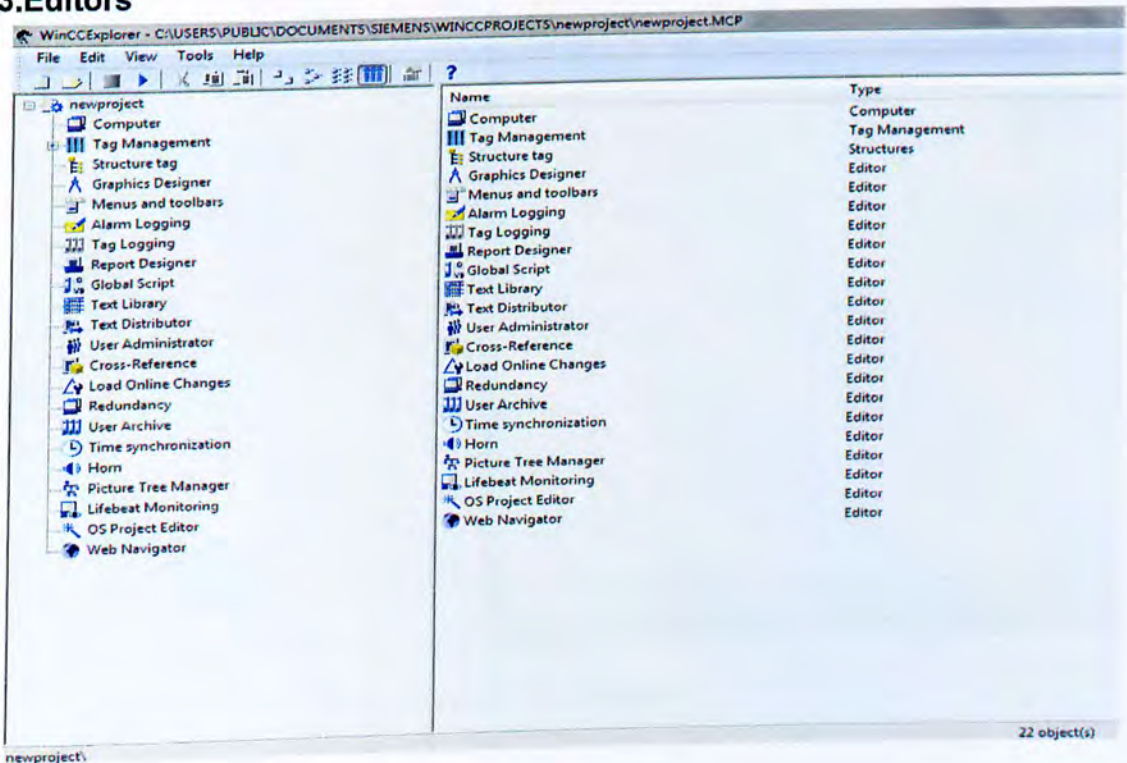
Δομή WinCC

Το λογισμικό WinCC της SIEMENS απαρτίζεται από ορισμένα βασικά τμήματα:

1.Computer

2.Tag Management

3.Editors

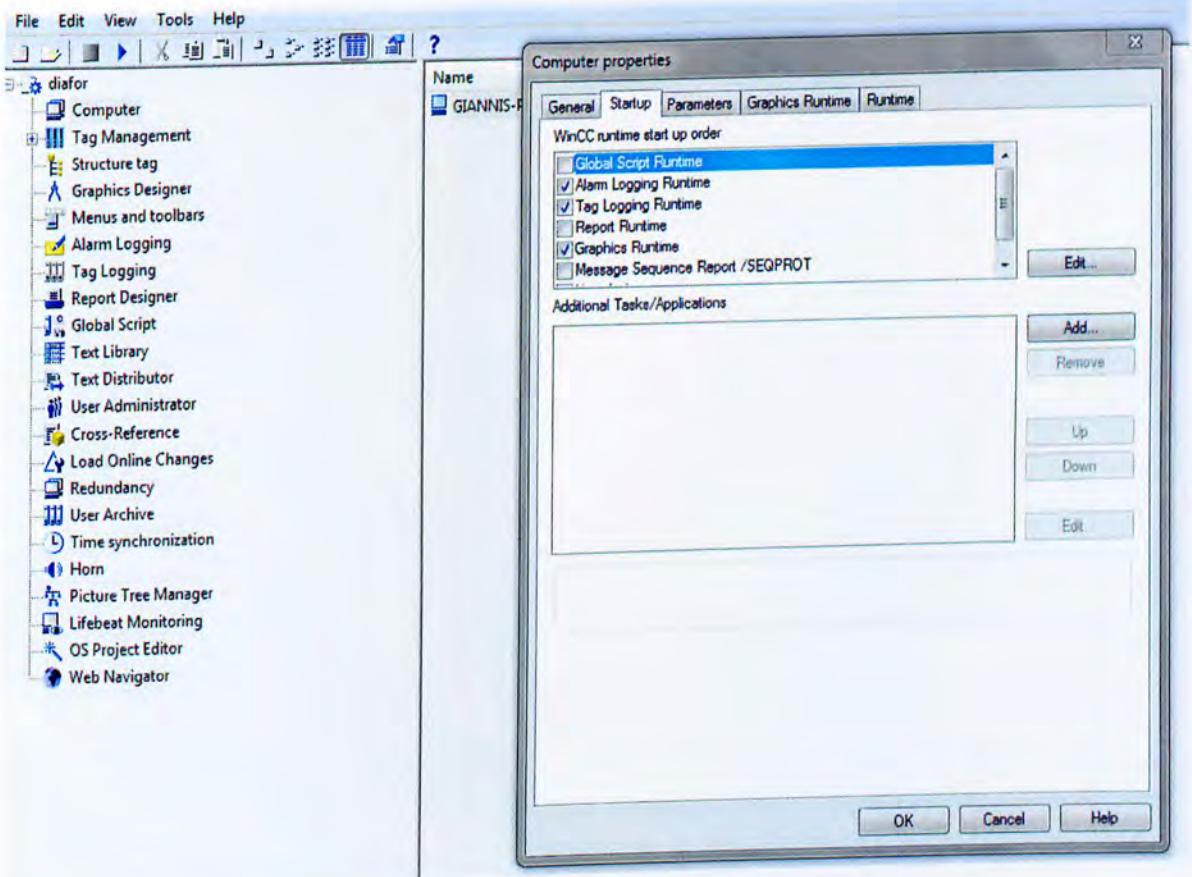


Εικόνα 5.1 : Κεντρικό Μενού

◇ Computer

Στο πεδίο αυτό καθορίζονται οι γενικές λειτουργίες του λογισμικού WinCC. Ρυθμίζονται οι παράμετροι της εφαρμογής και το περιβάλλον εκκίνησης αυτής, καθορίζοντας τις επιλογές για καταγραφή και παρακολούθηση των μεταβλητών του συστήματος καθώς επίσης και αναφορές για υπερβάσεις ορίων και τιμών.

Επίσης, δίνεται η δυνατότητα για τον ορισμό προγραμμάτων, όπως excel, word κ.α για σύνδεση και επικοινωνία με το wincc με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ αυτών και άμεση επεξεργασία. Τέλος, καθορίζονται επιλογές που αφορούν την παρουσίαση της εφαρμογής SCADA και την αλληλεπίδραση του χρήστη σε αυτή.



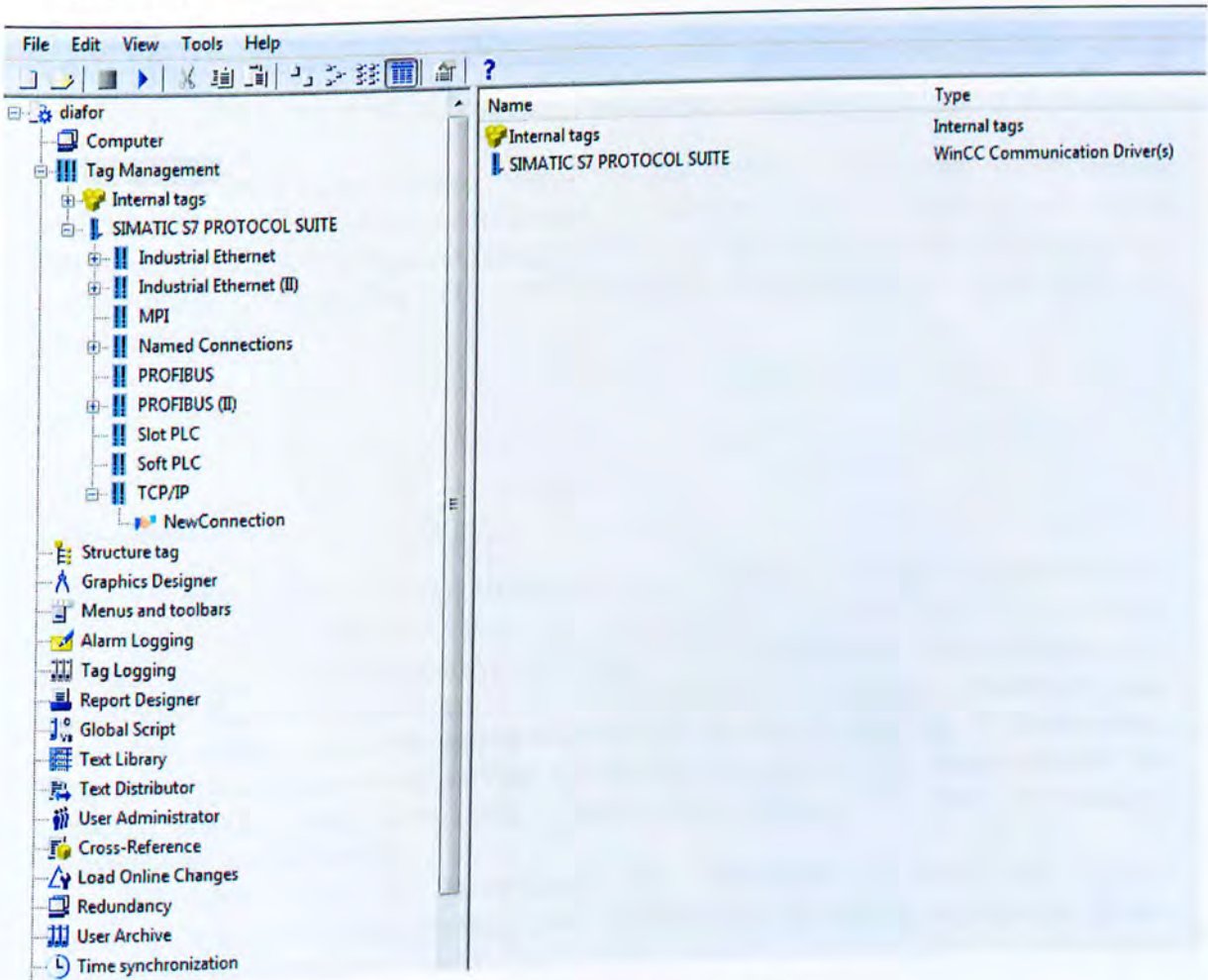
Εικόνα 5.2 : Computer

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

◇ *Tag Management*

Στο πεδίο αυτό, καθορίζονται το πρωτόκολλο επικοινωνίας της εφαρμογής με το PLC και οι μεταβλητές του συστήματος. Οι μεταβλητές στο wincc χωρίζονται σε εσωτερικές (internal) και εξωτερικές (external). Οι εσωτερικές χρησιμοποιούνται για λειτουργίες εντός της εφαρμογής SCADA, ενώ οι εξωτερικές αποτελούν τον συνδετικό κρίκο για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του WinCC και των συστημάτων αυτοματισμού. Κάθε εξωτερική μεταβλητή αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη τιμή στη μνήμη ενός από τα συνδεδεμένα συστήματα αυτοματισμού. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι οι εξωτερικές μεταβλητές αποτελούν *μεταβλητές διαδικασίας (process tags)*. Μέσω του WinCC μπορούμε να προσδιορίσουμε τις τιμές των μεταβλητών αυτών οι οποίες μεταφέρονται στο σύστημα μέσω του καναλιού επικοινωνίας που έχουμε επιλέξει.

Γίνεται αντιληπτό ότι μεταβλητές αποτελούν τη βάση ενός τέτοιου συστήματος και η επιλογή και ο καθορισμός τους είναι πολύ σημαντικό τμήμα της εφαρμογής.



Εικόνα 5.3 : Tag Management

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

◇ Editors

Οι editors του WinCC αποτελούν το βασικότερο τμήμα του λογισμικού αφού ουσιαστικά αποτελεί τη διαδικασία δημιουργίας της εφαρμογής. Περιέχει 5 βασικά υποτμήματα:

Graphics Designer

Αποτελεί το σχεδιαστικό τμήμα του WinCC σύμφωνα με το οποίο σχεδιάζονται και δημιουργούνται οι οθόνες διαδικασίας. Οι οθόνες διαδικασίας αντιπροσωπεύουν τις λειτουργίες της εφαρμογής και επιτρέπουν στο χρήστη τη λειτουργία και παρακολούθηση όλων των διαδικασιών. Κάθε οθόνη αποτελείται από διάφορα αντικείμενα:

- *Στατικά αντικείμενα*, τα οποία παραμένουν αμετάβλητα στο χρόνο εκτέλεσης
- *Δυναμικά αντικείμενα*, τα οποία μεταβάλλονται σύμφωνα με τις επιμέρους τιμές των μεταβλητών των διαδικασιών.
- *Ελεγχόμενα αντικείμενα*, που επιτρέπουν στον χρήστη να αλληλεπιδρά με την εφαρμογή, όπως κουμπιά, ρυθμιστικά, πεδία εισόδου/εξόδου.

Κάθε έργο περιλαμβάνει συχνά πολλές οθόνες διαδικασίας. Κάθε οθόνη παρουσιάζει ένα διαφορετικό στάδιο της διαδικασίας. Συνήθως υπάρχει μια γενική εποπτική οθόνη που επιτρέπει τον χρήστη να έχει μια ενιαία εικόνα ολόκληρης της παραγωγικής διαδικασίας και στη συνέχεια παρουσιάζονται ξεχωριστά τα επιμέρους στάδια.

Tag Logging

Στο τμήμα αυτό γίνεται η καταγραφή των μεταβλητών όλης της διαδικασίας. Εδώ ο χειριστής ρυθμίζει όλες τις παραμέτρους σχετικά με το σύστημα αρχειοθέτησης και αποθήκευσης των τιμών των μεταβλητών του συστήματος. Μέσω των αρχείων αυτών μπορεί να εμφανίζεται η γραφική παράσταση μια μεταβλητής καθώς και να καταγράφονται σε ένα πίνακα οι τιμές της. Η δυνατότητα αυτή είναι πολύ ουσιαστική καθώς επιτρέπει στο χρήστη να παρακολουθεί το χρονοδιάγραμμα ανάπτυξης της μεταβλητής παρέχοντας του σημαντικές πληροφορίες και δεδομένα.

Επιπλέον έχει τη δυνατότητα να καθορίσει ο ίδιος το χρόνο παρακολούθησης και καταγραφής των μεταβλητών ορίζοντας κατάλληλο timer ανάλογα την διαδικασία.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Alarm Logging

Εδώ γίνεται η καταγραφή των υπερβάσεων των μεταβλητών του συστήματος. Αποτελεί ένα μέρος του WinCC το οποίο χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των διαδικασιών. Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του χρήστη, οι τιμές των μεταβλητών κυμαίνονται σε ορισμένα πλαίσια. Οποιαδήποτε αλλαγή που υπερβαίνει τα όρια αυτά, καταγράφεται και το σύστημα παράγει μηνύματα κατά την εκτέλεση της εφαρμογής, συμβάλλοντας έτσι στον έγκαιρο εντοπισμό κρίσιμων καταστάσεων και την αποφυγή προβλημάτων.

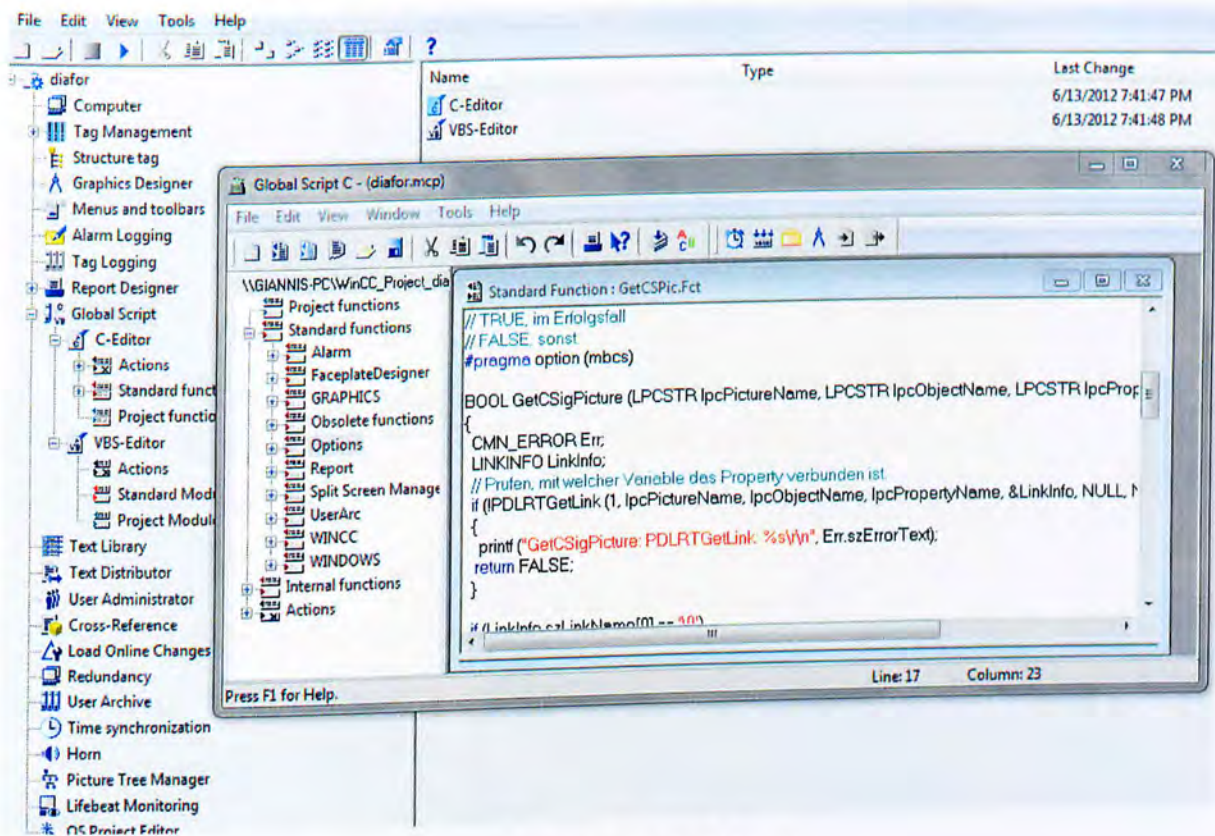
ReportDesigner

Το report designer χρησιμοποιείται για την δημιουργία μιας αναφοράς-έκθεσης με τις λεπτομέρειες και πληροφορίες της εφαρμογής. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι μεταβλητές, σχήματα και εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν, ιδιότητες αντικειμένων κ.α

GlobalScript

Το τμήμα αυτό του WinCC αφορά τη δυνατότητα προγραμματισμού που δίνεται στο χρήστη κατά τη δημιουργία της εφαρμογής. Ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει σε γλώσσα προγραμματισμού C ή VBS χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη συναρτήσεων που παρέχεται ή δημιουργώντας εξολοκλήρου δικό του προγραμματιστικό κώδικα.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.4 : GlobalScript

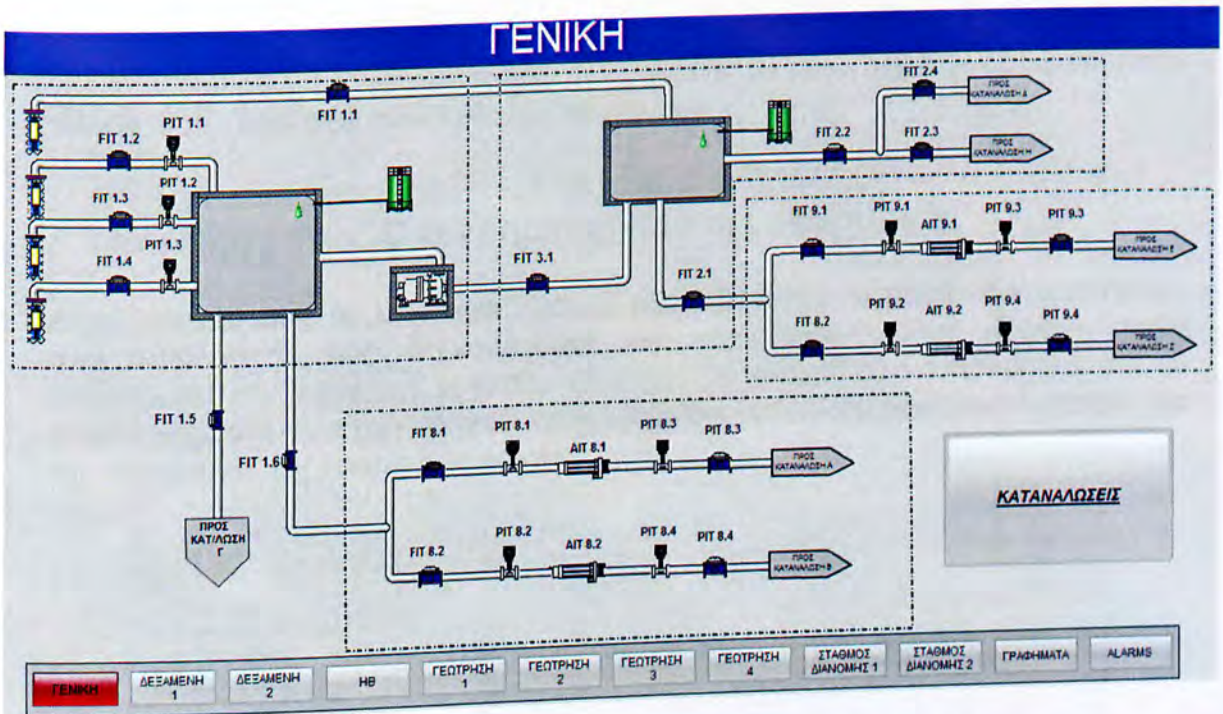
Δημιουργία Εφαρμογής

Γενικά

Η συγκεκριμένη εφαρμογή δημιουργήθηκε για να παρουσιάσει τη διαδικασία με την οποία γίνεται ο εποπτικός έλεγχος και συλλογή δεδομένων σε ένα δίκτυο ύδρευσης για την διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας και τον εντοπισμό σφαλμάτων και διαρροών. Το υποθετικό δίκτυο το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω, αποτελείται από 12 οθόνες απεικόνισης του συστήματος που ελέγχεται. Η γενική οθόνη, η εικόνα εκκίνησης της εφαρμογής, παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη εικόνα του συστήματος στην οποία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει τη γενικότερη δομή του δικτύου ύδρευσης και τα στάδια του ύδατος μέχρι την τελική κατανάλωση.

Από την γενική εικόνα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα στη συνέχεια να εισέλθει στα επιμέρους σημεία του δικτύου ελέγχοντας αναλυτικά τη διαδικασία.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.5 : Γενική οθόνη εκκίνησης εφαρμογής

5.2 Περιγραφή δικτύου

Το δίκτυο ύδρευσης περιλαμβάνει τέσσερις (4) γεωτρήσεις οι οποίες τροφοδοτούν τις δύο (2) δεξαμενές που υπάρχουν σε διαφορετικά μέρη. Οι δεξαμενές, μέρος στο οποίο γίνεται και η διαδικασία της χλωρίωσης του νερού, επικοινωνούν μεταξύ τους υπογείως με ένα δίκτυο σωληνώσεων το οποίο ενισχύεται με μια μονάδα ηλεκτροβάνας για την αποτελεσματικότερη ροή ύδατος εξαιτίας των αυξομειώσεων της πίεσης και την υψομετρικής διαφοράς του νερού στα δύο αυτά σημεία. Όπως φαίνεται και στο σχήμα(αριθμός σχήματος!!!), ένα μέρος της δεξαμενής τροφοδοτεί απευθείας μια τελική κατανάλωση (κατανάλωση Γ) ενώ το υπόλοιπο οδηγείται στον πρώτο σταθμό διανομής για να διανεμηθεί στη συνέχεια από εκεί σε επιμέρους καταναλώσεις (καταναλώσεις Α και Β). Ουσιαστικά, οι σταθμοί διανομής, είναι τοπικά σημεία στο δίκτυο ύδρευσης τα οποία διανέμουν το νερό προς διαφορετικές καταναλώσεις στην ευρύτερη περιοχή. Περιλαμβάνουν προωθητήρες (booster), σκοπός των οποίων είναι η ενίσχυση της ροής και πίεσης του νερού για την επαρκή τροφοδότηση των καταναλώσεων. Αντίστοιχα, παρόμοια είναι και η δομή του υπόλοιπου δικτύου ύδρευσης που

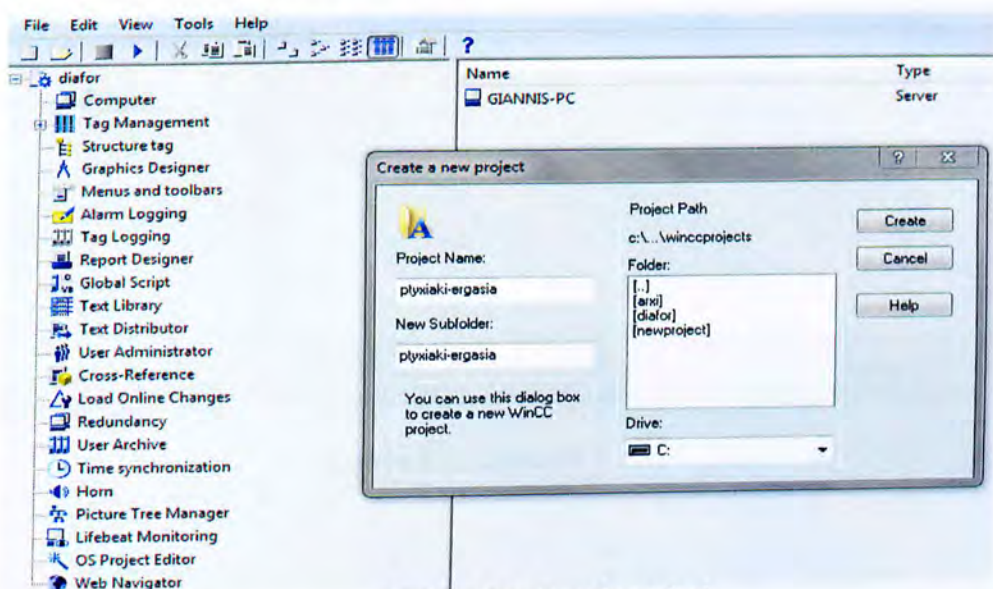
ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

συνδέεται με την δεύτερη δεξαμενή ύδατος. Εκείνη με τη σειρά της, διανέμει το νερό προς το δεύτερο σταθμό διανομής και παράλληλα τροφοδοτεί άλλες δύο καταναλώσεις (καταναλώσεις Δ και H).

Παρατηρώντας τη γενική εικόνα του δικτύου ύδρευσης, βλέπουμε ότι σε όλη την έκταση του δικτύου υπάρχουν όργανα μέτρησης τις παροχής και πίεσης του νερού, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό ζώνες ελέγχου, για την ορθή εποπτεία του δικτύου, όπως θα αναφερθούμε παρακάτω.

5.3 Εκκίνηση WinCC και δημιουργία νέας εφαρμογής

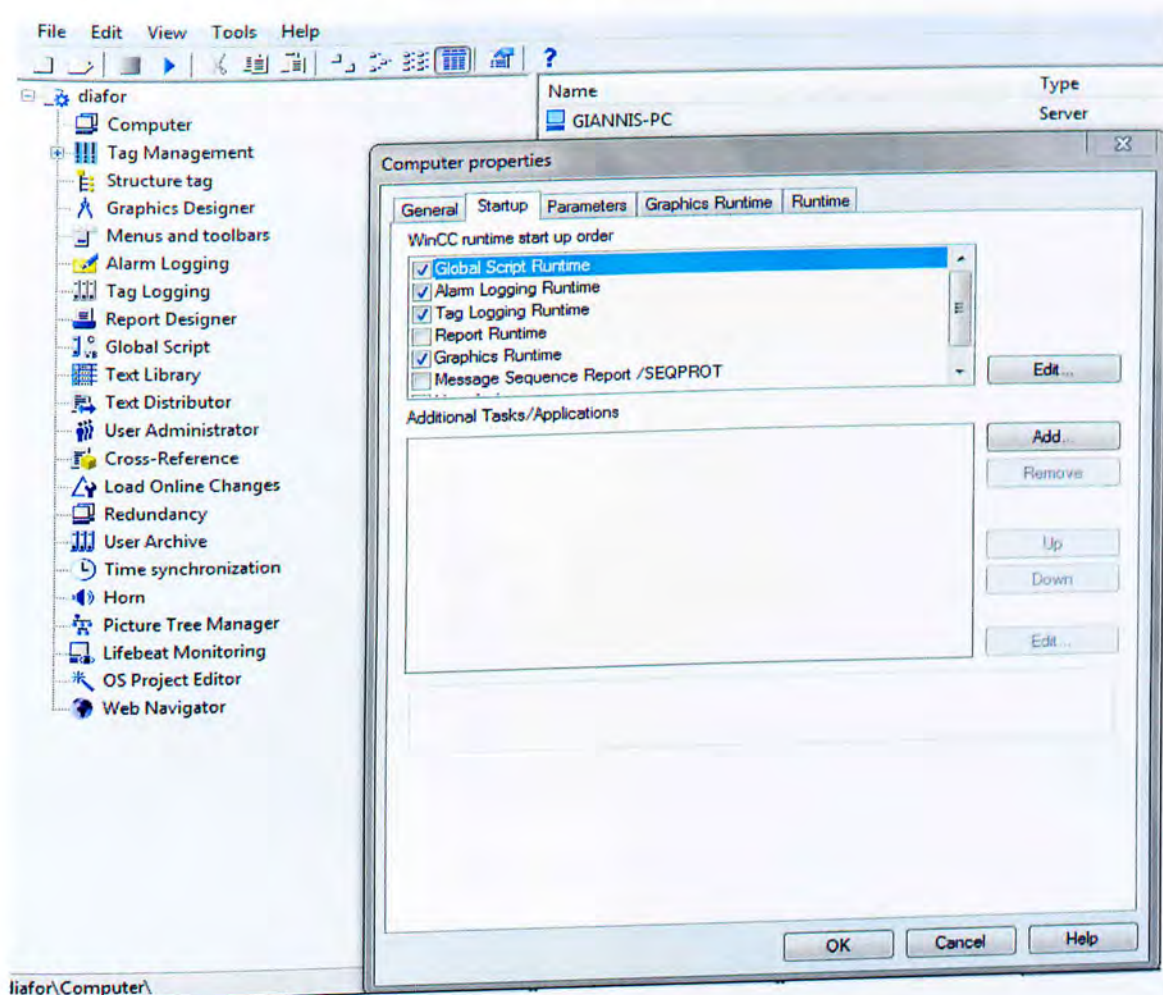
Αφού εκκινήσουμε το λογισμικό WinCC της SIEMENS το οποίο εγκαταστήσαμε στον υπολογιστή μας, δημιουργούμε ένα καινούργιο project (file/new/single project) για την πτυχιακή εργασία. Δίνοντας το όνομα που επιθυμούμε για το project μας, στη συνέχεια οδηγούμαστε το γενικό μενού του λογισμικού, έτοιμοι για την δημιουργία της εφαρμογής scada.



Εικόνα 5.6: "Έναρξη project"

Το πρώτο στάδιο για την έναρξη του σχεδιασμού της εφαρμογής ξεκινάει με την ρύθμιση των βασικών παραμέτρων της εφαρμογής στο πεδίο *Computer*. Ορίζουμε το όνομα του υπολογιστή δηλώνοντας τον ως server και στη συνέχεια επιλέγουμε τις λειτουργίες του λογισμικού που θα χρησιμοποιούνται στη συνέχεια κατά την εκκίνηση της εφαρμογής μας. Επιλέγουμε τα πεδία, Global Script Runtime, Alarm Logging Runtime, Tag Logging Runtime, Graphics Runtime, στοιχεία τα οποία θα δημιουργήσουμε αργότερα και αποτελούν μέρος της εφαρμογής.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.7: Computer

Ακολουθούν οι ρυθμίσεις του Graphics Runtime, στο οποίο ρυθμίζουμε όλες εκείνες τις παραμέτρους που αφορούν τον τρόπο εμφάνισης του γραφικού μέρους της εφαρμογής και τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης του χρήστη σε αυτή.

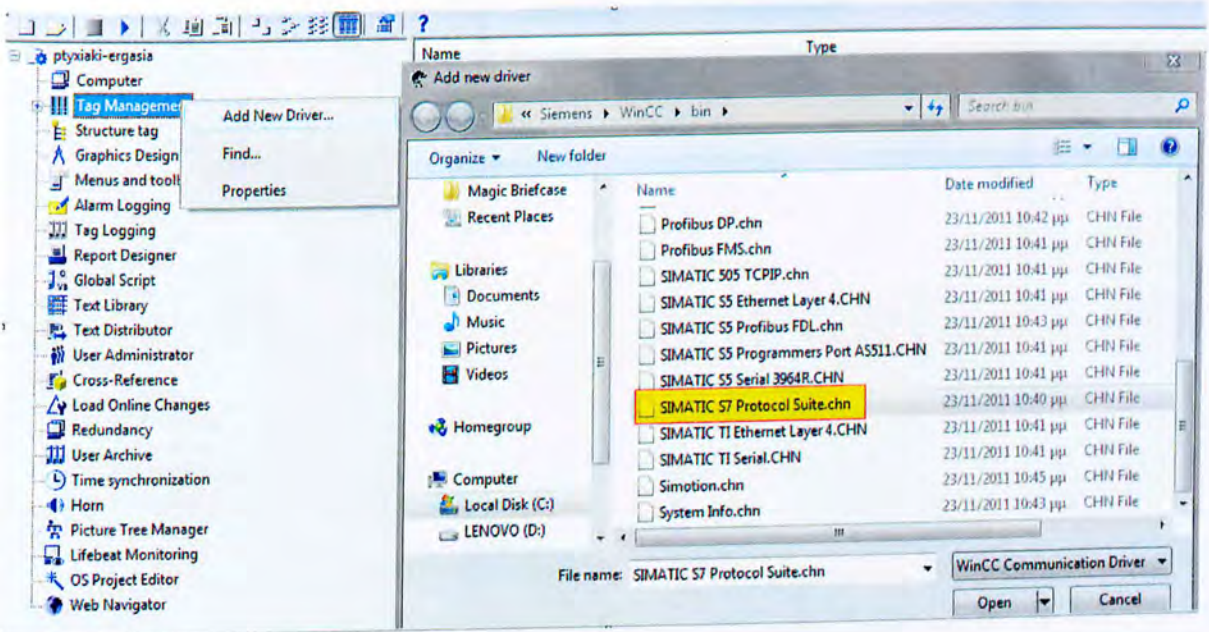
5.3.1 Διαχείριση Μεταβλητών(Tag Management)

Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μέρη για τη δημιουργία μιας εφαρμογής SCADA. Προτού ξεκινήσουμε με την δημιουργία των μεταβλητών του συστήματος, ένα πολύ σημαντικό στάδιο είναι η εγκατάσταση των κατάλληλων drivers για την επίτευξη και τον ορισμό του τρόπου επικοινωνίας του WinCC και του υπολογιστή με τα συστήματα αυτοματισμού, στην προκειμένη περίπτωση του PLC. Το WinCC παρέχει μια πληθώρα επιλογών για το πρωτόκολλο επικοινωνίας, όπως Industrial

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Ethernet, MPI, Profibus, TCP/IP.

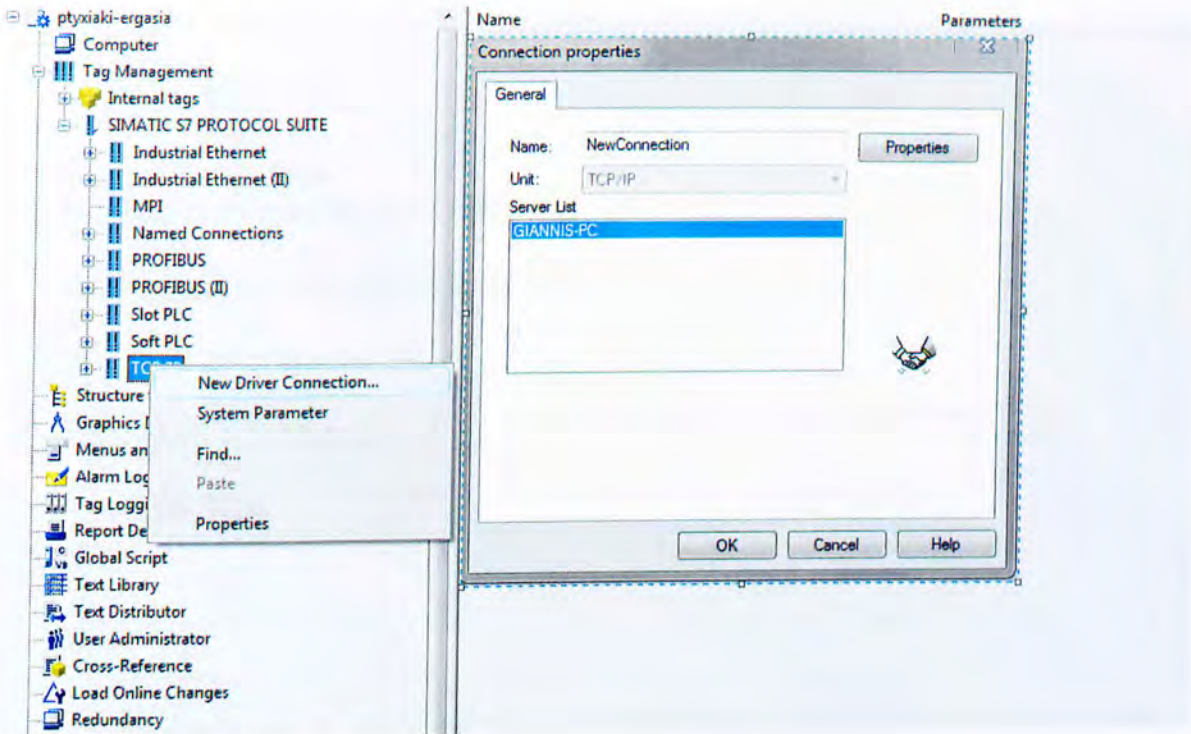
Κάνοντας δεξί κλικ στο πεδίο του Tag Management, επιλέγουμε “Add new driver” και από το πλαίσιο που εμφανίζεται επιλέγουμε το “Simatic S7 Protocol Suite” που μας παρέχει το λογισμικό της siemens και περιέχει όλα τα πρωτόκολλα επικοινωνίας.



Εικόνα 5.8: Ρύθμιση επικοινωνίας

Για την συγκεκριμένη εφαρμογή, προτιμήσαμε το πρωτόκολλο TCP/IP για την επικοινωνία του scada με το PLC. Στο πεδίο TCP/IP, με δεξί κλικ επιλέγουμε “New Driver Connection” και ορίζουμε το όνομα της νέας σύνδεσης. Αυτός αποτελεί τον χώρο δημιουργίας των εξωτερικών μεταβλητών του συστήματος, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.9 : Επιλογή και ρύθμιση πρωτοκόλλου επικοινωνίας

Δημιουργία Μεταβλητών

Έχει ρυθμιστεί η επικοινωνία με το PLC και δημιουργήθηκε ο χώρος των εξωτερικών μεταβλητών του συστήματος. Αντίστοιχα οι εσωτερικές μεταβλητές δημιουργούνται στο πεδίο " internal tags". Όπως αναφέραμε προηγουμένως, οι εξωτερικές μεταβλητές χρησιμοποιούνται για την μεταφορά τιμών από την περιοχή των μνημών του PLC στο WinCC, ενώ οι εσωτερικές μεταβλητές αφορούν εσωτερικές λειτουργίες της εφαρμογής scada.

Οι τύποι των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στο WinCC είναι:

- Binary tag
- Unsigned 8-bit value
- Signed 8-bit value
- Unsigned 16-bit value
- Signed 16-bit value

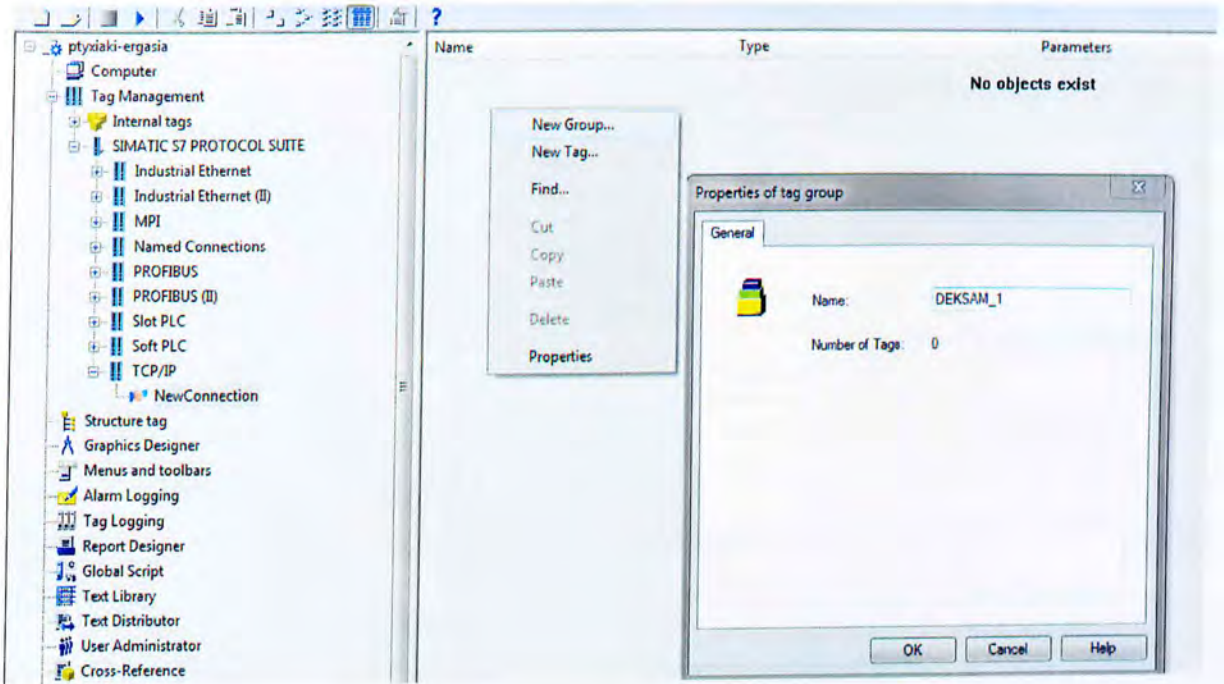
ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

- Unsigned 32-bit value
- Signed 32-bit value
- Floating-point number 32-bit IEEE 754
- Floating-point number 64-bit IEEE 754
- Text tag 8-bit character set
- Text tag 16-bit character set
- Raw Data Type

Ανάλογα με το είδος και τη λειτουργία της μεταβλητής, επιλέγουμε τον κατάλληλο τύπο κατά την δημιουργία. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, το μεγαλύτερο πλήθος των μεταβλητών, αφορά μεταβλητές που αντιπροσωπεύουν όργανα μέτρησης παροχής, πίεσης κ.α, δηλαδή αριθμούς κινητής υποδιαστολής. Οπότε ο κατάλληλος τύπος παραδειγματος χάρη για να δηλώσουμε μια παροχή, είναι ως floating-point number.

Για την δίκτυο ύδρευσης της πτυχιακής εργασίας, δημιουργήσαμε και κατηγοριοποιήσαμε τις μεταβλητές του συστήματος σύμφωνα με τις οθόνες απεικόνισης για μεγαλύτερη ευκολία εύρεσης και διαχείρισης από το χρήστη. Έχοντας δημιουργήσει μια νέα σύνδεση στο πεδίο TCP/IP, δημιουργούμε νέο group που θα περιλαμβάνει όλες τις μεταβλητές της κάθε οθόνης. Ξεκινάμε με την πρώτη οθόνη της δεξαμενής και το group αυτής. Δεξί κλικ στο πεδίο NewConnection, New Group και ορίζουμε το όνομα DEKSAM_1.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



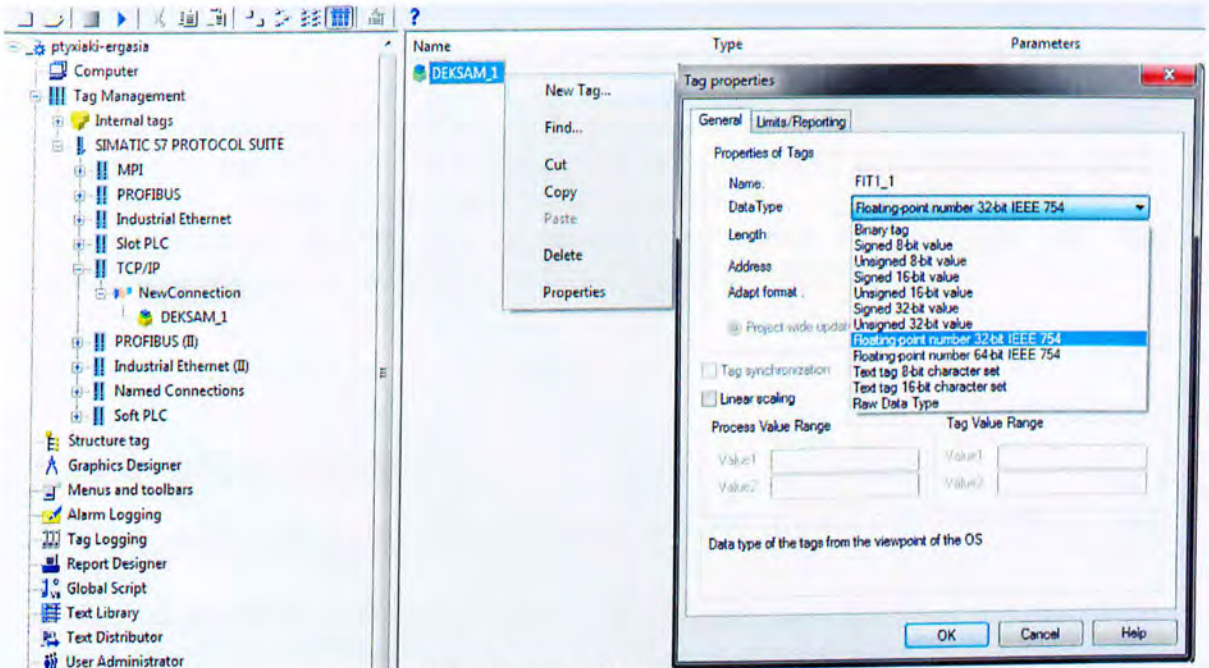
Εικόνα 5.10: Δημιουργία group μεταβλητών

Στη συνέχεια, το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία των μεταβλητών που περιέχονται στην πρώτη οθόνη της πρώτης δεξαμενής. Το τμήμα αυτό της εφαρμογής, περιλαμβάνει επτά παροχές ύδατος και τρεις πίεσης. Για κάθε παροχή δημιουργούμε και μια μεταβλητή που την αναπαριστά. Για μεγαλύτερη ευκολία στην διαχείριση και αναγνώριση των μεταβλητών, υιοθετήσαμε μια συγκεκριμένη μορφή ονοματολογίας των μεταβλητών η οποία ακολουθήθηκε σε όλο το σύστημα.

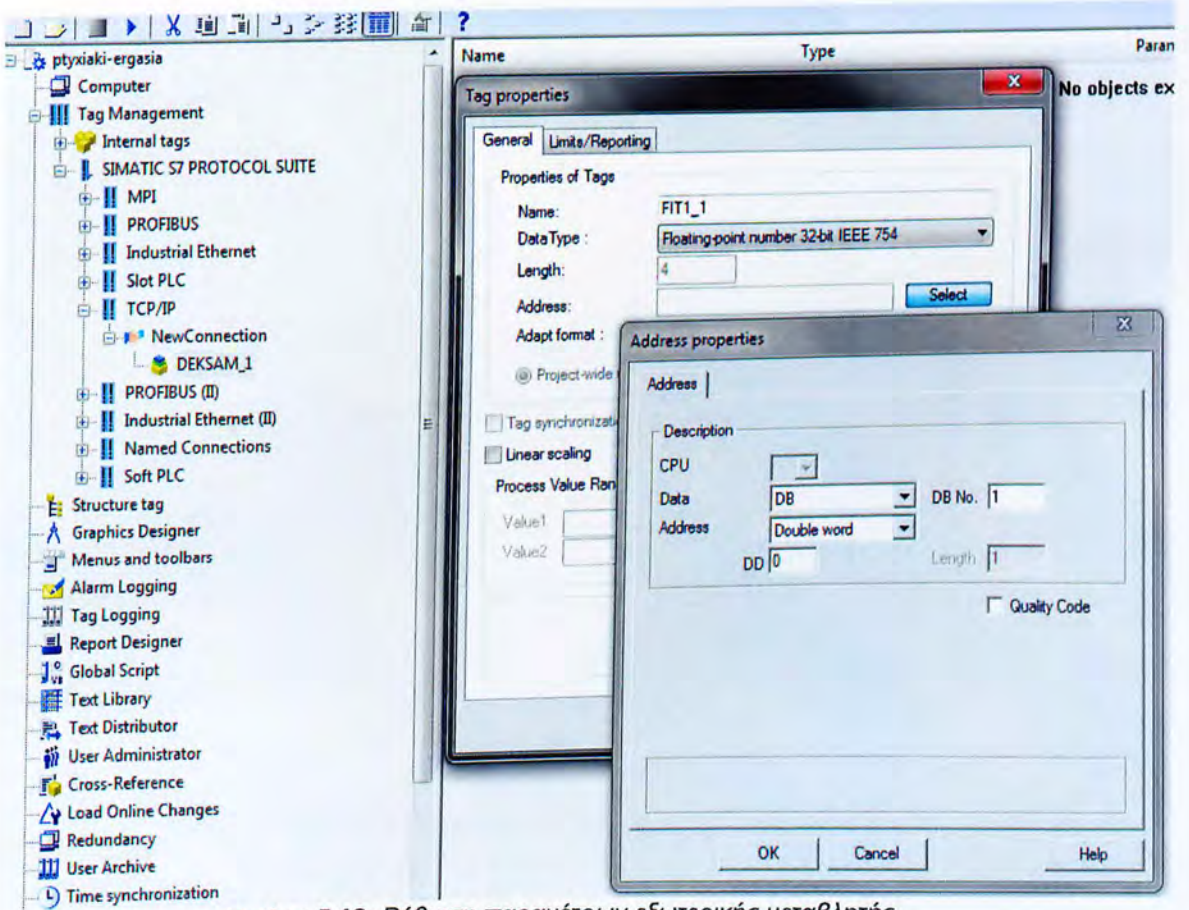
Όνομα μεταβλητής = **FIT1_1**

Δεξί κλικ στο πεδίο DEKSAM_1 > New Tag και στο πλαίσιο που ανοίγεται, δίνουμε το όνομα και τον τύπο της μεταβλητής που θέλουμε να δημιουργήσουμε. Η παροχή FIT1_1 ορίζεται ως floating-point 32-bit IEEE 754 και στη συνέχεια ρυθμίζουμε τις παραμέτρους της για την σύνδεση με το plc στο πεδίο Address .

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.11 : Δημιουργία εξωτερικής μεταβλητής

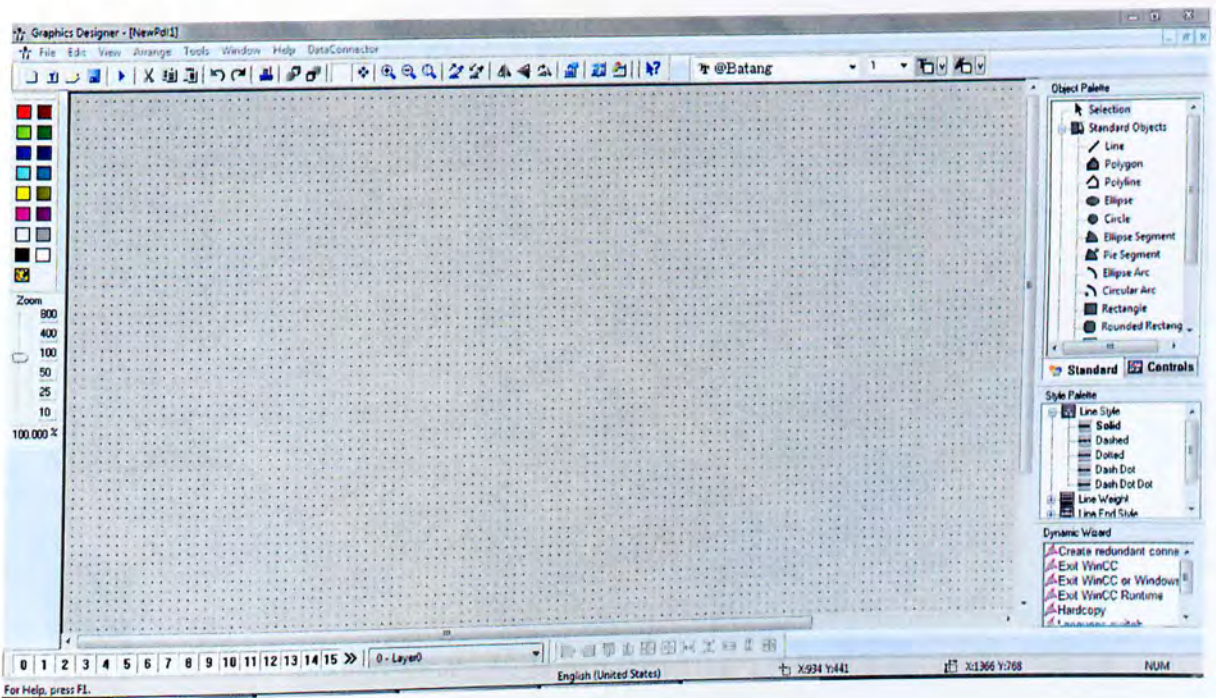


Εικόνα 5.12: Ρύθμιση παραμέτρων εξωτερικής μεταβλητής

Ακολουθώντας την αντίστοιχη διαδικασία δημιουργούμε όλες τις εξωτερικές μεταβλητές του συστήματος και ορίζουμε τις διευθύνσεις των συνδέσεων με το PLC για την ορθή επικοινωνία. Η δημιουργία των εσωτερικών μεταβλητών πραγματοποιείται με την ίδια διαδικασία στο πεδίο *Internal tags* του *Tag management*, έχοντας τις ίδιες δυνατότητες ομαδοποίησης αυτών.

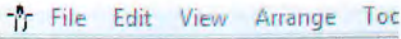
5.3.2 Graphics designer

Έχοντας ολοκληρώσει την δημιουργία των μεταβλητών, συνεχίζουμε στο επόμενο στάδιο με τη σχεδιασμό του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής το οποίο γίνεται με το υποσύστημα του *graphics designer*. Επιλέγουμε το πεδίο *graphics designer* από την κεντρική στήλη της εφαρμογής μας και ανοίγει το περιβάλλον σχεδιασμού.



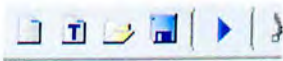
Εικόνα 5.13: *Graphics Designer*

Menu bar:



Το γενικό μενού του σχεδιαστή του προγράμματος wincc. Περιέχει όλες τις επιλογές για δημιουργία, άνοιγμα και επεξεργασία εικόνων και γενικών ρυθμίσεων.

Main toolbar:



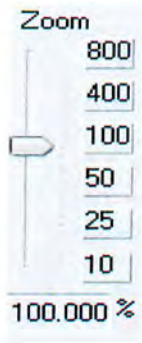
Περιέχει συντομεύσεις και κουμπιά για άμεση πρόσβαση σε εντολές που χρησιμοποιούμε συχνά κατά τον σχεδιασμό.

Color palette:



Περιλαμβάνει όλα τα χρώματα που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στα αντικείμενα που σχεδιάζουμε καθώς επίσης και επιλογές για δημιουργία χρωμάτων της επιλογής μας.

Zoom bar:



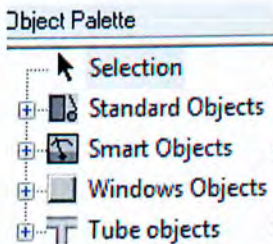
Καθορίζεται ο συντελεστής εστίασης του παραθύρου σχεδιασμού.

Layer bar:



Επιλέγεται ποιο από τα 32 στρώματα της εφαρμογής θα είναι ορατό. Πρόκειται για μια δυνατότητα του σχεδιαστικού τμήματος του προγράμματος που επιτρέπει στο χρήστη μεγαλύτερη ευχέρεια στο σχεδιασμό του συστήματος.

Object palette:



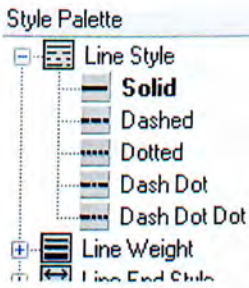
Χρησιμοποιώντας την παλέτα αντικειμένων, επιλέγουμε ένα αντικείμενο που θέλουμε να δημιουργηθεί στο χώρο σχεδιασμού.

Υπάρχει διαθέσιμη μια μεγάλη ποικιλία από αντικείμενα, τα οποία

κατηγοριοποιούνται ως :

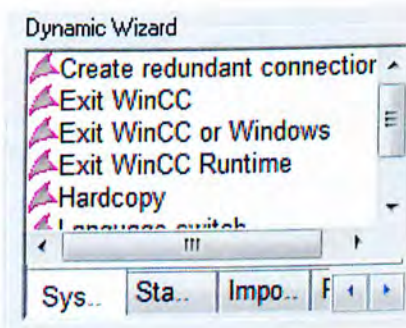
- standar objects , που περιλαμβάνουν πολύγωνο, έλλειψη,ορθογώνιο.
- Smart objects, όπως I/O fields, controls ,bars, displays
- windows objects, όπως κουμπιά και πλαίσια ελέγχου
- tube objects, που περιέχει σωληνώσεις για την δημιουργία του δικτύου.

Style palette:




Περιέχει επιλογές για την αλλαγή της εμφάνισης των αντικειμένων που δημιουργούμε, όπως τον τύπο της γραμμής ή του πλαισίου, το γέμισμα κ.α

Dynamic Wizard:



Το dynamic wizard επιτρέπει την προσθήκη δυναμικών στοιχείων στα αντικείμενα που δημιουργούμε, όπως συναρτήσεις και εντολές.

Αντικείμενα της εφαρμογής

Για την δημιουργία της εφαρμογής μας, χρησιμοποιήσαμε μια πληθώρα έτοιμων σχημάτων και αντικειμένων που περιέχει η βιβλιοθήκη του WinCC ( Library) καθώς και στοιχεία από το μενού *object palette* για τον σχεδιασμό των δεξαμενών και των σωληνώσεων. Ορισμένα από αυτά :

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

- Παροχόμετρο.

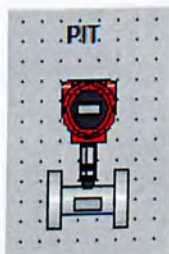
Αντικείμενο με το οποίο συμβολίζουμε το όργανο για την απεικόνιση της παροχής του νερού. Είναι τοποθετημένα σε κομβικά σημεία του δικτύου ύδρευσης για να έχουμε μια πλήρη εικόνα της ροής του νερού ώστε να εξασφαλίζεται ο αποτελεσματικότερος έλεγχος του δικτύου.



Εικόνα 5.14 : Παροχόμετρο

- Πιεσόμετρο.

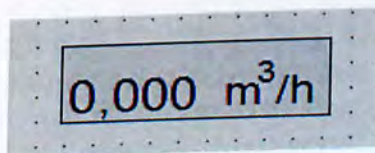
Αντίστοιχα με το παροχόμετρο, χρησιμοποιήθηκαν όργανα μέτρησης της πίεσης του νερού.



Εικόνα 5.15 : Πιεσόμετρο

- I/O Field.

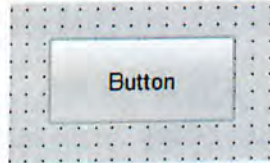
Αντικείμενο με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να απεικονίσουμε την τιμή μια μεταβλητής ή να προσδιορίσουμε σε αυτή μια τιμή. Χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε όργανο μέτρησης για να παρουσιάζει την εκάστοτε μετρούμενη τιμή.



Εικόνα 5.16 : I/O Field

- Button.

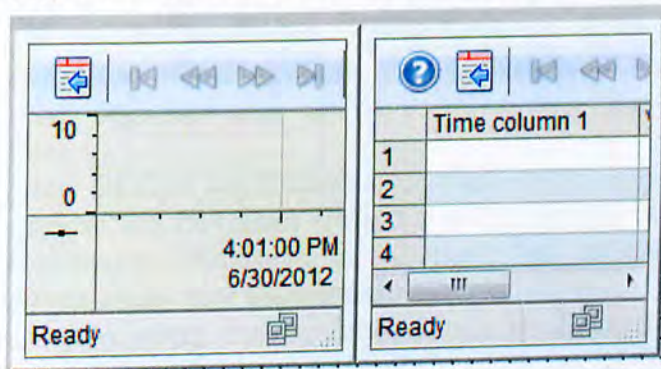
Χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε εικόνα απεικόνισης της εφαρμογής επιτελώντας διάφορες λειτουργίες και ενέργειες στο σύστημά μας. *Buttons* εναλλαγής εικόνων, εμφάνισης γραφημάτων, διαχείρισης ηλεκτροβανών και οργάνων, αποτελεί ένα χρήσιμο αντικείμενο για το χειρισμό της εφαρμογής από το χρήστη.



Εικόνα 5.17 : Button

- Online Trend και Table Control

Αποτελούν γραφήματα και πίνακες διάφορων μεταβλητών συναρτήσε του χρόνου. Χρησιμοποιούμε τα αντικείμενα αυτά για την παρακολούθηση των τιμών των παροχομέτρων και των πιεσομέτρων που αναφέραμε προηγουμένως, όπως επίσης και της στάθμης των δεξαμενών του δικτύου ύδρευσης.



Εικόνα 5.18 : Online Trend και Table Control

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο κατά την δημιουργία των αντικειμένων είναι οι δυνατότητες και οι επιλογές που μας προσφέρει το λογισμικό για την επεξεργασία των ιδιοτήτων κάθε αντικειμένου. Κάνοντας δεξί κλικ στο αντικείμενο που δημιουργήσαμε, επιλέγοντας *properties*, εμφανίζεται ένα παράθυρο με τις ιδιότητες του αντικειμένου καθώς επίσης και επιλογές για τη διασύνδεση του. Στην καρτέλα *properties*, περιέχονται όλα τα στοιχεία εμφάνισης του αντικειμένου, όπως γεωμετρικές διαστάσεις, χρώματα, γραμματοσειρά κ.α ενώ στην καρτέλα *events* ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει τη δυναμική συμπεριφορά του αντικειμένου προγραμματίζοντας τις ενέργειες και τη διασύνδεση του με το σύστημα.

Δημιουργώντας την πρώτη εικόνα

Η πρώτη οθόνη της εφαρμογής, η οποία αποτελεί και την εικόνα εκκίνησης κατά την ενεργοποίηση του προγράμματος μας, απεικονίζει ολόκληρο το δίκτυο ύδρευσης δίνοντας στο χρήστη μια ολοκληρωμένη εικόνα των στοιχείων που το απαρτίζουν. Η διαδικασία δημιουργίας της εικόνας βασίζεται στα στάδια της ροής του νερού, ξεκινώντας με τις γεωτρήσεις φτάνοντας μέχρι το τελικό στάδιο των καταναλώσεων.

Με τον graphics designer ανοιχτό, επιλέγουμε file/New και δημιουργούμε μια νέα εικόνα με όνομα GENIKI.pdl. Από την *main toolbar*, επιλέγοντας *properties*, εισερχόμαστε στις ιδιότητες της εικόνας, όπου επιλέγουμε την ανάλυση και τα χρώματα που θέλουμε. Ο σχεδιασμός ξεκινάει στο αριστερό κομμάτι της οθόνης με τη δημιουργία των γεωτρήσεων. Κάθε γεώτρηση πλαισιώνεται με ένα ζεύγος οργάνων μέτρησης παροχής και πίεσης, που ακολουθούν στο σχέδιο μας. Πατώντας το εικονίδιο Display Library της *main toolbar*, ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει κατηγοριοποιημένα όλα τα αντικείμενα που μας παρέχει το λογισμικό wincc. Από εκεί, επιλέγουμε δύο εικονίδια τα οποία θα αντιπροσωπεύουν τα όργανα μέτρησης. Η πρώτη γεώτρηση, τροφοδοτεί τη δεξαμενή², ενώ οι υπόλοιπες τρεις τη δεξαμενή¹. Η σύνδεση των αντικειμένων απεικονίζεται με σωληνώσεις τις οποίες δημιουργούμε με τη βοήθεια του *tube object* από το υπομενού *object palette*.

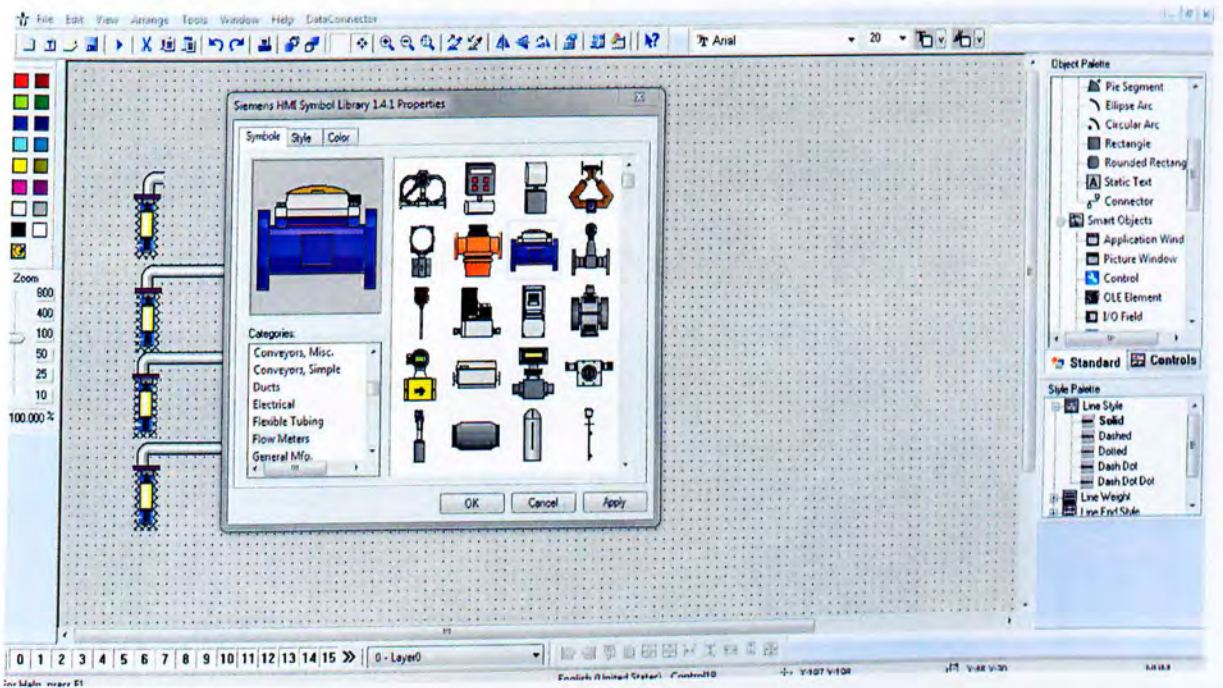
Οι δεξαμενές του δικτύου σχεδιάζονται ως πολύγωνα, ενώ στο εσωτερικό τους έχουμε δημιουργήσει μια δυναμική μπάρα προσομοίωσης της στάθμης του νερού η οποία αυξομειώνεται σύμφωνα με τις τιμές που συλλέγονται από τα όργανα μέτρησης των παροχών των γεωτρήσεων.

Στη συνέχεια, προχωράμε στο σχεδιασμό των σταθμών διανομής, όπου υπάρχει μια σειρά από όργανα μέτρησης στα σημεία αυτά του δικτύου και ενδείξεις (*static texts*) με πληροφορίες για τον “τερματισμό” του νερού στις αντίστοιχες καταναλώσεις. Στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης δημιουργούμε ένα *button* με όνομα “ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ” με το οποίο ο χρήστης έχει μια άμεση διεπαφή με την εικόνα των καταναλώσεων που θα δημιουργήσουμε στη συνέχεια. Πρόκειται για μια εικόνα που περιλαμβάνει τις επτά καταναλώσεις του δικτύου και παρουσιάζει στον χρήστη μέσω I/O fields τη στιγμιαία και συνολική παροχή κάθε κατανάλωσης.

Τέλος, στο κάτω μέρος κάθε εικόνας, υπάρχει μια σειρά από *buttons* που δημιουργούν μια μπάρα πλοήγησης μεταξύ των εικόνων της εφαρμογής, στην οποία φαίνεται η ενεργή εικόνα στο προσκήνιο, και δίνει στον χρήστη την δυνατότητα μεταφοράς σε όλο το δίκτυο και στις εικόνες γραφημάτων και ειδοποιήσεων.

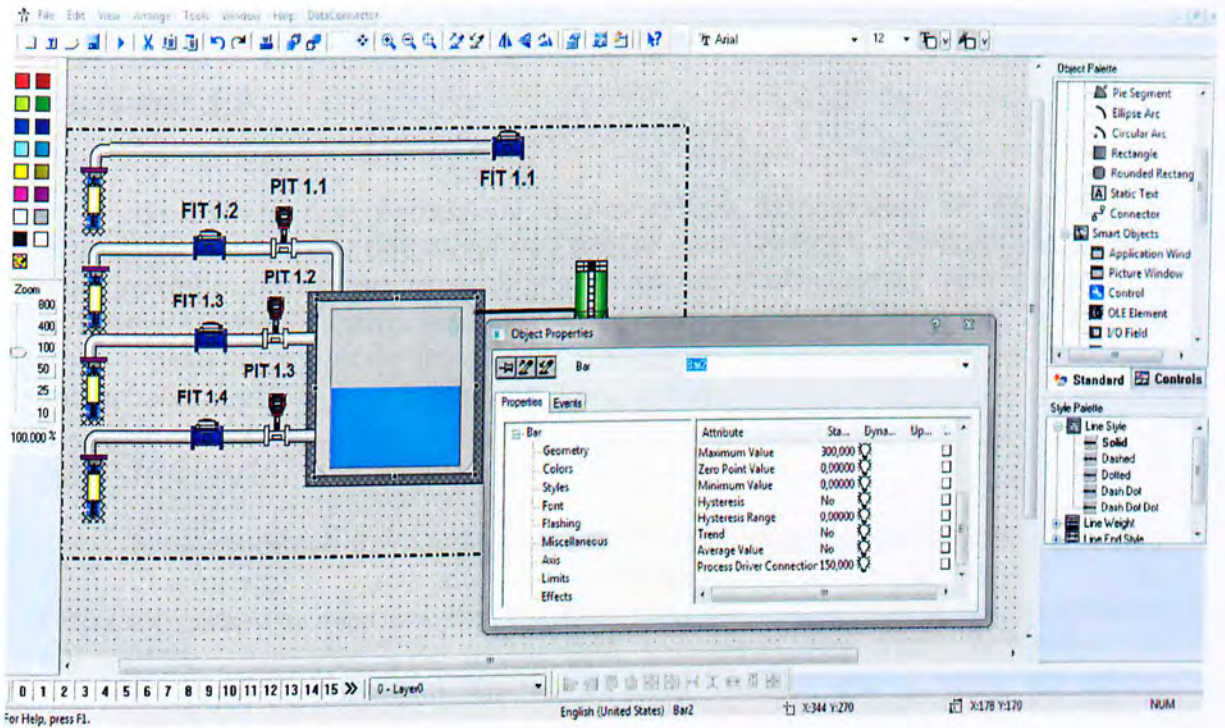
ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Γίνεται αντιληπτό, ότι με την εκκίνηση της εφαρμογής και την εμφάνιση της πρώτης οθόνης, ο χρήστης έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της δομής και λειτουργίας ολόκληρου του δικτύου ύδρευσης και των ζωνών ελέγχου που δημιουργούνται ,με άμεση δυνατότητα μετάβασης τόσο στα επιμέρους σημεία αυτού όσο και στις πληροφορίες και τα δεδομένα που συλλέγονται.

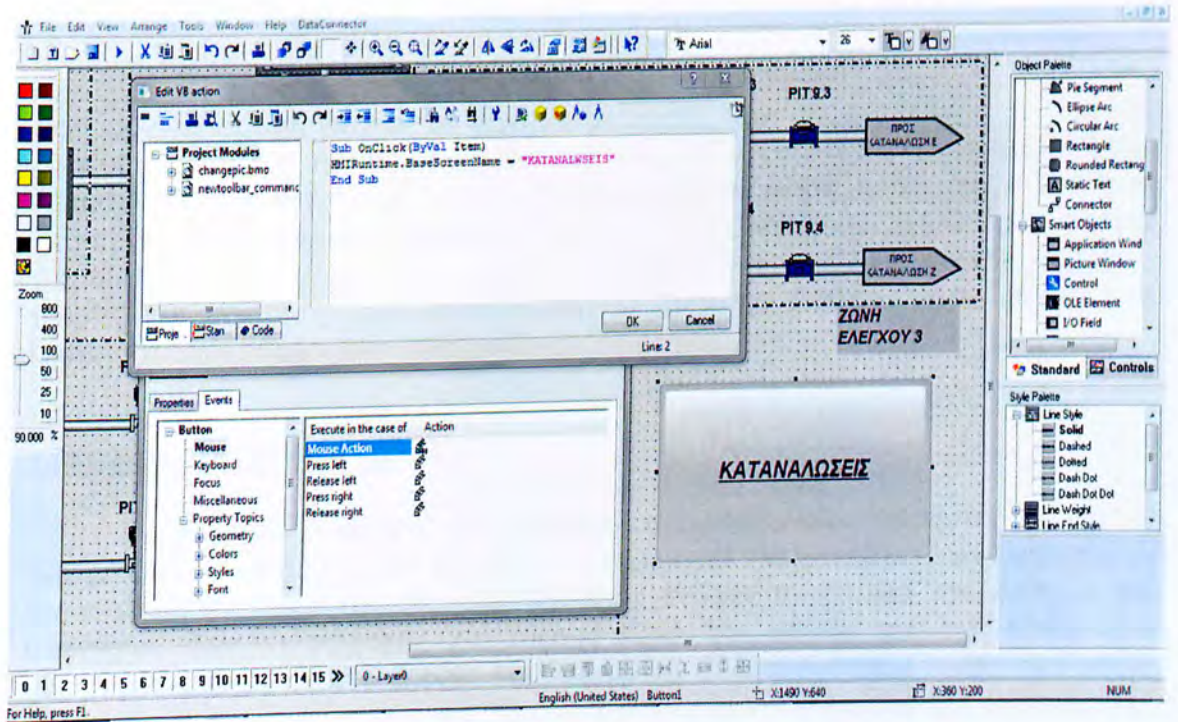


Εικόνα 5.19: Επιλογή οργάνων από Library

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.20: Δημιουργία δυναμικών στοιχείων δεξαμενής



Εικόνα 5.20 : Δημιουργία και προγραμματισμός button

Δεξαμενές 1.2

Οι οθόνες των δεξαμενών αναπαριστούν λεπτομερώς τη δομή και τη λειτουργία του δικτύου ύδρευσης στο στάδιο αυτό. Υπάρχει η διάταξη χλωρίωσης που χρησιμοποιείται για το νερό και το δίκτυο σωληνώσεων που οδηγεί στις αντίστοιχες καταναλώσεις, αλλά και προς τους σταθμούς διανομής. Σε κρίσιμα σημεία αλλαγής της ροής του ύδατος, υπάρχουν όργανα μέτρησης της παροχής του νερού και πεδία απεικόνισης της τιμής αυτών.

ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ

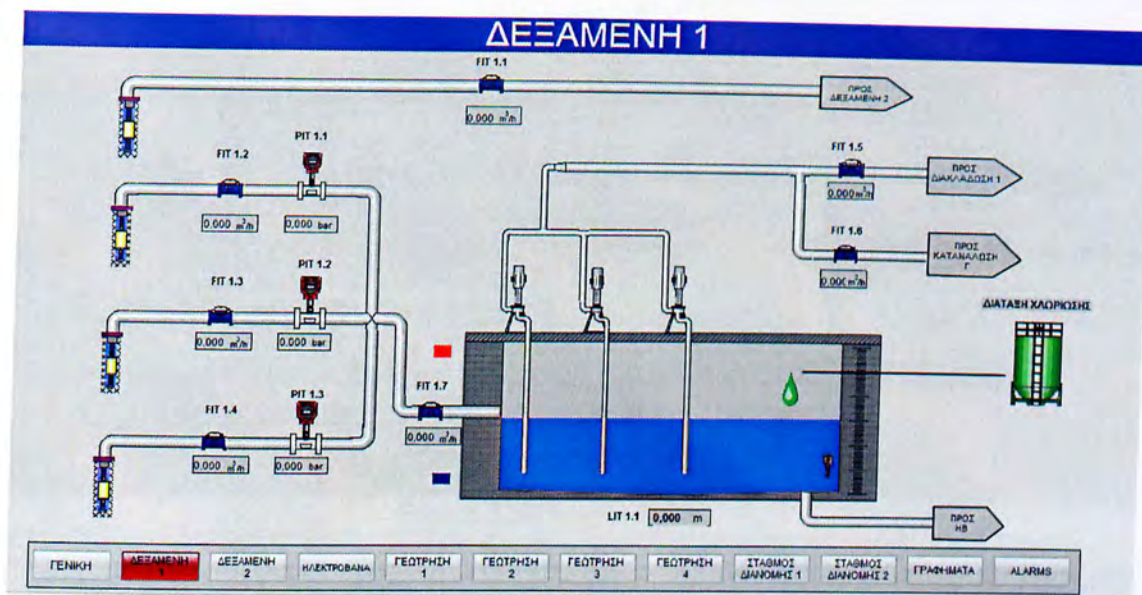
Η ηλεκτροβάνα βρίσκεται μεταξύ των δυο δεξαμενών του δικτύου ύδρευσης. Ο διακόπτης χειρισμού περιλαμβάνει τις λειτουργίες της ενεργοποίησης/απενεργοποίησης της ηλεκτροβάνας καθώς επίσης και την επιλογή του τρόπου λειτουργίας. Στην εικόνα αυτή, παρουσιάζονται επίσης οι παράμετροι της ηλεκτροβάνας, όπως η ώρα εκκίνησης, στάσης και η τάση και πίεση λειτουργίας.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ 1.2.3.4

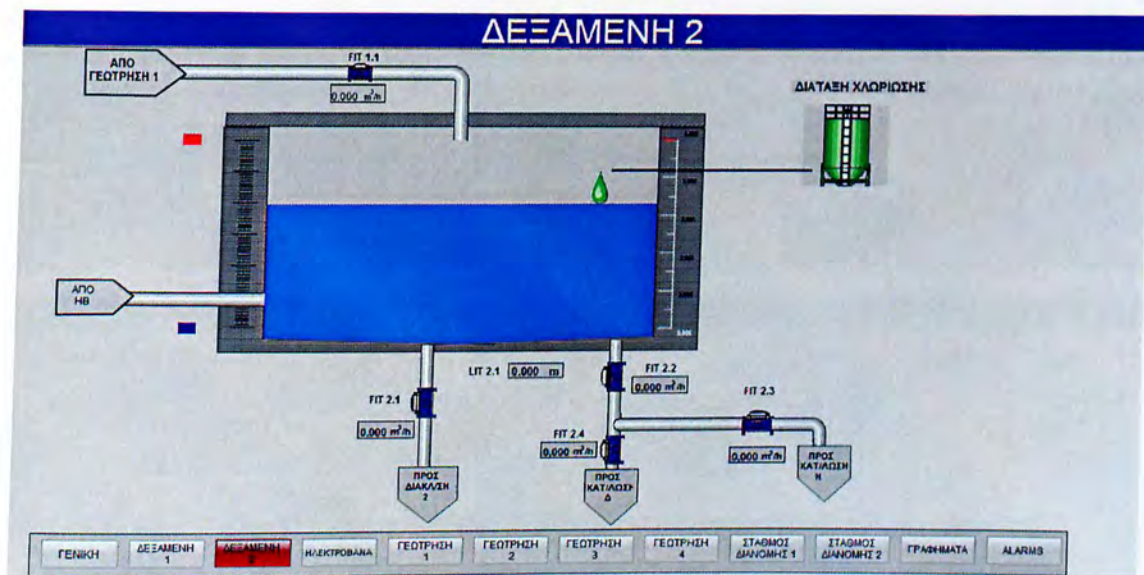
Οι τέσσερις εικόνες των γεωτρήσεων παρουσιάζουν όλα τα στοιχεία που αφορούν τη λειτουργία και τα όργανα μέτρησης στο αρχικό στάδιο του δικτύου ύδρευσης. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει απομακρυσμένα τον τρόπο λειτουργίας κάθε γεώτρησης και να επεξεργαστεί τις παραμέτρους της (εκκίνηση, στάση). Δυο δυναμικά αντικείμενα, *online Trend Control* και *online Table Control* παρουσιάζουν σε πραγματικό χρόνο τις τιμές των οργάνων μέτρησης παροχής, πίεσης και ρεύματος της γεώτρησης. Ο χρήστης επιλέγει μέσω *buttons* το αντίστοιχο διάγραμμα που επιθυμεί.

ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ 1.2

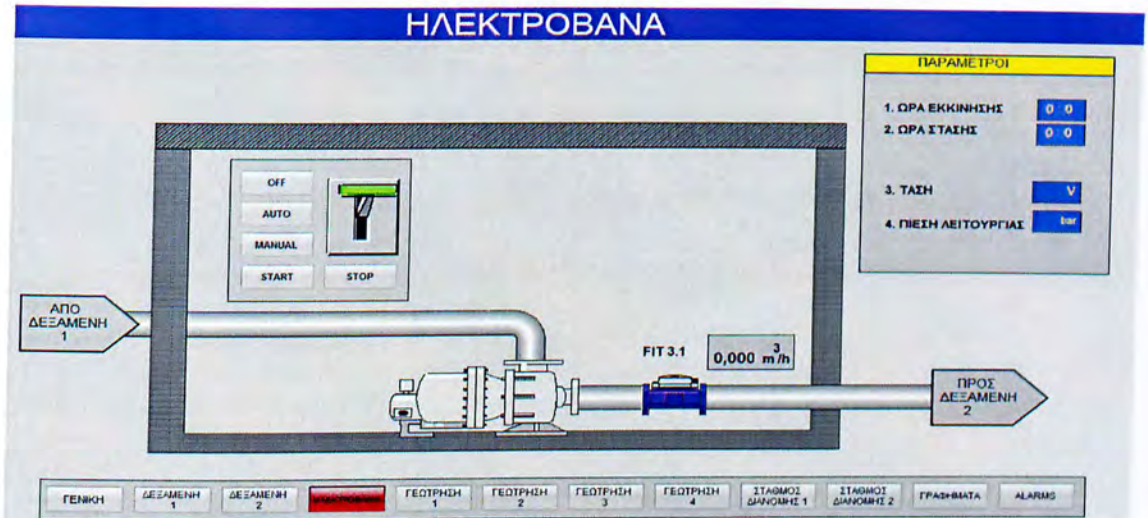
Οι σταθμοί διανομής του δικτύου περιλαμβάνουν ενισχυτές οι οποίοι ενισχύουν την πίεση και την παροχή του νερού για την επάρκεια των αντίστοιχων καταναλώσεων. Ένα σύνολο σωληνώσεων ενώνει τα σημεία του δικτύου και υπάρχουν όργανα παροχής και πίεσης κατά την είσοδο και την έξοδο των ενισχυτών για τον σωστό έλεγχο και διαχείριση. Δημιουργήσαμε πεδία στα οποία φαίνονται τα στοιχεία λειτουργίας των ενισχυτών ενώ υπάρχουν και οι διακόπτες χειρισμού.



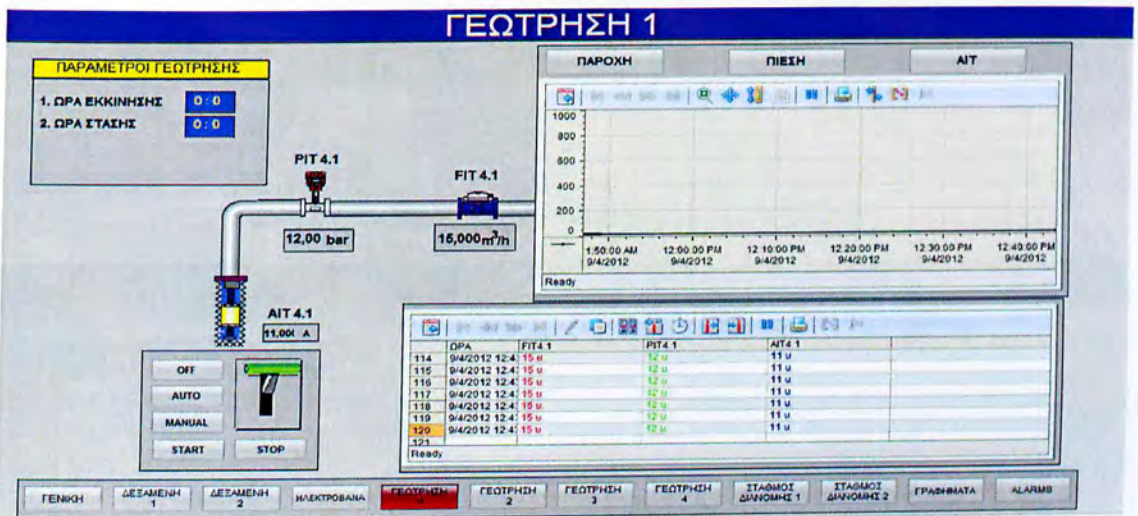
Εικόνα 5.21 :Δεξαμενή 1



Εικόνα 5.22 :Δεξαμενή 2



Εικόνα 5.23: Ηλεκτροβάνα

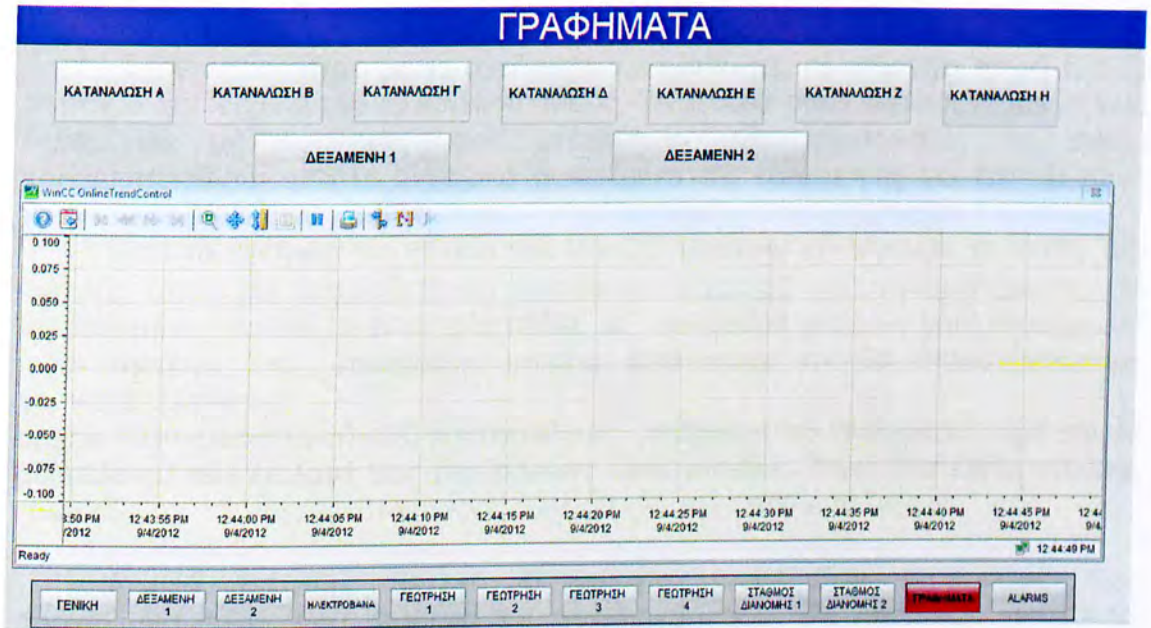


Εικόνα 5.24 : Γεώτρηση Σταθμός Διανομής 1



Εικόνα 5.25 : Σταθμός Διανομής

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.26 : Γραφήματα

	Date	Time	Number	Message text	Point of error
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					

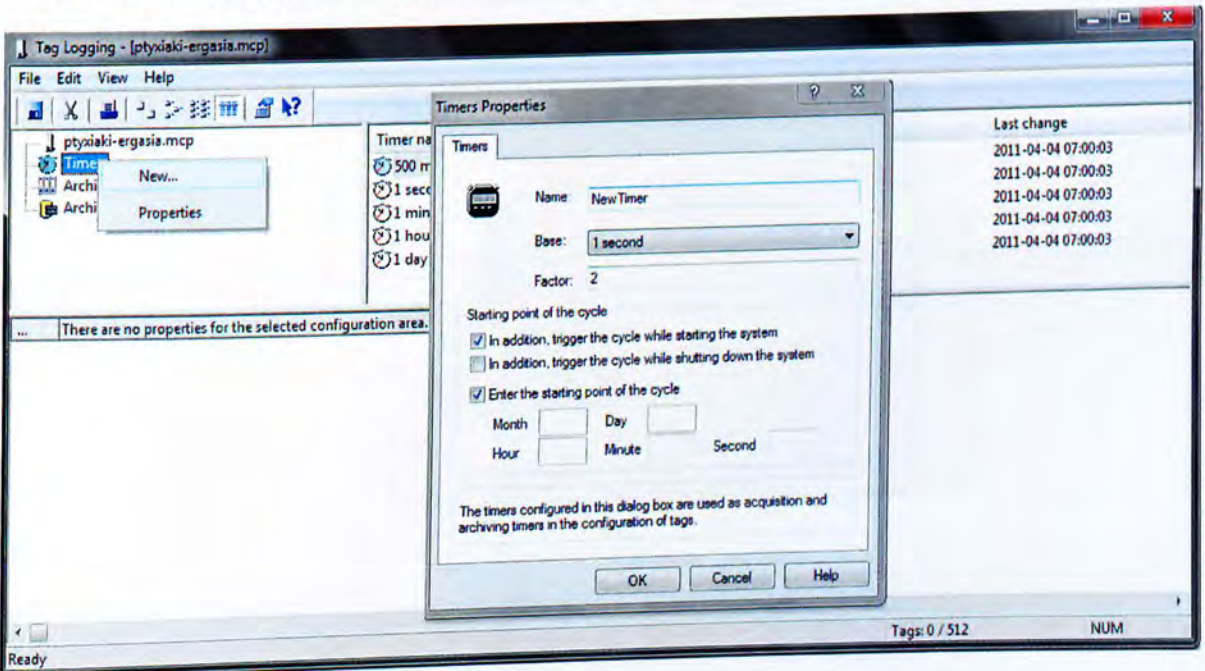
Εικόνα 5.27 : Alarms

5.3.3 Tag Logging

Έχοντας τελειώσει με το σχεδιαστικό κομμάτι της εφαρμογής, σειρά έχει το σύστημα tag logging του λογισμικού. Με τη διαδικασία αυτή δημιουργούμε αρχεία δεδομένων με τις τιμές των μεταβλητών του συστήματος τα οποία χρησιμοποιούνται από τα δυναμικά αντικείμενα της εφαρμογής για την εξαγωγή των τιμών αυτών στον χρήστη.

Από το κεντρικό παράθυρο του WinCC Explorer επιλέγουμε το πεδίο Tag Logging όπου και εμφανίζεται το παράθυρο εργασίας του υποσυστήματος. Το υποσύστημα αποτελείται από τρία πεδία, τα *navigation window*, *data window* και *table window*. Στο *navigation window* επιλέγουμε αν θα δημιουργήσουμε χρονιστές (*timers*) ή αρχεία καταγραφής(*archives*) και αναλόγως μπορούμε να επεξεργαστούμε και να ρυθμίσουμε την επιλογή μας στο πλαίσιο *data window*. Τέλος στο *table window*, εμφανίζονται τα αρχεία καταγραφής των μεταβλητών που επιλέγουμε.

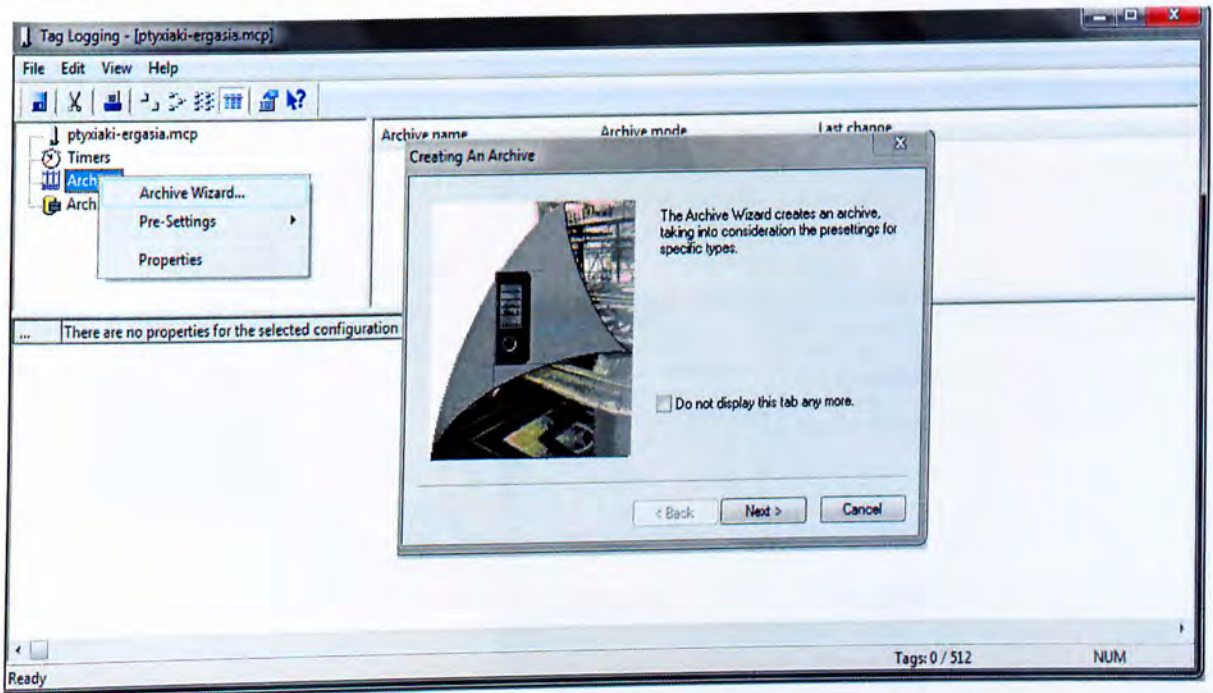
Αρχικά ξεκινάμε με τη δημιουργία ενός νέου timer, εκτός των προκαθορισμένων που παρέχει το λογισμικό, που θα καθορίζει το κύκλο καταγραφής των μεταβλητών των παροχών του συστήματος που δημιουργήσαμε. Δεξί κλικ στο πεδίο timer και επιλογή *new timer*, ανοίγει το παράθυρο δημιουργίας. Ορίζουμε το όνομα που επιθυμούμε και στη συνέχεια επιλέγουμε τη διάρκεια του. Υπάρχουν επιλογές για τον τρόπο εκκίνησης της καταγραφής κάθε αρχείου είτε κατά την έναρξη ή το τέλος της εφαρμογής είτε σε καθορισμένη ημερομηνία.



Εικόνα 5.28: Δημιουργία timer

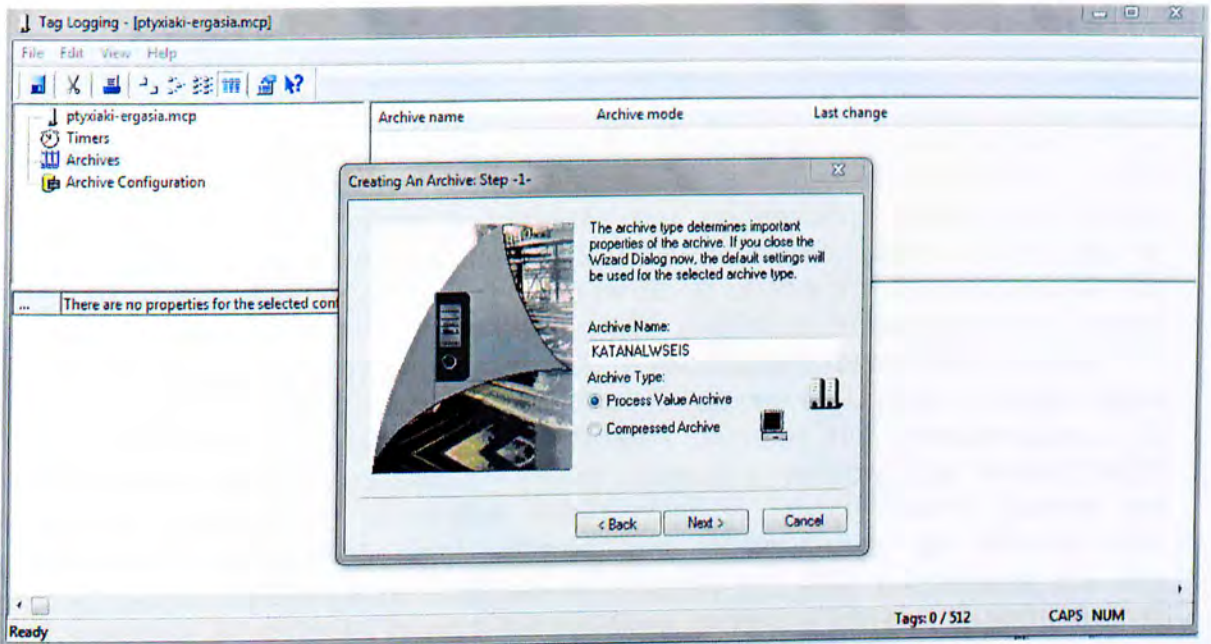
Επόμενο βήμα η δημιουργία των αρχείων καταγραφής. Στον *tag logging editor*, κάνουμε δεξί κλικ στο πεδίο *Archives* και επιλέγουμε *Archive Wizard* για την εκκίνηση του οδηγού δημιουργίας. Στο πλαίσιο που ακολουθεί, δίνουμε το όνομα του αρχείου καταγραφής και στο επόμενο βήμα διαλέγουμε τις μεταβλητές των οποίων τα δεδομένα θέλουμε να καταγράφονται στο αρχείο. Με την ολοκλήρωση της επιλογής των μεταβλητών, επιλέγοντας το αντίστοιχο αρχείο θα εμφανιστεί στο *table window* η λίστα με τις περιεχόμενες μεταβλητές και οι ρυθμίσεις που μπορούμε να επεξεργαστούμε σε αυτές, όπως η επιλογή *timer* και τρόπος λειτουργίας. Επειδή τα αρχεία αυτά θα χρησιμοποιηθούν στα δυναμικά στοιχεία της εφαρμογής για την παρουσίαση των γραφημάτων και των πινάκων, τα κατηγοριοποιούμε για μεγαλύτερη ευκολία κατά την επιλογή και ρύθμιση.

Στο αρχείο "KATANALWSEIS" παραδείγματος χάρη, επιλέγουμε να καταγράφονται τα δεδομένα των παροχομέτρων των τελικών καταναλώσεων του συστήματος ενώ ξεχωριστά αρχεία καταγραφής υπάρχουν για τις τέσσερις γεωτρήσεις και τα όργανα μέτρησης τους. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήσαμε ένα πλήρες αρχείο καταγραφής ολόκληρου του συστήματος και των μεταβλητών του που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο εντός της εφαρμογής όσο και με τη διασύνδεση του λογισμικού με άλλα προγράμματα για περαιτέρω δυνατότητες.

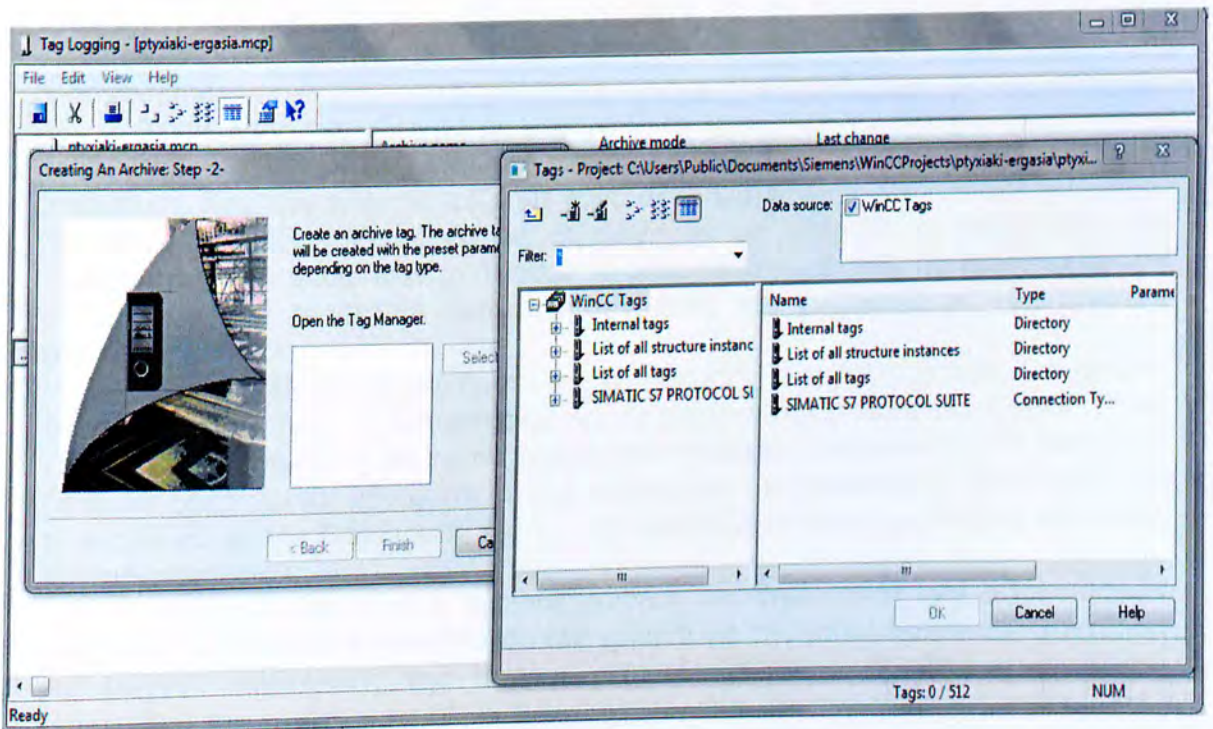


Εικόνα 5.29 :Εκκίνηση οδηγού δημιουργίας αρχείων καταγραφής

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.30 : Δημιουργία αρχείου καταγραφής



Εικόνα 5.30 : Επιλογή μεταβλητών για καταγραφή

Alarm Logging

Επόμενο βήμα για την ολοκλήρωση της εφαρμογής είναι η υλοποίηση του τμήματος των ειδοποιήσεων του συστήματος. Με τη διαδικασία αυτή δημιουργούμε τα μηνύματα που δέχεται ο χειριστής του συστήματος, βάσει των οποίων αντιλαμβάνεται την κατάσταση των μεταβλητών του δικτύου ώστε να αντιληφθεί τις βλάβες και τις διαρροές που παρουσιάζονται, με σκοπό την άμεση αντιμετώπιση τους. Το σύστημα ειδοποιήσεων υποδεικνύει συμβάντα συναγερμού τόσο οπτικά όσο και ακουστικά αρχεία και τα αρχειοθετεί ηλεκτρονικά και σε έντυπη μορφή.

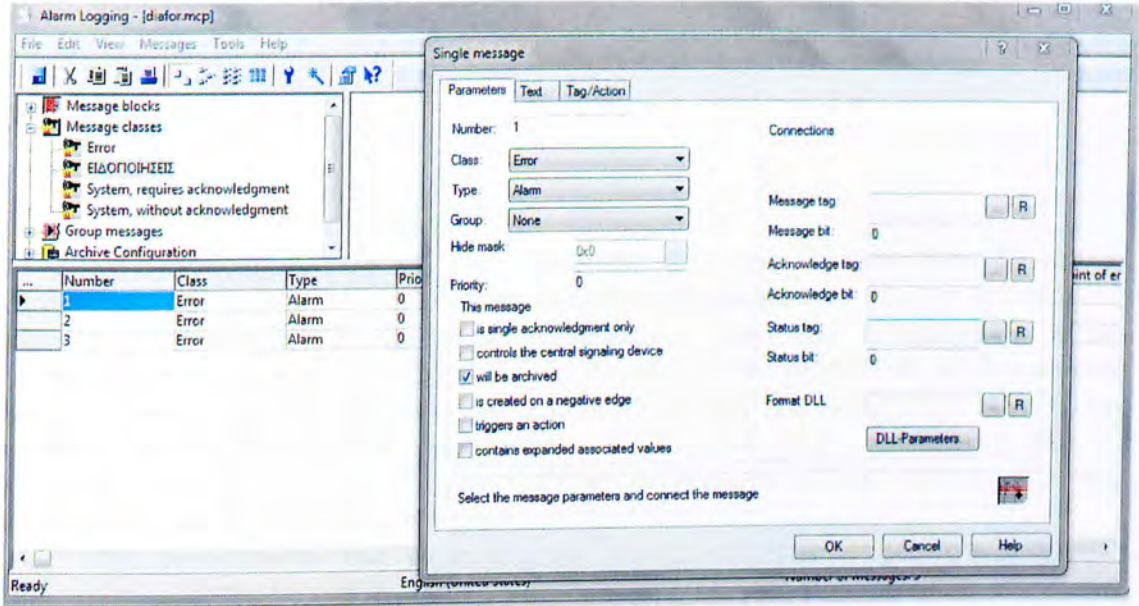
Από το κεντρικό παράθυρο του WinCC Explorer επιλέγουμε το πεδίο Alarm Logging όπου και εμφανίζεται το παράθυρο εργασίας του υποσυστήματος. Το υποσύστημα αποτελείται από 3 τμήματα, Navigation window, data window, table window. Επιλέγοντας το *system wizard* (File → Select Wizard) ξεκινάει μια αυτοματοποιημένη διαδικασία ρύθμισης των ειδοποιήσεων. Στο πλαίσιο που εμφανίζεται επιλέγουμε τη δομή και τα στοιχεία της κάθε ειδοποίησης και στη συνέχεια αν θα αποτελεί μήνυμα αναγνώρισης βλάβης ή κάποιας δραστηριότητας του δικτύου. Ολοκληρώνοντας το wizard, στο πεδίο table window θα εμφανιστεί η ειδοποίηση που δημιουργήσαμε και κάνοντας δεξί κλικ και επιλογή properties, συνεχίζουμε με τη διαμόρφωση της. Συνολικές ρυθμίσεις παραμέτρων, το μήνυμα που θα εμφανίζεται στο χρήστη και η σύνδεση με την αντίστοιχη μεταβλητή είναι όλα τα στοιχεία εκείνα που ολοκληρώνουν τη διαδικασία δημιουργίας μιας ειδοποίησης.

Ξεκινώντας παραδείγματος χάρη από τα μηνύματα τις γεώτρησης 1, από το table window κάνουμε δεξί κλικ στο πρώτο μήνυμα και επιλέγουμε properties. Στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίζουμε όλες τις παραμέτρους του μηνύματος, όπως τον τύπο της ειδοποίησης και τη σύνδεση με τις κατάλληλες μεταβλητές του συστήματος. Στο πεδίο text, γράφουμε το μήνυμα μήνυμα που θα εμφανίζεται στο χρήστη και στο tag/action ορίζουμε συνδέσεις και ενέργειες με το υπόλοιπο σύστημα.

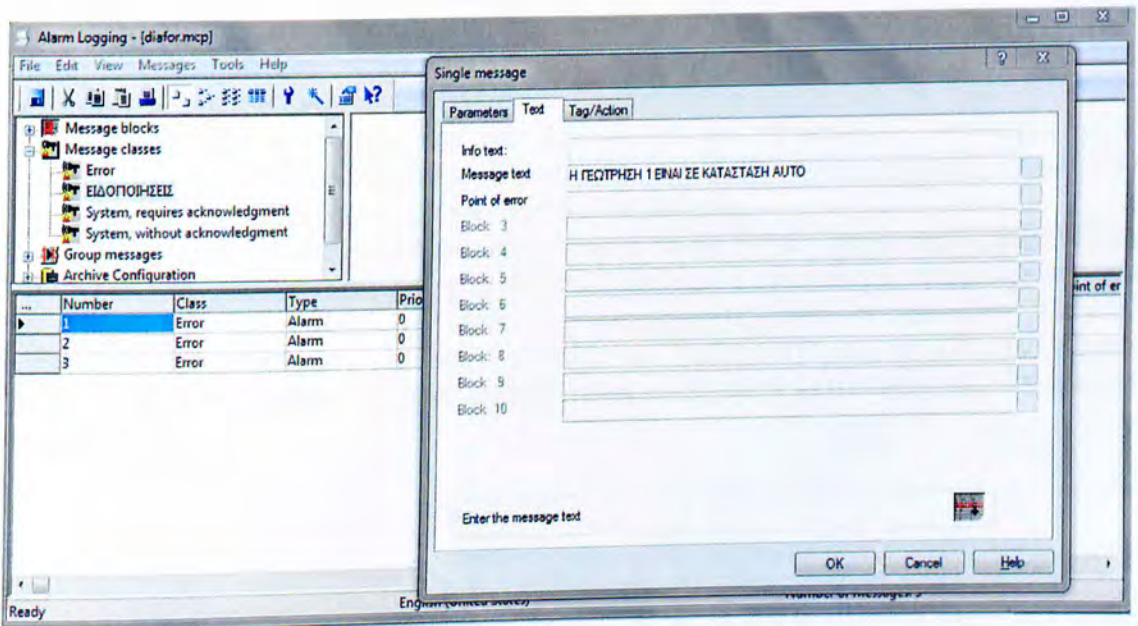
Αρχικά ορίζουμε τα μηνύματα της κατάστασης των γεωτρήσεων. Στο χρήστη θα εμφανίζονται όλες οι καταστάσεις και οι ενέργειες της κάθε γεώτρησης όπως επίσης και ειδοποιήσεις για τυχόν βλάβες και απώλειες επικοινωνίας. Τα μηνύματα βλαβών, ορίζονται ως μηνύματα επιβεβαίωσης ώστε ο χειριστής να αντιλαμβάνεται τη βλάβη και με την διόρθωσή της να μην εμφανίζεται πλέον ως ενεργή στο πεδίο των ειδοποιήσεων.

Γίνεται αντιληπτό ότι ο σωστός ορισμός και δημιουργία των ειδοποιήσεων αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τον χρήστη για την αποτελεσματική διαχείριση και έλεγχο ολόκληρης της παραγωγικής διαδικασίας. Βοηθάει στην άμεση ενημέρωση της κατάστασης όλων των τμημάτων και εξαρτημάτων του συστήματος και στην έγκαιρη αναγνώριση και αντιμετώπιση των βλαβών και προβλημάτων που δημιουργούνται.

ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ



Εικόνα 5.31 : Ορισμός παραμέτρων ειδοποίησης



Εικόνα 5.32 : Μήνυμα εμφάνισης στο χρήστη

Συμπεράσματα

Η ενασχόληση μου με την παρούσα πτυχιακή εργασία μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ και να επικεντρωθώ στην εκμάθηση και την εκπαίδευση μου με τα συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων και την εφαρμογή τους στα δίκτυα ύδρευσης και διανομής του νερού. Με τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου δικτύου ύδρευσης με τη χρήση του λογισμικού WinCC της εταιρίας SIEMENS είχα τη δυνατότητα να εστιάσω στις δυνατότητες και τις επιλογές που προσφέρει η συγκεκριμένη τεχνολογία καθώς επίσης και στα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της.

Ως αποτέλεσμα της ενασχόλησης αυτής κατέσπει σαφές ότι η χρήση συστημάτων SCADA για τη διαχείριση και τον έλεγχο των δικτύων ύδρευσης παρουσιάζει σημαντικά οφέλη και πλεονεκτήματα, ποσοτικά και μη, που σε κάθε περίπτωση δικαιολογεί την επένδυση ενός τέτοιου συστήματος. Η αξιόπιστη παροχή υψηλής ποιότητας νερού σε αστικές, αγροτικές και γεωργικές περιοχές και καταναλώσεις μπορεί να εξασφαλιστεί μόνο με τη χρήση ενός συστήματος SCADA σε συνδυασμό με απομακρυσμένη παρακολούθηση και αυτοματοποιημένο έλεγχο. Χάρη στην πληρότητα αυτών των λύσεων, ένας έμπειρος χειριστής SCADA μπορεί να επισπεύσει την έναρξη κατάλληλων διορθωτικών ενεργειών σε ένα δίκτυο και να βελτιώσει τη λειτουργία και την αξιοπιστία του. Επιπλέον, επιτυγχάνεται η μείωση του κόστους λειτουργίας ολόκληρης της διαδικασίας παροχής νερού και συμβάλει στον εκσυγχρονισμό του δικτύου ύδρευσης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία AKATT A.E, όπου πραγματοποίησα την πρακτική μου άσκηση και αποκόμισα πολύτιμη εμπειρία και πληροφορίες για το συγκεκριμένο αντικείμενο. Ιδιαίτερες ευχαριστίες, στον κ. Βολιώτη Ιωάννη, μηχανικό αυτοματισμού, και στον επιβλέπων καθηγητή μου, κ. Παπουτσιδάκη Μιχάλη για την βοήθεια και την καθοδήγηση τους στην εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Βιβλιογραφία

1. [SIMATIC WinCC V7.0 Getting started](#) -2008
2. **The Fundamentals of SCADA** – 2004
3. **SCADA/Model Integration: The Rules for Success** -2004
4. **Practical Design of Water Distribution Systems** -
Jeffrey A. Gilbert, P.E – 2012
5. **Operating Benefits Achieved with SCADA for Water Distribution**
Dan Ehrenreich, BCWWA Conference, Vancouver 2005
6. **Υδρεύσεις** – Λέκτορας Μ. ΑΦΤΙΑΣ 1992 Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
7. **Design of Water Distribution System** – Jain.NIKHIL.R 1998-1999
8. **Control and Mitigation of Drinking Water Losses in Distribution Systems**
- EPA ,November 2010
9. **Water Loss Control: A Topic of the Twenty-First Century** -Reinhard Sturm
Julian Thornton ,George Kunkel, P. E., 2008
10. **ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΕPLC**- Ν. Πανταζή, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα
1998.
11. <http://support.automation.siemens.com>