



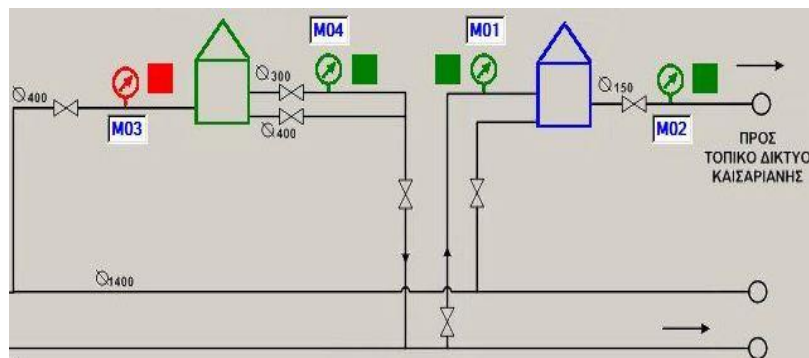
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

" Εποπτεία ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων υδρευτικού δικτύου μέσω συστήματος SCADA "



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ.ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Αγγελόπουλος Δημήτριος
του Λάμπρου με αριθμό μητρώου 40475 φοιτητής/τρια του
Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής
πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα
παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται
αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα
του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος
φέρει και την ευθύνη των σινεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ιδρυμα
του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός
ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα
παραβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Αηλών

Ημερομηνία



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να παρουσιάσει την διεπαφή επικοινωνίας ενός συστήματος SCADA με τον χρήστη, καθώς και να περιγράψει πώς το σύστημα βοηθά στην εποπτεία και τον έλεγχο ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων. Γίνεται επίσης μια περιγραφή των ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων του δικτύου ύδρευσης της Αθήνας. Περιγράφονται και κάποια μηχανήματα που επιτελούν βασικό ρόλο στη λειτουργία των εγκαταστάσεων και την τηλεμετρία που πραγματοποιείται μέσω SCADA (PLC, Inverter, όργανα μέτρησης κ.ά.). Παρουσιάζονται τέλος τα συστήματα SCADA σε γενικότερο πλαίσιο, αλλά και ειδικότερα στη διαχείριση δικτύων ύδρευσης.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis, is to report on the interface between a SCADA system and the user of that system. The diploma thesis also aims to describe how a SCADA system helps people supervise and control electromechanical installations. The electromechanical installations of the water supply network of Athens city, are also described in this project. There is also a description of some devices, who play a vital role in the operation of the installations and the telemetry that takes place via SCADA. Examples of such devices are PLC, inverter, measuring devices and more. Lastly, SCADA systems are reported on, in a general point of view and in a more specific one, this of the handling of a water supply network.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Περιεχόμενα.....	5
Εισαγωγή.....	11
Κεφάλαιο 1: Ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις.....	13
1.1 Εισαγωγή.....	13
1.2 Αναγκαιότητα της ύπαρξης ΗΜ εγκαταστάσεων.....	14
Κεφάλαιο 2: Αντλιοστάσιο.....	16
2.1 Λειτουργία αντλιοστασίου.....	16
2.2 Σημαντικά μεγέθη και έννοιες για το αντλιοστάσιο και τις αντλίες.....	18
2.3 Σχεδιασμός αντλιοστασίου και καταθλιπτικού αγωγού.....	20
2.4 Η αντλία.....	21
2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δυναμικών αντλιών.....	21
2.6 Φυγόκεντρες αντλίες.....	23
2.6.1 Λειτουργία.....	23
2.6.2 Εξαρτήματα φυγόκεντρικής αντλίας.....	24
2.7 Αντλίες σε παράλληλη διάταξη.....	26
2.8 Τεχνικές προδιαγραφές αντλητικών συγκροτημάτων του δικτύου της Ε.ΥΔ.Α.Π.....	27
Κεφάλαιο 3: Δεξαμενή.....	29
3.1 Περιγραφή λειτουργίας.....	29
3.2 Δομή.....	29
3.3 Μεγέθη υδραυλικού σχεδιασμού δεξαμενής.....	30
3.4 Γενικές αρχές δεξαμενής.....	31
3.5 Τροφοδοσία δεξαμενής από καταθλιπτικό αγωγό.....	32

3.6 Υψομετρική τοποθέτηση δεξαμενής.....	33
3.7 Η δεξαμενή ως ηλεκτρομηχανική εγκατάσταση.....	34
Κεφάλαιο 4: Booster.....	39
4.1 Περιγραφή λειτουργίας.....	39
4.2 Τεχνικές προδιαγραφές.....	39
4.3 Ηλεκτρικός πίνακας.....	41
Κεφάλαιο 5: Πίνακας αυτοματισμού αντλιοστασίου.....	43
5.1 Εισαγωγή.	43
5.2 Συνθήκες λειτουργίας.	43
5.3 Γενική περιγραφή λειτουργίας.	43
5.4 Περιγραφή του συστήματος καρτών.....	44
5.4.1 Παρουσίαση του συστήματος καρτών.....	44
5.4.2 Κάρτα τροφοδοτικού.....	46
5.4.3 Κύρια κάρτα ελέγχου.....	47
5.4.4 Καθορισμός κατάστασης λειτουργίας του συστήματος (από την κύρια κάρτα ελέγχου).....	47
5.4.5 Κάρτα ελέγχου αντλίας.....	48
5.4.6 Κάρτα alarm.....	49
5.4.7 Κάρτα ελέγχου φλοτέρ.....	49
Κεφάλαιο 6: PLC.....	50
6.1 Εισαγωγή.....	50
6.2 Μέρη ενός PLC.....	51
6.3 Πλεονεκτήματα.....	53
6.4 Μειονεκτήματα.....	54
6.5 Λειτουργία του PLC.....	54
6.5.1 Κύκλος λειτουργίας.....	54
6.5.2 Ένα απλό παράδειγμα.....	55

6.5.3 Διατάξεις ενεργοποίησης (Actuators) γενικά.....	56
6.5.4 Διατάξεις ενεργοποίησης που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης.....	56
6.6 PLC SIMATIC S7-300 (SIEMENS).....	58
6.7 Ψηφιακές είσοδοι/έξοδοι του PLC (D.I, D.O).....	59
6.7.1 Ψηφιακές είσοδοι γενικά.....	59
6.7.2 Ψηφιακές έξοδοι γενικά.....	60
6.7.3 Ψηφιακές είσοδοι/έξοδοι του PLC που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης.....	61
6.8 Αναλογικές είσοδοι/έξοδοι του PLC (A.I, A.O).....	62
6.8.1 Αναλογικές είσοδοι γενικά.....	62
6.8.2 Αναλογικές έξοδοι γενικά.....	63
6.8.3 Αναλογικές είσοδοι/έξοδοι του PLC που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης.....	63
Κεφάλαιο 7: Επαγωγικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.....	64
7.1 Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες.....	64
7.2 Στάτης ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα.....	65
7.3 Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.....	66
Κεφάλαιο 8: Inverter (αντιστροφέας τάσης).....	68
8.1 Εισαγωγή.....	68
8.2 Πλεονεκτήματα.....	68
8.3 Δομικά μέρη.....	69
8.4 Λειτουργία.....	70
8.5 Inverter Is 7 (LG).....	73
8.5.1 Εισαγωγή- ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου της Ε.ΥΔ.Α.Π.....	73
8.5.2 Ακροδέκτες - καλωδίωση.....	75
8.5.3 Ψηφιακό χειριστήριο.....	77
8.5.4 Τρόποι εκτέλεσης βασικών λειτουργιών.....	78

8.5.5 Παράμετροι.....	78
8.6 Πλεονεκτήματα εκκίνησης και λειτουργίας κινητήρα με inverter, συγκριτικά με Υ-Δ.....	80
8.7 Παράδειγμα αναβάθμισης αντλιοστασίων της Ε.ΥΔ.Α.Π με την προσθήκη inverter..	81
Κεφάλαιο 9: Συστήματα SCADA.....	85
9.1 Εισαγωγή στα συστήματα SCADA.....	85
9.2 Δομικά μέρη ενός συστήματος SCADA.....	86
9.3 RTU.....	87
9.4 SCADA και HMI.....	88
9.5 Λειτουργία ενός συστήματος SCADA.....	89
9.6 Πλεονεκτήματα και οφέλη.....	91
Κεφάλαιο 10: Διαχείριση δικτύου ύδρευσης.....	92
10.1 Εισαγωγή.....	92
10.2 Καταγραφή δικτύου.. ..	92
10.3 Διαχείριση δικτύων.	94
10.4 G.I.S.	94
10.5 Μαθηματική προσομοίωση δικτύου ύδρευσης.....	95
10.6 Δυνατότητες στη διαχείριση δικτύων.....	96
Κεφάλαιο 11: Σύστημα SCADA στη διαχείριση δικτύου ύδρευσης.....	97
11.1 Εισαγωγή.....	97
11.2 Σταθμοί του συστήματος τηλεελέγχου.....	97
11.3 Κεντρικός σταθμός ελέγχου (ΚΣΕ).....	98
11.4 Περιγραφή δικτύων τηλεελέγχου.....	100
11.4.1 Εισαγωγή.....	100
11.4.2 Τρόποι επικοινωνίας.....	100
11.4.3 Το πρωτόκολλο επικοινωνίας MODBUS.....	101
11.4.4 Δίκτυο τηλεελέγχου.....	102

11.4.5 Τοπικά δίκτυα.....	105
11.4.6 Εξωτερικά δίκτυα.....	107
11.5 Βασικές μεταβλητές και καταστάσεις που εποπτεύουμε μέσω SCADA.....	109
11.6 Συναγερμοί.	111
11.7 Alarm Sms..	113
11.8 PLC και SCADA..	114
11.9 Δυνατότητες και οικονομικά οφέλη του συστήματος SCADA.....	116
Κεφάλαιο 12: SCADA στο δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π, τομέας Αθηνών.....	118
12.1 Εισαγωγή.....	118
12.2 Περιφερειακοί Σταθμοί Ελέγχου (ΠΣΕ).....	118
12.3 Χαρακτηριστικά λογισμικού SCADA.....	120
12.4 Διεπαφή χρήστη-προγράμματος.	120
12.5 Στοιχεία σταθμών αναλυτικά.	123
12.6 Γενικό σχέδιο.....	125
12.6.1 Χρησιμότητα.....	125
12.6.2 Ενδείξεις χρωμάτων στο γενικό σχέδιο.....	126
12.6.3 Γενικό σχέδιο μεμονωμένης εγκατάστασης.....	128
12.6.4 Γενικό σχέδιο μιας ομάδας εγκαταστάσεων.....	129
12.6.5 Στοιχεία εγκατάστασης.....	131
12.7 Υποσχέδιο.	133
12.8 Όργανα μέτρησης..	136
12.8.1 Εισαγωγή..	136
12.8.2 Γραφήματα οργάνων.	137
12.8.3 Όρια λειτουργίας οργάνων.	140
12.9 Δυνατότητες από τις επιλογές του έξτρα της άνω μπάρας της κεντρικής οθόνης...	141
12.9.1 Εισαγωγή..	141
12.9.2 Ενεργές βλάβες οργάνων ΤΣ.	142

12.9.3 Inverters..	142
12.9.4 Συμβάντα τοπικών σταθμών..	143
12.9.5 Τιμές οργάνων.....	145
12.10 Τηλεχειρισμός.	147
12.11 Παράθυρο συμβάντων-Συναγερμοί.	147
12.11.1 Εισαγωγή.	147
12.11.2 ΣΕΤ..	148
12.11.3 Χρωματισμοί στο παράθυρο συμβάντων.....	149
12.11.4 Επιλογές που προσφέρει το παράθυρο συμβάντων.....	151
12.11.5 Πίνακας συναγερμών και συμβάντων.....	153
12.12 SCADA και διαχείριση βλαβών.....	153
12.12.1 Εισαγωγή..	153
12.12.2 Περιπτώσεις που η μετάβαση στην εγκατάσταση δεν κρίθηκε αναγκαία....	154
12.12.3 Διαχείριση πραγματικής βλάβης.....	158
Κεφάλαιο 13: Συμπεράσματα.....	165
13.1 Τελικά συμπεράσματα..	165
13.2 Μελλοντική έρευνα..	165
13.3 Περιορισμοί..	166
Βιβλιογραφία..	167
Συντομογραφίες.	170
Κατάλογος εικόνων.....	171
Κατάλογος πινάκων.....	176

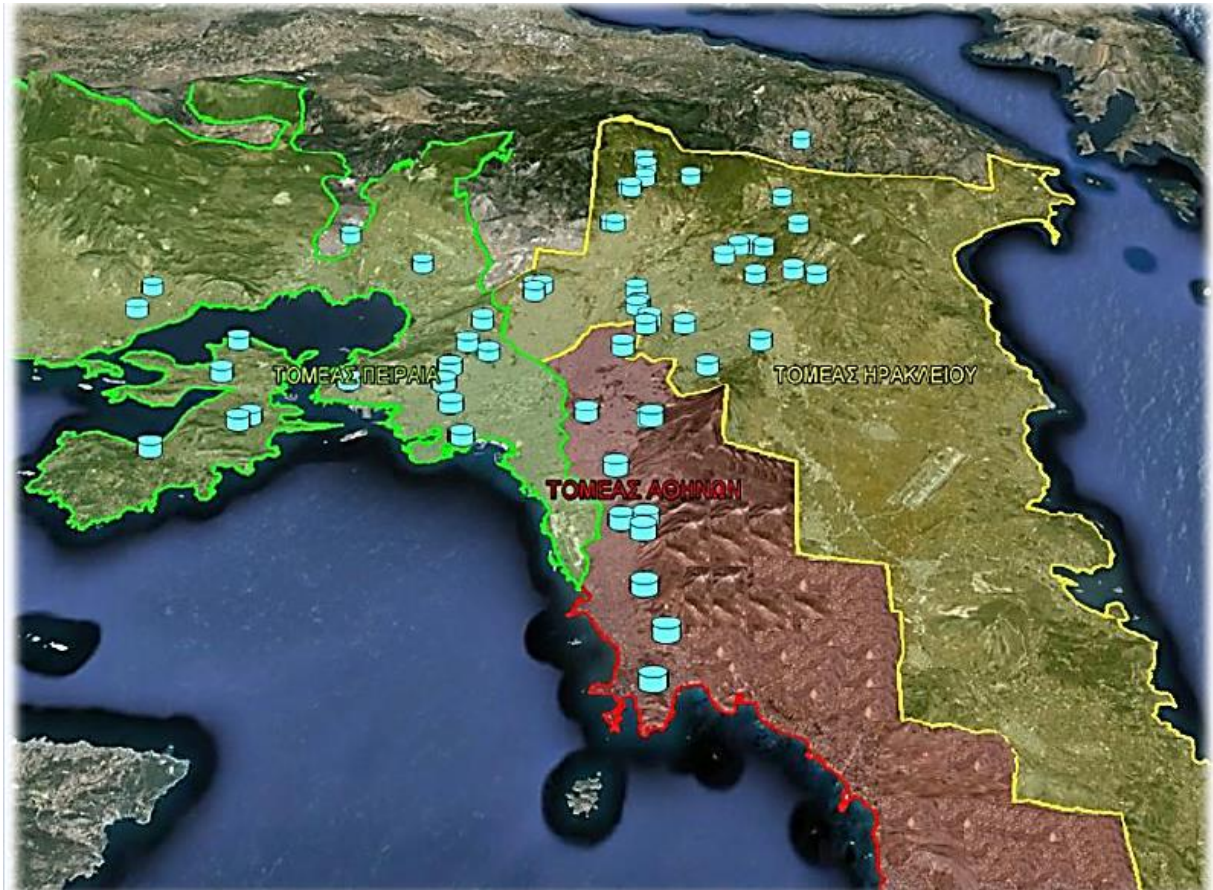
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημαντικότητα της παρούσας εργασίας έγκειται στον όρο της τηλεεποπτείας. Ο όρος αυτός χαρακτηρίζει την εποπτεία εγκαταστάσεων από απόσταση. Συνηθέστερα βέβαια συναντάμε τον συνδυασμό των όρων τηλεέλεγχος-τηλεχειρισμός και όχι τον όρο τηλεεποπτεία. Εντούτοις αν και σπανιότερος, ο όρος αυτός μπορεί να δώσει μια πιο σφαιρική εικόνα για το συνολικό σύστημα. Έτσι η τηλεεποπτεία συνδέεται άμεσα και με την εποπτεία των ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων ενός δικτύου ύδρευσης από απόσταση, μέσω SCADA. Η εποπτεία των εγκαταστάσεων από απόσταση προσφέρει σημαντικά οφέλη σε χρόνο, πόρους και σε άλλους τομείς, όπως θα φανεί στο κύριο μέρος της εργασίας. Η δυνατότητα ελέγχου και χειρισμού από απόσταση είναι μεγίστης σημασίας σε ένα δίκτυο ύδρευσης. Μέσω της τηλεεποπτείας των εγκαταστάσεων του υδρευτικού δικτύου εξασφαλίζεται η άρτια λειτουργία του δικτύου, η βέλτιστη εξυπηρέτηση των καταναλωτών και η καλύτερη δυνατή ποιότητα του προϊόντος, δηλαδή του νερού.

Πέρα από την τηλεεποπτεία, ο κλάδος τον οποίο αφορά η εργασία είναι τα δίκτυα ύδρευσης γενικότερα και ειδικότερα το δίκτυο Ύδρευσης της Ε.ΥΔ.Α.Π. Ένα δίκτυο ύδρευσης είναι στην πραγματικότητα ένα σύνθετο σύστημα, το οποίο απαρτίζεται από αγωγούς διανομής του νερού και από ένα μεγάλο πλήθος εξαρτημάτων. Τα εξαρτήματα αυτά διασφαλίζουν την ορθή λειτουργία του δικτύου. Σε περίπτωση ύπαρξης προβλημάτων, τα εν λόγω εξαρτήματα καθιστούν δυνατή την άμεση και έγκαιρη αντιμετώπισή τους. [1].

Από μια γενικότερη σκοπιά, το δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π περιλαμβάνει αγωγούς και εγκαταστάσεις. Οι αγωγοί χρησιμεύουν στη μεταφορά του πόσιμου νερού, το οποίο έχει υποστεί την απαραίτητη επεξεργασία. Με άλλα λόγια μεταφέρουν το νερό από τις Μονάδες Επεξεργασίας Νερού (ΜΕΝ) έως τους μετρητές των τελικών καταναλωτών. Με τον όρο εγκαταστάσεις αναφέρονται κυρίως τα αντλιοστάσια (απλά ή ωστικά) και οι δεξαμενές. Οι εγκαταστάσεις αυτές βοηθούν στην ύδρευση των περιοχών οι οποίες λόγω υψομέτρου είναι αδύνατον να υδροδοτηθούν με φυσική ροή. Επομένως το δίκτυο περιλαμβάνει 81 αντλιοστάσια καθώς επίσης και 55 δεξαμενές, οι οποίες έχουν συνολική χωρητικότητα 885000 m³ και είναι τοποθετημένες διάσπαρτα σε σημεία του δικτύου με σχετικά υψηλό υψόμετρο. Οι περιοχές του δικτύου που υδροδοτούνται από την Ε.ΥΔ.Α.Π μπορεί να έχουν υψόμετρο εδάφους του οποίου η τιμή βρίσκεται μεταξύ 0 και 600 μέτρων πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Το δίκτυο διαιρείται σε τομείς για την καλύτερη λειτουργία του, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Στην εικόνα Ε.1 απεικονίζονται τρεις τομείς. Όμως οι τομείς

είναι στην πραγματικότητα τέσσερις, αφού υπάρχει περεταίρω διαίρεση στους τρεις κύριους τομείς της εικόνας. Το σημαντικά μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων και παραδειγμάτων που περιέχει η εργασία προέρχονται από τον τομέα Αθηνών. Ο τομέας αυτός έχει κόκκινο χρωματισμό στον χάρτη των τομέων που ακολουθεί. Εκτείνεται γενικά από το Γαλάτσι έως και το Σούνιο. [2].



Εικόνα Ε.1 Χάρτης δεξαμενών ανά τομέα. [2].

Το δίκτυο παρακολουθείται καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας από το σύστημα SCADA, το οποίο παρέχει δυνατότητες τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού. Το εν λόγω σύστημα περιλαμβάνει 100 θέσεις, οι οποίες βρίσκονται μέσα στο δίκτυο και έχουν σκοπό να καταγράφουν και να παρακολουθούν τη συνολική λειτουργία του. [3].

Κλείνοντας την εισαγωγή, είναι χρήσιμο να γίνει αναφορά στη διάρθρωση της εργασίας. Τα πρώτα κεφάλαια παρουσιάζουν τις ΗΜ εγκαταστάσεις, τις οποίες συναντάμε στο δίκτυο που αφορά την εργασία αυτή. Έπειτα παρουσιάζονται μηχανήματα και στοιχεία, τα οποία σχετίζονται με την λειτουργία των εγκαταστάσεων και την εποπτεία αυτών μέσω SCADA. Στη συνέχεια γίνεται μία γενική περιγραφή των συστημάτων SCADA και μία περιγραφή του

κλάδου της διαχείρισης των δικτύων ύδρευσης. Ακολουθούν τα κεφάλαια 11 και 12, τα οποία είναι και τα σημαντικότερα της εργασίας. Αυτά ασχολούνται με τα συστήματα SCADA στη διαχείριση του δικτύου ύδρευσης γενικά (κεφάλαιο 11) αλλά και πιο ειδικά, με το σύστημα SCADA στο δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π (κεφάλαιο 12). Η εργασία κλείνει με την έκθεση συμπερασμάτων .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

1.1 Εισαγωγή.

Ένα δίκτυο ύδρευσης αποτελείται από τα έργα εξωτερικού υδραγωγείου και τα δίκτυα διανομής. Τα έργα εξωτερικού υδραγωγείου βρίσκονται συνήθως εκτός της αστικής περιοχής η οποία υδροδοτείται. Αντικείμενό τους είναι η συλλογή και η επεξεργασία του νερού. Στα καθήκοντά τους συμπεριλαμβάνεται τέλος και η μεταφορά του νερού στις παρυφές της προς υδροδότηση περιοχής. Τα δίκτυα διανομής καλύπτουν όλη την έκταση της αστικής περιοχής η οποία υδροδοτείται. Αποτελούνται από αγωγούς, εξαρτήματα που συνδέονται με αυτούς και ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις. Αποστολή των δικτύων διανομής είναι η διανομή του νερού (το οποίο έχει υποστεί την απαραίτητη επεξεργασία) στους τελικούς καταναλωτές. [4].

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με δίκτυα διανομής και πιο συγκεκριμένα με τις ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις που αυτά περιέχουν. Η αναφορά στο δίκτυο ύδρευσης θα είναι λοιπόν ταυτόσημη με την αναφορά στο δίκτυο διανομής πόσιμου νερού στην εργασία αυτή. Οι ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις θα αναφέρονται επίσης ως ΗΜ εγκαταστάσεις για συντομία.

Οι ΗΜ εγκαταστάσεις ενός δικτύου ύδρευσης περιλαμβάνουν συνήθως τρεις τύπους εγκαταστάσεων. Σε κάποια δίκτυα μπορεί να συναντήσουμε και άλλους τύπους, όπως τη γεώτρηση. Στο δίκτυο στο οποίο θα εστιάσουμε στην παρούσα εργασία, υπάρχουν μόνο οι τρεις συνηθέστεροι. Αυτοί είναι: Αντλιοστάσια, δεξαμενές, booster. Τα booster απαντώνται και ως ωστικά αντλιοστάσια και όπως είναι λογικό η λειτουργία τους μοιάζει πολύ με αυτή των απλών αντλιοστασίων. Επομένως ακολουθώντας μια λογική κατηγοριοποίησης με πιο γενικό χαρακτήρα, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως οι ΗΜ εγκαταστάσεις χωρίζονται σε

αντλιοστάσια και δεξαμενές. Σε αρκετές περιπτώσεις οι δύο αυτοί τύποι εγκαταστάσεων συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο. Ο όρος ηλεκτρομηχανικές προκύπτει από το γεγονός ότι για τον χειρισμό των βασικών μηχανημάτων και εξαρτημάτων τα οποία σχετίζονται με μία ΗΜ εγκατάσταση, απαιτούνται γνώσεις από τον τομέα της ηλεκτρολογίας ή/και της μηχανολογίας.

1.2 Αναγκαιότητα της ύπαρξης ΗΜ εγκαταστάσεων.

Είναι αδύνατον ένα δίκτυο ύδρευσης να λειτουργήσει χωρίς δεξαμενές και αντλιοστάσια. Υπό συγκεκριμένες συνθήκες, οι οποίες όμως ποτέ δεν συναντώνται στην πράξη, ένα δίκτυο θα μπορούσε να λειτουργήσει με πολύ λιγότερα αντλιοστάσια και με λιγότερες δεξαμενές από αυτές που χρησιμοποιούνται γενικά. Για να γίνει κατανοητή η αναγκαιότητα της ύπαρξης ΗΜ εγκαταστάσεων θα παρουσιαστεί αυτό το ουτοπικό σενάριο και θα συγκριθεί με την πραγματικότητα.

Έστω λοιπόν ότι υπήρχε η δυνατότητα να τοποθετηθούν οι εκάστοτε δεξαμενές σε σημεία, των οποίων το υψόμετρο θα ήταν μεγαλύτερο από το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται ο υψηλότερα τοποθετημένος καταναλωτής της προς υδροδότησης περιοχής. Η υψομετρική αυτή υπεροχή, συνεπάγεται πως το νερό θα μπορούσε να φτάσει σε όλους τους καταναλωτές της περιοχής με φυσική ροή. Είναι έκδηλο πως για να φτάσει το νερό από ένα υψηλότερο σε ένα χαμηλότερο σημείο δεν χρειάζεται κάποια παρέμβαση, πέρα βεβαίως από την ύπαρξη ενός καλά συντηρημένου δικτύου αγωγών.

Γίνεται λοιπόν λόγος για ένα δίκτυο ύδρευσης που θα λειτουργούσε με βάση την φυσική ροή του νερού. Σε αυτή την περίπτωση το μοναδικό πρόβλημα που θα υπήρχε αναφορικά με την πίεση του νερού, είναι η εμφάνιση επικίνδυνα υψηλών πιέσεων σε καταναλωτές οι οποίοι βρίσκονται σε πολύ χαμηλότερο υψόμετρο από την δεξαμενή. Θα ήταν όμως ανύπαρκτο το πρόβλημα της εμφάνισης χαμηλών πιέσεων σε καταναλωτές οι οποίοι βρίσκονται σε υψηλότερο υψόμετρο από την δεξαμενή. Ένα τέτοιο δίκτυο, πέρα από τους αγωγούς και τα λοιπά εξαρτήματα για τη διανομή του νερού, θα χρειαζόταν:

1. Κύριες δεξαμενές για την τροφοδοσία του δικτύου.
2. Αντλιοστάσια τα οποία θα χρησιμοποιούταν αποκλειστικά για την πλήρωση των δεξαμενών.

3. Διατάξεις ελέγχου πίεσης. Οι διατάξεις αυτές θα χρησίμευαν στην εξάλειψη των υψηλών πιέσεων που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Τέτοιες διατάξεις είναι μειωτές πίεσης και βοηθητικές δεξαμενές.

Το ουτοπικό δίκτυο λοιπόν χρειάζεται λιγότερα αντλιοστάσια και καθόλου booster. Σε περιπτώσεις που καταναλωτές με μικρή υψομετρική διαφορά από την δεξαμενή θα βρίσκονταν σε μεγάλη απόσταση από αυτήν, πάλι δεν θα χρειαζόταν κάποιο booster, αφού θα μπορούσε να τοποθετηθεί κάποια βοηθητική δεξαμενή.

Επανερχόμενοι στην πραγματικότητα όμως, κατανοούμε πως δεν είναι πάντοτε δυνατή η τοποθέτηση μιας δεξαμενής στο υψηλότερο σημείο της περιοχής την οποία αυτή καλείται να υδροδοτήσει. Έτσι το νερό χρειάζεται κάποια βοήθεια ώστε να φτάσει σε καταναλωτές που βρίσκονται ψηλότερα από την δεξαμενή. Χρειάζεται επίσης και βοήθεια για να φτάσει σε καταναλωτές οι οποίοι δεν βρίσκονται ψηλότερά από τη δεξαμενή αλλά βρίσκονται πολύ μακριά από αυτή. Ο όρος βοήθεια αναφέρεται βεβαίως στην αύξηση της τιμής της πίεσης του νερού, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση απλών αντλιοστασίων και booster. Έτσι λοιπόν οι ΗΜ εγκαταστάσεις είναι απαραίτητες για τους κάτωθι λόγους:

1. Για να αυξάνεται η πίεση στην έξοδο της δεξαμενής ή σε κάποια σημεία του δικτύου ώστε να φτάνει το νερό σε μεγάλα υψόμετρα.
2. Για να δίνεται ώθηση στο νερό (μέσω της αύξησης της πίεσής του), ώστε να φτάνει σε περιοχές που απέχουν πολύ από τη δεξαμενή.

Το νούμερο 1 αναφέρεται στα αντλιοστάσια και το νούμερο 2 στα booster.

Όμως και η δεξαμενή είναι αναγκαίο να υφίσταται ως ΗΜ εγκατάσταση. Δηλαδή το δίκτυο χρειάζεται δεξαμενές που όχι απλά θα αποθηκεύουν νερό, αλλά θα επιτελούν και λειτουργίες που αφορούν την παρατήρηση των σημαντικών μεγεθών (πίεση, στάθμη, παροχή κ.ά.), την τροφοδοσία του δικτύου κ.ά.

Ο κάθε τύπος ΗΜ εγκατάστασης θα παρουσιαστεί σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ

2.1 Λειτουργία αντλιοστασίου.

Το κυριότερο στοιχείο ενός αντλιοστασίου είναι φυσικά οι αντλίες του. Έτσι για να κατανοήσουμε πότε είναι απαραίτητη η χρήση αντλιοστασίου στο δίκτυο, πρέπει να ανατρέξουμε στην χρησιμότητα της αντλίας γενικά. Τα αντλιοστάσια λοιπόν χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει η ανάγκη μεταφοράς υγρού από μια θέση σε μία άλλη, ενώ ταυτόχρονα οι δύο θέσεις διαφέρουν σε κάποια χαρακτηριστικά τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η πίεση ή/και η υψομετρική στάθμη. Αναφορικά με την πίεση, η μεταφορά του υγρού γίνεται από ένα χώρο με χαμηλότερη πίεση σε έναν άλλο με υψηλότερη. Αναφορικά με την υψομετρική στάθμη, το υγρό μεταφέρεται από χαμηλότερη σε υψηλότερη (πιο σπάνια συναντάμε και το αντίθετο). [9].

Πιο ειδικά, στο δίκτυο ύδρευσης της Ε.ΥΔ.Α.Π τα αντλιοστάσια μπορεί να τροφοδοτούν άλλα αντλιοστάσια ή δεξαμενές που με τη σειρά τους υδροδοτούν περιοχές υψομετρικά υψηλές. Ή ακόμα μπορεί να τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο ύδρευσης. [1]. Το αντλιοστάσιο μπορεί να τροφοδοτείται από κάποιον αγωγό του δικτύου ή από κάποια δεξαμενή ημερήσιας αναρίθμησης.

Το έργο του αντλιοστασίου πραγματοποιείται με τη χρήση αντλιών. Οι αντλίες αυτές συνεργάζονται μεταξύ τους. Ο αριθμός των αντλιών κάθε αντλιοστασίου καθώς επίσης και η ισχύς τους, υπολογίζονται με βάση τις ανάγκες που καλείται να καλύψει το αντλιοστάσιο. Πάντοτε υπάρχει και μία τουλάχιστον εφεδρική αντλία η οποία χρησιμοποιείται σε περίπτωση βλάβης ή και σε περίπτωση πολύ μεγάλου φόρτου. Ένα αντλιοστάσιο μπορεί να υφίσταται σαν αμιγώς αντλητική εγκατάσταση ή να βρίσκεται στον ίδιο χώρο με μία δεξαμενή.

Ακολουθεί φωτογραφικό υλικό το οποίο προέρχεται από ΗΜ εγκαταστάσεις του τομέα Αθηνών.



Εικόνα 2.1 Αντλιοστάσιο N1. [5].



Εικόνα 2.2 Αντλιοστάσιο N2. [5].



Εικόνα 2.3 Πίνακας αυτοματισμού-PLC αντλιοστασίου. [5].

2.2 Σημαντικά μεγέθη και έννοιες για το αντλιοστάσιο και τις αντλίες.

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν καθώς και σε αυτό που προηγήθηκε αναφέρονται κάποια μεγέθη και κάποιες έννοιες που είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζει κανείς για να κατανοήσει τη λειτουργία μίας αντλίας και κατ' επέκταση ενός αντλιοστασίου. Επιπρόσθετα, οι έννοιες αυτές και τα μεγέθη εμφανίζονται και στα υπόλοιπα κεφάλια τις εργασίας. Ακολουθεί λοιπόν μία παρουσίασή τους:

- Αναρρόφηση: Το τμήμα του δικτύου με αφετηρία το σημείο παραλαβής του ρευστού, δηλαδή τη δεξαμενή και τέλος την είσοδο της αντλίας, δηλαδή το στόμιο αναρρόφησης της αντλίας. [6].
- Κατάθλιψη: Το τμήμα του δικτύου με αφετηρία την έξοδο της αντλίας και τέλος το τελικό προορισμό του ρευστού. Αυτός ο προορισμός μπορεί να είναι π.χ. μία οικιακή κατανάλωση. [6].
- Παροχή (Q): Γίνεται λόγος για τον όγκο του υγρού ο οποίος αποδίδεται στην κατάθλιψη της αντλίας, σε μία χρονική μονάδα. Υπολογίζεται σε: m^3/h ή m^3/s . [6].
- Μανομετρικό ύψος (H): Πρόκειται για το ολικό ύψος αφού πρώτα έχουν αφαιρεθεί οι αντιστάσεις σωληνώσεων αναρρόφησης, καθώς και οι αντίστοιχες αντιστάσεις της κατάθλιψης. [6]. Για τα υπόλοιπα ύψη έχουμε:
 - Στατικό ύψος αναρρόφησης (H_a): Πρόκειται για την κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της στάθμης του υγρού και του θαλάμου αναρρόφησης. [6]. Ακολουθεί στην ίδια λογική, μέγεθος που αναφέρεται στην κατάθλιψη.
 - Στατικό ύψος κατάθλιψης (H_k): Πρόκειται για την απόσταση μεταξύ του θαλάμου κατάθλιψης και της στάθμης του ρευστού. Η στάθμη αναφέρεται στο δοχείο στο οποίο τελικά καταλήγει το ρευστό. Η απόσταση είναι κατακόρυφη. [6].
 - Στατικό ύψος (H_σ): Το άθροισμα των στατικών υψών αναρρόφησης και κατάθλιψης. [6].
 - Ύψος αντιστάσεων (H_r): Αποτελεί το σύνολο των αντιστάσεων που δυσκολεύουν τη ροή του ρευστού. Οι αντιστάσεις αυτές εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες. Εξαρτώνται σε πρώτη φάση από το μήκος των σωληνώσεων. Έπειτα από γωνίες και καμπύλες που συναντά το ρευστό στη διαδρομή του. Τέλος εξαρτώνται από τα διάφορα ρυθμιστικά όργανα που παρεμβάλλονται στη διαδρομή του ρευστού. Συνηθέστερα τέτοια όργανα είναι οι βάνες και οι διακόπτες. Οι αντιστάσεις που οφείλονται στους παράγοντες που εκθέσαμε είναι οι εξωτερικές. Ενώ όσες οφείλονται στην αντλία, ονομάζονται εσωτερικές. [6].
- Ολικό ύψος (H_o): Αποτελεί το άθροισμα των H_σ και H_r . [6].
- Βαθμός απόδοσης (η): $\ll \eta = \eta_h * \eta_v * \eta_m \gg$. [6].

- Υδραυλικός βαθμός απόδοσης (η_h): Σχετίζεται με απώλειες που οφείλονται σε αντιστάσεις ροής οι οποίες εμφανίζονται σε αναρρόφηση και κατάθλιψη. Πρόκειται για το μέτρο των απωλειών αυτών. [6].
- Ογκομετρικός βαθμός απόδοσης (η_v): Σχετίζεται με την πραγματική παροχή της αντλίας και τη θεωρητική της. Είναι ο λόγος της πρώτης προς τη δεύτερη. [6].
- Μηχανικός βαθμός απόδοσης (η_m): Σχετίζεται με απώλειες που οφείλονται σε μηχανικές τριβές οι οποίες εμφανίζονται κατά τη λειτουργία της αντλίας. Πρόκειται για το μέτρο των απωλειών αυτών. [6].
- <<Αποδιδόμενη ισχύς αντλίας (P): $P = \rho * g * H_o * Q$ >>. [6].
 - << ρ = πυκνότητα ρευστού
 - g = επιτάχυνση της βαρύτητας
 - H_o = Ολικό ύψος
 - Q = παροχή αντλίας>>. [6].
- <<Ισχύς κινητήρα (P_k): $P_k = n * P$ >>. [6].
 - << n : Ο συνολικός βαθμός απόδοσης της αντλίας.>>. [6].

2.3 Σχεδιασμός αντλιοστασίου και καταθλιπτικού αγωγού.

- Ο σχεδιασμός ενός αντλιοστασίου όπως και ο σχεδιασμός του σχετικού καταθλιπτικού αγωγού δεν αντιμετωπίζονται ως δύο ξεχωριστά ζητήματα. Αντιμετωπίζονται αντιθέτως ως ένα ενιαίο. [7].
- Η τεχνική λύση του παραπάνω ζητήματος δεν είναι μία και μοναδική. Αντιθέτως υπάρχουν πολλές λύσεις, από τις οποίες η οικονομικότερη θα αποτελέσει την τελική επιλογή. [7].
- Το συνολικό κόστος που εν τέλει θα ελαχιστοποιηθεί, αποτελείται από τρεις συνιστώσες. [7]. Αυτές είναι :
 - K_1 : Πρόκειται για το αρχικό κόστος που επιφέρουν η προμήθεια αρχικά και έπειτα η εγκατάσταση του αγωγού κατάθλιψης. [7].
 - K_2 : Πρόκειται για το αρχικό κόστος που επιφέρουν η προμήθεια αρχικά και έπειτα η εγκατάσταση του αντλητικού συγκροτήματος. Στο αρχικό προστίθεται και το ενδιάμεσο κόστος, το οποίο επιφέρει η αντικατάσταση των αντλιών. [7].

- K_3 : Πρόκειται για το κόστος ενέργειας. Το κόστος αυτό κατανέμεται στο χρόνο. [7].
- Τα K_1 , K_2 έχουν ανταγωνιστική σχέση. Το ίδιο ισχύει και για τη σχέση του K_1 με το K_3 . [7].
- Το σύνολο των συνιστωσών κόστους που αναφέραμε ανάγονται σε ετήσια βάση. Σκοπός αυτής της αναγωγής είναι ο υπολογισμός του συνολικού κόστους. [7].
- Για να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητοι υπολογισμοί, θα πρέπει να είναι διαθέσιμα κάποια δεδομένα. Αυτά είναι: η γενική διάταξη των έργων που πρόκειται να υλοποιηθούν, το κατάλληλο υλικό για την κατασκευή του αγωγού, το πλήθος των αντλιών που θα χρειαστούν και η διάταξή τους. Οι πληροφορίες που αφορούν αποκλειστικά τις αντλίες (πλήθος, διάταξη), συνθέτουν το γενικό σχήμα του αντλητικού συγκροτήματος. [7].

2.4 Η αντλία.

Την καρδιά ενός αντλιοστασίου αλλά και των δικτύων σωληνώσεων γενικότερα αποτελούν οι αντλίες. [8]. Πρόκειται για έναν μηχανισμό του οποίου η χρησιμότητα είναι να μετακινεί ρευστά. Με τον όρο ρευστά αναφερόμαστε κυρίως σε υγρά. Εντούτοις υπάρχουν και αντλίες που χρησιμοποιούνται για να μετακινήσουν αέρια. Ειδικότερα, η αντλία χρησιμοποιεί μηχανικό έργο έτσι ώστε να ανυψώσει, μεταφέρει ή συμπιέσει το εκάστοτε ρευστό. Καταναλώνει λοιπόν μηχανικό έργο με σκοπό τη μεταβολή της ενέργειας ενός ρευστού. Οι μορφές της ενέργειας τις οποίες μεταβάλλει, είναι η δυναμική ή η κινητική. [6].

Η διαίρεση των αντλιών γίνεται σε δύο κύριες κατηγορίες. Κριτήριο για την κατηγοριοποίησή τους είναι ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρουν το εκάστοτε υγρό από τον σωλήνα της εισόδου τους σε αυτόν της εξόδου τους. Γίνεται βέβαια λόγος για τους σωλήνες αναρρόφησης και κατάθλιψης. Με βάση λοιπόν αυτό το κριτήριο έχουμε τις δυναμικές αντλίες ή κινητικού τύπου και την κατηγορία των αντλιών μετατοπίσεως ή στατικού τύπου. Οι δυναμικές αντλίες διακρίνονται σε φυγόκεντρες ή κεντρόφυγες και στροβιλαντλίες. Ενώ οι αντλίες μετατοπίσεως χωρίζονται σε παλινδρομικές και περιστροφικές. [9].

Στις εγκαταστάσεις τις οποίες μελετά η παρούσα εργασία χρησιμοποιείται κατά κόρον η φυγόκεντρη αντλία.

2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δυναμικών αντλιών.

Οι δυναμικές και κατ' επέκταση και οι φυγόκεντρες αντλίες παρουσιάζουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Κίνηση συνεχής και ομοιόμορφη. Σταθερές τιμές για τα μεγέθη της παροχής και της πίεσης. Μπορεί επίσης να υπάρξει περιοδική μεταβολή στα δύο αυτά μεγέθη, η οποία όμως είναι πολύ μικρή. [9].
- Ασφαλής λειτουργία λόγω του μικρού πλήθους κινούμενων στοιχείων και της πλήρους απουσίας αυτοκινούμενων βαλβίδων. [9].
- Λειτουργία με μεγάλο αριθμό στροφών. Υπάρχει άρα η δυνατότητα της απευθείας σύζευξης με διάφορα είδη κινητήρων οι οποίοι επίσης λειτουργούν με μεγάλο αριθμό στροφών. Παραδείγματα τέτοιων κινητήρων αποτελούν οι ηλεκτροκινητήρες και οι ταχύστροφοι κινητήρες εσωτερικής καύσεως. [9].
- Μικρό μέγεθος ένεκα του μεγάλου αριθμού στροφών. Έτσι για την εγκατάστασή τους χρειάζεται μικρότερος χώρος. [9].
- Χαμηλό αρχικό κόστος αλλά και χαμηλά έξοδα συντήρησης. [9].
- Αυτό-λίπανση. Τα κινούμενα στοιχεία τα οποία περιέχει η αντλία στο εσωτερικό της συνήθως αυτό-λιπαίνονται. Η λίπανση αυτή πραγματοποιείται από το αντλούμενο υγρό, επομένως δεν απαιτείται εξωτερική λίπανση. [9].
- Δυνατότητα αλλαγής της παροχής των δυναμικών αντλιών. Μπορούν επίσης για περιορισμένο χρονικό διάστημα να λειτουργούν με μηδενική παροχή. [9].

Τα βασικά μειονεκτήματά τους είναι τα εξής:

- Σε περιπτώσεις μικρής παροχής και υψηλής πίεσης παρουσιάζουν μικρό βαθμό απόδοσης. [9].
- Σε περιπτώσεις μικρής παροχής αδυνατούν να μεταφέρουν υγρά τα οποία περιέχουν στερεά υλικά. Αυτή η αδυναμία οφείλεται στο γεγονός ότι μικραίνει η διατομή της διαθέσιμης για το υγρό διόδου. [9].
- Προτού εκκινήσει η αντλία, είναι απαραίτητη η εκδίωξη του αέρα από την αντλία και συγκεκριμένα από το σωλήνα αναρροφήσεως. Το παραπάνω βέβαια δεν ισχύει, αν υπάρχει κάποια διάταξη για να γίνεται αυτόματα η απομάκρυνσή του αέρα. Αν απουσιάζει μια τέτοια διάταξη, υπάρχει ο κίνδυνος διακοπής της άντλησης. Η διακοπή αυτή θα οφείλεται σε μια δυνητική εισχώρηση αέρα στην αντλία, ενώ αυτή εργάζεται. Η εισχώρηση αυτή θα γίνει φυσικά από τον σωλήνα αναρροφήσεως. [9].

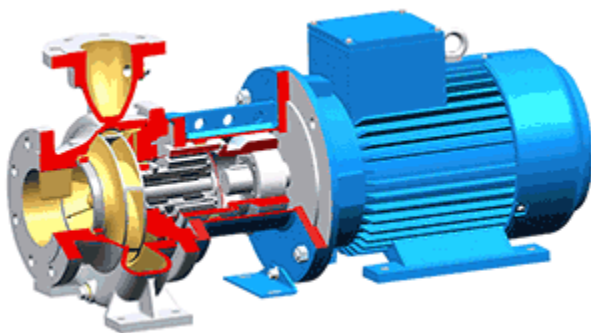
2.6 Φυγόκεντρες αντλίες.

2.6.1 Λειτουργία.

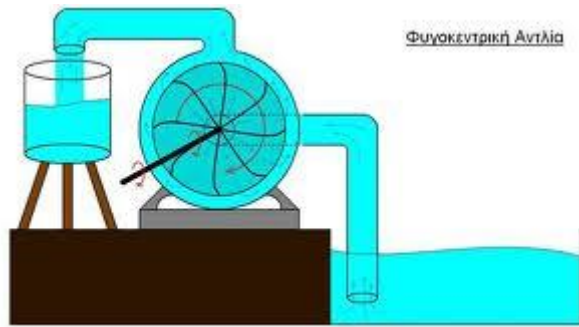
Οι φυγόκεντρες ή φυγοκεντρικές αντλίες χρησιμοποιούν τη φυγόκεντρο δύναμη για την άντληση του υγρού. Η δύναμη αυτή είναι αποτέλεσμα της περιστροφής της περωτής. Η περωτή ή αλλιώς στροφέιον, είναι ένας δίσκος που περιστρέφεται και πάνω του είναι τοποθετημένα κάποια πτερύγια ειδικής μορφής. [8].

Οι αντλίες του τύπου αυτού αποτελούνται από περιστρεφόμενες μονάδες οι οποίες διακρίνονται για την υψηλή τους ταχύτητα και τη μεγάλη δυναμικότητα τους. Για την κίνηση των μονάδων αυτών υπεύθυνοι μπορεί να είναι ηλεκτρικοί κινητήρες, ΜΕΚ, ή τέλος ατμοστρόβιλοι. Οι αντλίες με τις οποίες ασχολείται η παρούσα εργασία, κινούνται αποκλειστικά από ηλεκτροκινητήρες. [8].

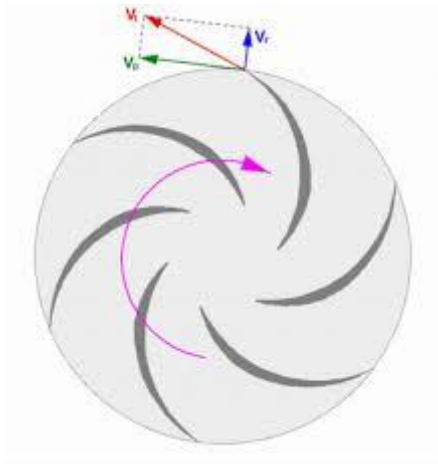
Στις φυγοκεντρικές αντλίες λοιπόν, η περιστροφική κίνηση της περωτής έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία φυγόκεντρης κινητικής ενέργειας. Η ενέργεια αυτή προκαλεί με τη σειρά της τη ροή του υγρού. Το εν λόγω υγρό, στην περίπτωση μας νερό, φτάνει στο άνοιγμα αναρρόφησης και έπειτα παρασύρεται σε μία περιστροφή στην οποία το οδηγούν τα πτερύγια. Έτσι λοιπόν επιτυγχάνεται η μετάδοση φυγόκεντρης δύναμης στο νερό, το οποίο αναγκαστικά πετάγεται έξω από την περωτή, αφού πρώτα έχει διατρέξει κατά μήκος των πτερυγίων. Έτσι το νερό έχει διαφύγει πλέον από την περωτή. Ακολούθως συλλέγεται σε χώρο που βρίσκεται στο εσωτερικό της αντλίας. Ο χώρος αυτός έχει μορφή σπειροειδή και αναφορικά με τη διατομή του, υπάρχει συνεχής αύξηση. Τέλος από τον χώρο αυτό, το νερό φεύγει από την αντλία μέσω της εξόδου της. [8].



Εικόνα 2.4 Φυγοκεντρική αντλία N1. [10].



Εικόνα 2.5 Φυγοκεντρική αντλία N2. [6].

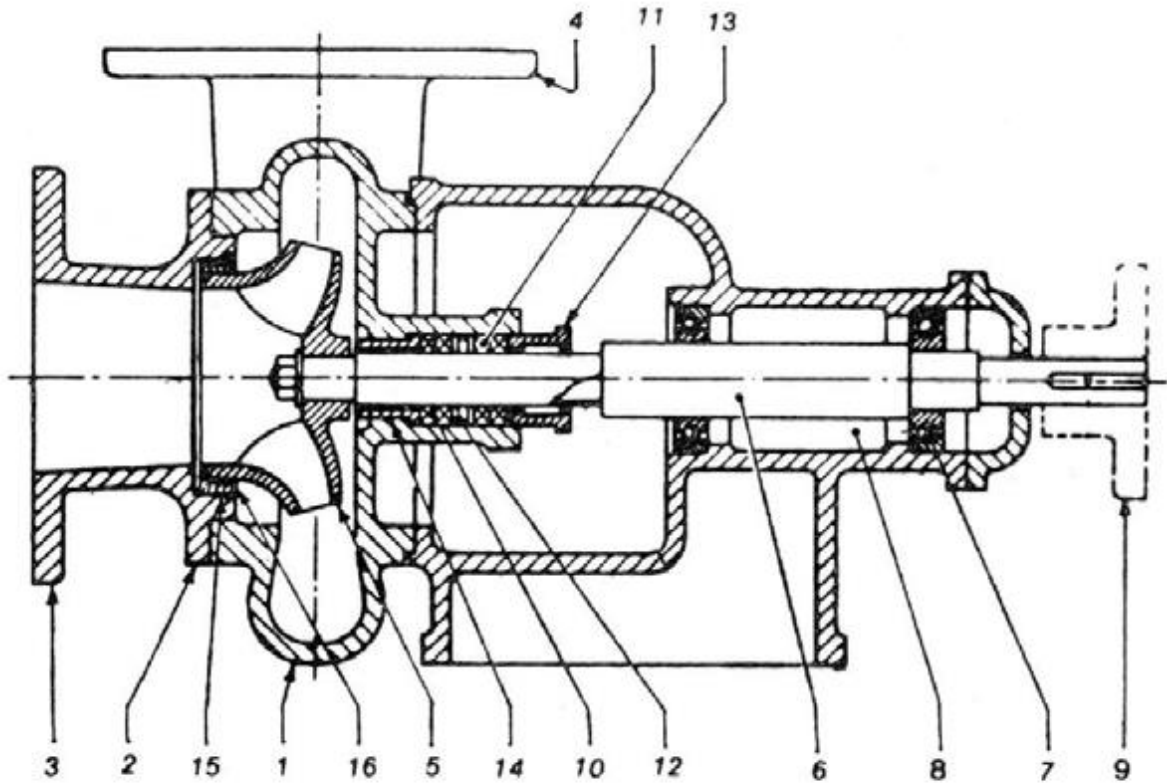


Εικόνα 2.6 Αρχή λειτουργίας φυγοκεντρικής αντλίας. [6].

2.6.2 Εξαρτήματα φυγοκεντρικής αντλίας.

Στην παρούσα υποενότητα θα παρουσιαστούν τα δομικά μέρη μίας μονοβάθμιας φυγοκέντρου αντλίας. Θα γίνει λόγος μονάχα για μονοβάθμιες και όχι για πολυβάθμιες αντλίες. Οι πολυβάθμιες αντλίες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις με μεγάλες απαιτήσεις σε πίεση, δηλαδή μανομετρικό ύψος άνω των 120 μέτρων. [9]. Στις εφαρμογές που πραγματεύεται η παρούσα εργασία, δεν χρειάζονται τόσο μεγάλα μανομετρικά ύψη και έτσι συναντάμε αποκλειστικά μονοβάθμιες αντλίες.

Ακολουθεί αναφορά στα εξαρτήματα μίας μονοβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας, αυτολεξεί από την πηγή:



Εικόνα 2.7 Σχηματικό διάγραμμα μονοβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας. [9].

- <<1. Σπειροειδές περίβλημα (σαλίγκαρος)
- 2. Κάλυμμα του σπειροειδούς περιβλήματος
- 3. Φλάντζα στομίου εισόδου
- 4. Χοάνη καταθλίψεως (έξοδος του υγρού)
- 5. Πτερωτή
- 6. Άξονας της αντλίας
- 7. Τριβέας (ένσφαιρος ή κουζινέτο)
- 8. Θάλαμος λαδιού
- 9. Συνδετήρας της αντλίας με τον κινητήρα
- 10. Σαλαμάστρα (εσωτερικό τμήμα)
- 11. Σαλαμάστρα (εξωτερικό τμήμα)
- 12. Δακτύλιος υδρολιπάνσεως της σαλαμάστρας (φανάρι)
- 13. Στυπιοθλίπτης
- 14. Δακτυλιοειδής τριβέας
- 15. Δακτύλιος στεγανώσεως του σπειροειδούς περιβλήματος

16. Δακτύλιος στεγανώσεως της πτερωτής>>. [9].

Ο άξονας της αντλίας τις περισσότερες φορές στηρίζεται σε δύο τριβείς. Με τον όρο τριβείς εννοούμε ρουλεμάν ή κουζινέτα. Τα εξαρτήματα αυτά τοποθετούνται στις δύο από τις άκρες του θαλάμου ελαίου. Στο άκρο το οποίο είναι ελεύθερο υπάρχει ένας συνδετήρας που χρησιμεύει στη σύνδεση αντλίας-κινητήρα. Μπορεί να υπάρχει και τροχαλία όταν η διανομή της κίνησης γίνεται με ιμάντα. [9].

Το σπειροειδές περιβλήμα είναι στεγανοποιημένο. Ο άξονας της αντλίας διαπερνά το πίσω μέρος του εν λόγω περιβλήματος. Η στεγανοποίηση για την οποία έγινε λόγος, είναι απαραίτητη για να μην υπάρχουν διαρροές του υγρού το οποίο βρίσκεται υπό πίεση στο εσωτερικό του περιβλήματος ή για να αποφεύγεται η εισχώρηση αέρα. Η σαλαμάστρα είναι το κύριο εξάρτημα της όλης στεγανοποίησης. Βρίσκεται στο εσωτερικό του στυπιοθαλάμου σε μορφή δακτυλίων. [9].

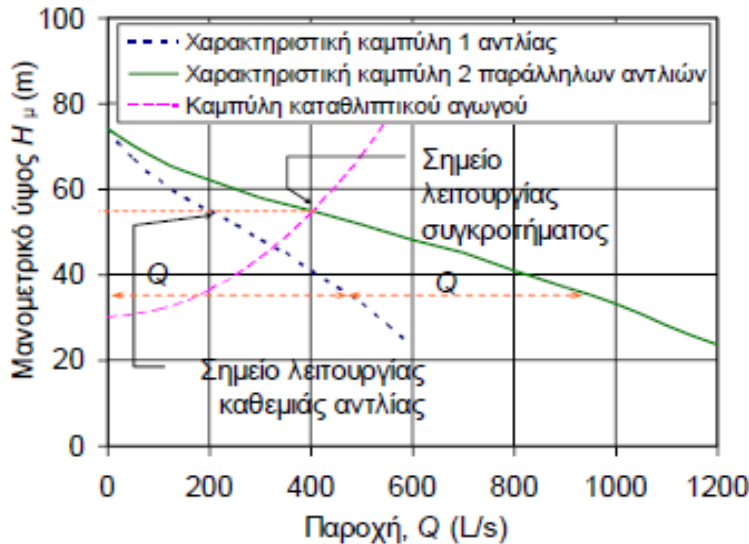
Η διαφορά πίεσης που υπάρχει ανάμεσα στο εσωτερικό μέρος του στροφείου και το στόμιο για την είσοδο του νερού προκαλεί διαρροή. Η διαρροή αυτή γίνεται από το διάκενο που υπάρχει ανάμεσα στο κάλυμμα και το στροφείο. Για τη μείωσή της χρησιμοποιούνται δακτύλιοι στεγανώσεως, τους οποίους τοποθετούμε στα χείλη του στροφείου και του καλύμματος. [9].

2.7 Αντλίες σε παράλληλη διάταξη.

Όπως θα φανεί και στα υποσχέδια που παρουσιάζονται στο υποκεφάλαιο 12.7 του κεφαλαίου 12, τα αντλιοστάσια που μελετάμε δουλεύουν με αντλίες συνδεδεμένες παράλληλα. Για την παράλληλη διάταξη των αντλιών ισχύουν τα ακόλουθα:

- Οι αντλίες δουλεύουν σε παράλληλη διάταξη, όταν στο αντλιοστάσιο το μέγεθος της παροχής δεν είναι σταθερό για το σύνολο της περιόδου λειτουργίας του. [7].
- Η τοποθέτηση των αντλιών σε παράλληλη διάταξη οφείλεται και σε άλλους λόγους. Πρόκειται για λόγους ασφαλείας, λειτουργικότητας και αξιοπιστίας. Λόχου χάρη τα κριτήρια αυτά καλύπτονται όταν χρησιμοποιούνται δύο αντλίες και ακόμα μία όμοια για εφεδρεία σε παράλληλη διάταξη, αντί να χρησιμοποιηθεί μία και μοναδική αντλία. [7].
- Οι αντλίες που συνδέονται παράλληλα έχουν όλες ίδιο μανομετρικό ύψος. Όσον αφορά τις παροχές τους, αυτές αθροίζονται. [7].
- Το μανομετρικό ύψος που αναφέρθηκε, δεν είναι το ίδιο με το μανομετρικό ύψος που έχουμε όταν μία μονάχα αντλία βρίσκεται σε λειτουργία. [7].

- Έτσι υπάρχει το σημείο λειτουργίας της κάθε αντλίας ξεχωριστά, καθώς επίσης και το σημείο λειτουργίας του συγκροτήματος συνολικά. Αμφότερα απεικονίζονται στο ακόλουθο διάγραμμα. [7].



Εικόνα 2.8 Σημεία λειτουργίας για αντλητικό συγκρότημα. [7].

2.8 Τεχνικές προδιαγραφές αντλητικών συγκροτημάτων του δικτύου της Ε.ΥΔ.Α.Π.

Τέλος θα εκθέσουμε παραδείγματα από τις τεχνικές προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν οι αντλίες οι οποίες χρησιμοποιούνται από την Ε.ΥΔ.Α.Π.

Γίνεται λόγος για αποκλειστικά οριζόντια αντλητικά συγκροτήματα. Αντλητικό συγκρότημα αποτελεί η αντλία μαζί με τον ηλεκτροκινητήρα. Πλέον χρησιμοποιούνται αντλητικά συγκροτήματα που έχουν οριζόντια διάταξη. Τα κατακόρυφης διάταξης έχουν καταργηθεί στο δίκτυο με το οποίο ασχολούμαστε.

Για την επιλογή της κατάλληλης αντλίας, μεγάλη βαρύτητα δίνεται στα μεγέθη της παροχής, του μανομετρικού και του βαθμού απόδοσης. Θεωρείται θετικό για την εργασία, να δοθεί μία σαφέστατη εικόνα περί των απαιτούμενων προδιαγραφών που πρέπει να πληρούν τα αντλητικά συγκροτήματα στο δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π. Για το λόγο αυτό θα παραθέσουμε κάποια παραδείγματα αυτούσια από την πηγή. Τα παραδείγματα αυτά, προέρχονται από το αρχείο προκηρύξεων της Ε.ΥΔ.Α.Π. Πρόκειται για μειοδοτικούς διαγωνισμούς για την προμήθεια αντλητικών συγκροτημάτων. Παραθέτουμε λοιπόν αυτολεξεί:

- <<Προμήθεια και εγκατάσταση στο αντλιοστάσιο της Χελιδονούς έξι (6) τεμ. οριζόντια αντλητικά συγκροτήματα πλήρη, με παροχή $Q=700 \text{ m}^3/\text{h}$, σε μανομετρικό $H=100 \text{ m}$ με βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο του 80 %. Η αντλία θα έχει την δυνατότητα να δουλεύει εντός καμπύλης και σε μανομετρικό $H=70 \text{ m}$ με Q μεγαλύτερο από $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ και με βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο του 75%. >>. [11].
- <<Προμήθεια στο διυλιστήριο Περισσού τριών (3) τεμ. οριζόντια αντλητικά συγκροτήματα παροχής $Q= 1200 \text{ m}^3/\text{h}$, σε μανομετρικό $H=50 \text{ m}$ με βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο του 80 %. Η αντλία θα έχει την δυνατότητα να δουλεύει εντός καμπύλης σε μανομετρικό από $H=60 \text{ m}$ μέχρι $H= 35$ μέτρα με βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο του 70%. >>. [12].

Βλέπουμε λοιπόν πως δίνεται μία γενική περιγραφή των απαιτήσεων της εγκατάστασης, ενώ γίνεται αναφορά και σε πιο συγκεκριμένες απαιτήσεις. Με βάση τα δεδομένα που γνωστοποιούνται ως απαιτήσεις από την εταιρία, θα γίνει και η επιλογή των κατάλληλων εξαρτημάτων.

Άλλα μεγέθη που παίζουν ρόλο για την επιλογή της κατάλληλης αντλίας, είναι ο αριθμός των στροφών (rpm) και η ισχύς του κινητήρα (HP). Επίσης μία πληροφορία που συνοδεύει τη περιγραφή των τεχνικών προδιαγραφών ενός αντλητικού συγκροτήματος, είναι ο τύπος του εκκινητή του κινητήρα. Συνήθως υποδεικνύονται για εκκίνηση Y-Δ, inverter ή soft starter.

Στον τομέα Αθηνών, αναφορικά με τις στροφές των κινητήρων, συναντάμε τιμές από 1460 rpm έως 2980 rpm. Για την ισχύ από 10 HP έως 340 HP. Για την παροχή από $30 \text{ m}^3/\text{h}$ έως και $1230 \text{ m}^3/\text{h}$ και τέλος για το μανομετρικό από 22 m έως 90 m. [13].

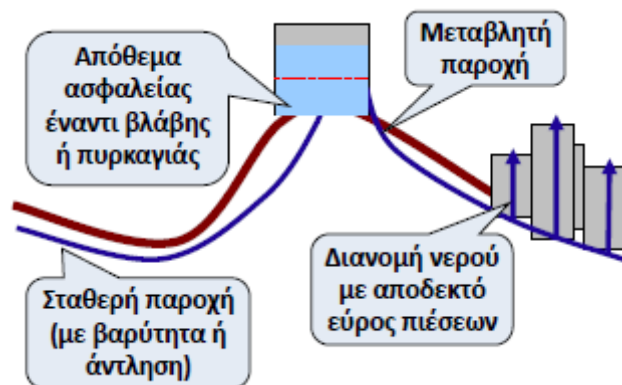
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΕΞΑΜΕΝΗ

3.1 Περιγραφή λειτουργίας.

Η δεξαμενή είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των υδρευτικών δικτύων. Εκτελεί τρεις βασικές λειτουργίες οι οποίες είναι οι ακόλουθες. [4] :

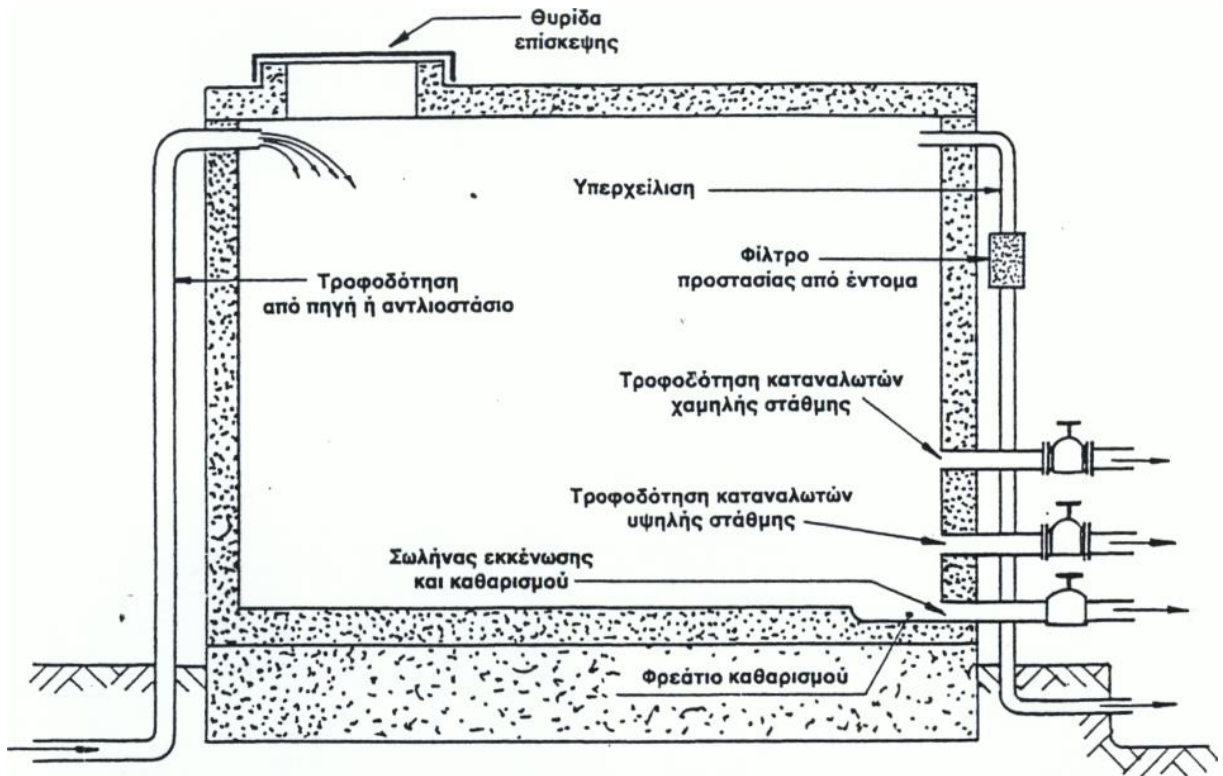
1. Ρυθμίζει την παροχή καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Στα προς τα πάνω μέρη του δικτύου (ανάντη), η παροχή είναι σταθερή όλη την ημέρα. Στα προς τα κάτω μέρη του δικτύου (κατάντη), η παροχή εξαρτάται από τις διακυμάνσεις της ζήτησης στη διάρκεια της ημέρας. [4].
2. Ρυθμίζει την πίεση στα προς τα κάτω μέρη του δικτύου. Για να το κάνει αυτό, χρησιμοποιεί την δεδομένη ελεύθερη επιφάνεια νερού η οποία έχει τιμή από 3 έως 6 m. [4].
3. Αποθηκεύει νερό που μπορεί να χρησιμεύσει σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Τέτοια ανάγκη μπορεί να είναι κάποια βλάβη στο υδραγωγείο ή μια πυρκαγιά. [4].



Εικόνα 3.1 Λειτουργία δεξαμενής. [14].

3.2 Δομή.

Ακολουθεί ένα σχέδιο το οποίο παρουσιάζει τα βασικά μέρη μίας δεξαμενής από αρχιτεκτονικής άποψης, χωρίς να προσεγγίζει την δεξαμενή σαν εγκατάσταση αλλά εστιάζοντας στο κτίσμα-θάλαμο. Πρόκειται δηλαδή για ένα σχέδιο που δεν ασχολείται με τα ΗΜ κομμάτια μίας δεξαμενής. Τα κομμάτια αυτά θα παρουσιαστούν σε επόμενο υποκεφάλαιο.



Εικόνα 3.2 Γενική εικόνα δεξαμενής. [15].

Το σχέδιο απεικονίζει μία δεξαμενή με ένα θάλαμο, καθώς πρόκειται για μικρή δεξαμενή που καλύπτει τις ανάγκες οικισμού και δεν έχει αναβαθμιστεί. Οι δεξαμενές του δικτύου που μελετάμε, όποια και αν είναι η χωρητικότητά τους χωρίζονται σε δύο ανεξάρτητα διαμερίσματα. Έτσι ώστε το ένα να μπορεί να απομονωθεί για καθαρισμό ή επισκευή, ενώ το άλλο εξυπηρετεί το δίκτυο κανονικά, αποφεύγοντας λοιπόν διακοπή στην υδροδότηση.

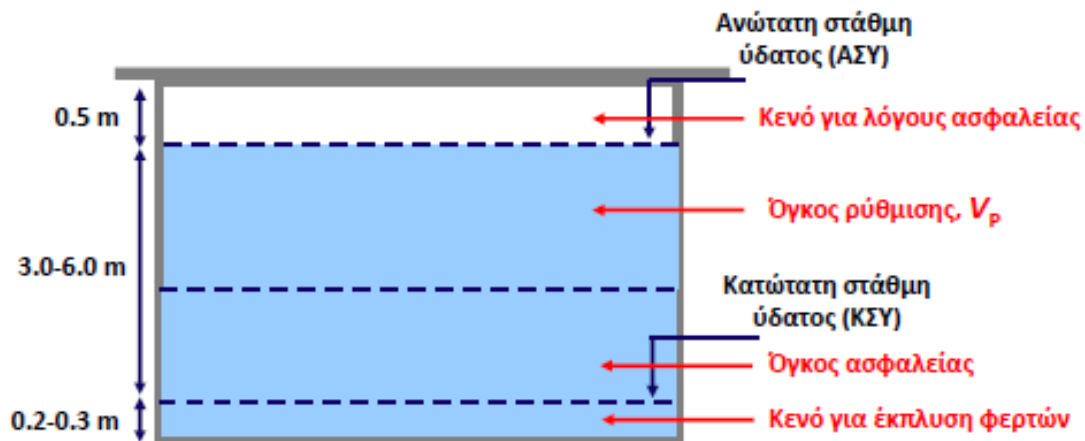
3.3 Μεγέθη υδραυλικού σχεδιασμού δεξαμενής.

Τα μεγέθη που παίζουν ρόλο στον υδραυλικό σχεδιασμό μίας δεξαμενής είναι τα ακόλουθα:

- Ωφέλιμη χωρητικότητα (όγκος). Το μέγεθος αυτό αποτελείται από δύο συνιστώσες. [14]:
 - Όγκος ρύθμισης: Συντελεί στην εξισορρόπηση της χρονικής ανισοκατανομής, η οποία εμφανίζεται μεταξύ των εισροών που φθάνουν από το εξωτερικό υδραγωγείο και του συνόλου των εκροών που φεύγουν προς το δίκτυο. [14].
 - Όγκος ασφαλείας: Είναι το απόθεμα το οποίο διατηρείται στη δεξαμενή σε μόνιμη βάση. Το απόθεμα αυτό αξιοποιείται σε περίπτωση πυρκαγιάς ή αν υπάρξει κάποια βλάβη στο εξωτερικό υδραγωγείο του δικτύου. [14].

- Κατώτατη και ανώτατη στάθμη: Τα μεγέθη αυτά προκύπτουν από το συγκερασμό των εξής παραγόντων: τοπογραφία της περιοχής, περιορισμοί για τις ακραίες τιμές της πίεσης του δικτύου. Με τον όρο ακραίες τιμές εννοούμε την μέγιστη και την ελάχιστη. [14].
- Ωφέλιμο ύψος: Για να επιλέξουμε την τιμή του χρησιμοποιούμε χωροταξικά και στατικά κριτήρια. Χωροταξικά κριτήρια αποτελούν το μέγεθος του οικοπέδου που έχουμε στη διάθεσή μας και οι όροι δόμησης. Τα στατικά κριτήρια σχετίζονται με το ύψος των τοίχων της δεξαμενής, το πάχος και τον οπλισμό τους. Μάλιστα το ύψος των τοίχων σχετίζεται με τα άλλα δύο μεγέθη με μία σχέση αναλογική. Συνήθως το ωφέλιμο ύψος παίρνει τιμές μεταξύ 3 και 6 m. [14].

Τα παραπάνω καθώς και άλλα σχετικά μεγέθη παρουσιάζονται στην εικόνα 3.3.



Εικόνα 3.3 Μεγέθη υδραυλικού σχεδιασμού δεξαμενών. [16].

3.4 Γενικές αρχές δεξαμενής.

- Η δεξαμενή πρέπει να τοποθετείται όσο πλησιέστερα γίνεται στον οικισμό ο οποίος θα υδροδοτηθεί. Τοποθετείται στο κατάλληλο υψόμετρο και πάντοτε κατάντη της μονάδας επεξεργασίας νερού. [14].
- Το πού ακριβώς θα τοποθετήσουμε τη δεξαμενή έχει αντίκτυπο στον σχεδιασμό όλων των υδρευτικών έργων. [14].
- Η δεξαμενή λειτουργεί σαν ένα έργο ημερήσιας ρύθμισης. Για να υπολογίσουμε τις διαστάσεις της δεξαμενής, έχουμε ως βάση τη δυσμενέστερη ημέρα ανάμεσα σε όλες τις ημέρες του έτους σχεδιασμού. Οι συνθήκες της συγκεκριμένης μέρας, αποτελούν λοιπόν τη βάση για τη μελέτη που θα μας δώσει τις διαστάσεις της δεξαμενής. [14].

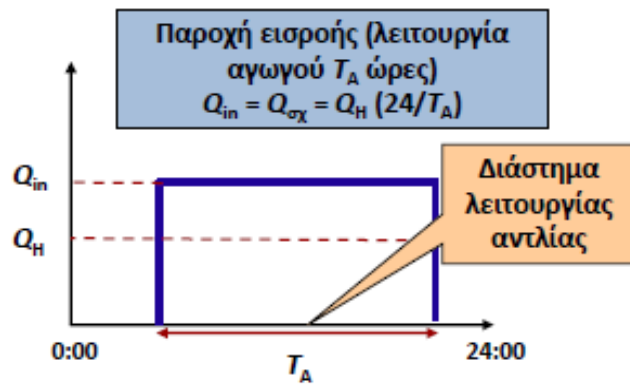
- Η επιλογή της κατάλληλης χωρητικότητας εγγυάται τα εξής. [14] :
 - Εξισορρόπηση της διακύμανσης που υπάρχει μεταξύ της εισροής και της εκροής του νερού. Η εισροή είναι σταθερή και προέρχεται από τον αγωγό τροφοδοσίας. Για να ακριβολογούμε βέβαια, θα ήταν ορθότερο να πούμε πως προέρχεται από τη μονάδα επεξεργασίας. Από τη άλλη, η εκροή είναι χρονικά κυμαινόμενη και εξαρτάται από την ζήτηση μέσα στη μέρα. [14].
 - Διατήρηση εφεδρικού αποθέματος (έχουμε αναφέρει προηγουμένως πού χρησιμοποιείται). [14].
 - Τα κατάντη έργα είναι ανεξάρτητα από τα ανάντη. Η ανεξαρτησία αυτή είναι σημαντική για λόγους ασφάλειας και οικονομίας. [14].
- Εάν επιλέξουμε κατάλληλη κατώτατη και ανώτατη στάθμη εξασφαλίζουμε τα εξής. [14] :
 - Η διάταξη είναι πιο πρόσφορη, όσον αφορά το τεχνικό και οικονομικό κομμάτι της. Το ίδιο ισχύει και για τη λειτουργία του εξωτερικού υδραγωγείου. Τα παραπάνω φυσικά δεν είναι άσχετα με τα ανάντη έργα. [14].
 - Το εύρος που εμείς επιθυμούμε να έχει η διακύμανση της τιμής της πίεσης του δικτύου διανομής . Το παραπάνω φυσικά δεν είναι άσχετο με τα κατάντη έργα. [14].

3.5 Τροφοδοσία δεξαμενής από καταθλιπτικό αγωγό.

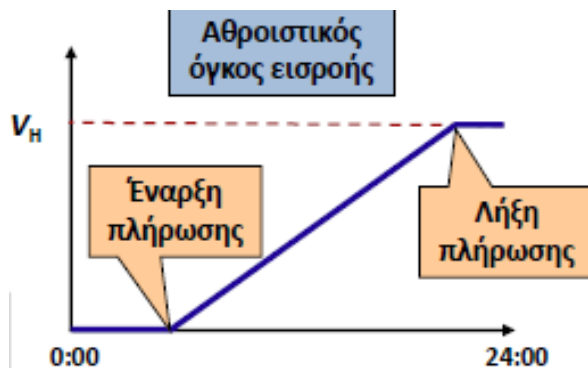
Για την τροφοδοσία δεξαμενής από καταθλιπτικό αγωγό ισχύουν τα ακόλουθα :

- Οι απαιτήσεις σε ρυθμιστικό απόθεμα έχουν στενή σχέση με τον χρόνο λειτουργίας του καταθλιπτικού αγωγού. Συγκεκριμένα οι πρώτες αυξάνονται όσο ο δεύτερος περιορίζεται. [14].
- Για δεδομένο χρονικό διάστημα λειτουργίας ενός αντλιοστασίου, μπορεί να υπάρξει αισθητή διαφοροποίηση των ρυθμιστικών αναγκών της δεξαμενής. Η διαφοροποίηση αυτή εξαρτάται από το χρονικό διάστημα κατά το οποίο πραγματοποιείται η άντληση. [14].

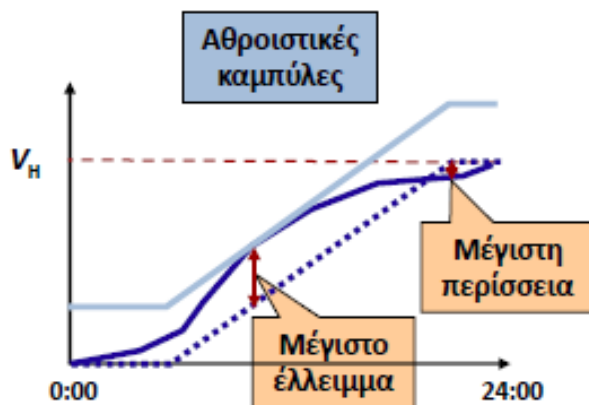
Ακολουθούν γραφήματα μεγεθών τα οποία σχετίζονται με την τροφοδοσία από καταθλιπτικό αγωγό:



Εικόνα 3.4 Περιοχή εισροής. [16].



Εικόνα 3.5 Αθροιστικός όγκος εισροής. [16].



Εικόνα 3.6 Αθροιστικές καμπύλες. [16].

3.6 Υπομετρική τοποθέτηση δεξαμενής.

Για την υπομετρική τοποθέτηση της δεξαμενής ισχύουν τα ακόλουθα:

- Από τη στιγμή που η δεξαμενή τροφοδοτείται από αντλιοστάσιο, όσο μεγαλύτερο είναι το υψόμετρο τόσο μεγαλύτερο είναι και το μανομετρικό ύψος που απαιτείται. Όπως είναι αναμενόμενο μεγαλώνει και το κόστος άντλησης. [17].
- Σε περίπτωση που τοποθετήσουμε τη δεξαμενή χαμηλότερα, είναι απαραίτητη η μείωση των ενεργειακών απωλειών. Η ανάγκη αυτή προκύπτει από το περιορισμό ελάχιστης πίεσης. Η μείωση των ενεργειακών απωλειών λοιπόν πραγματοποιείται εφαρμόζοντας μεγαλύτερες διαμέτρους. Όπως είναι αναμενόμενο μεγαλώνει το κόστος αγωγών. [17].

3.7 Η δεξαμενή ως ηλεκτρομηχανική εγκατάσταση.

Η δεξαμενή βεβαίως μπορεί να νοηθεί ως μια ηλεκτρομηχανική εγκατάσταση. Πέρα από τους θαλάμους και τους αγωγούς, στο εσωτερικό της δεξαμενής υπάρχουν μηχανήματα και εξαρτήματα όπως στο αντλιοστάσιο και το booster.

Στο δίκτυο ύδρευσης συναντάμε δεξαμενές και δεξαμενές/αντλιοστάσια. Στη δεύτερη κατηγορία, μια δεξαμενή συνυπάρχει στον ίδιο χώρο με ένα αντλιοστάσιο. Το εσωτερικό της δεύτερης κατηγορίας, παρουσιάζει όπως είναι λογικό ομοιότητες με αυτό ενός αντλιοστασίου. Έτσι αν επισκεφθεί κανείς μία δεξαμενή/αντλιοστάσιο θα κεντρίσουν την προσοχή του οι αντλίες. Αντιθέτως, το εσωτερικό των εγκαταστάσεων οι οποίες είναι

ακραιφνώς δεξαμενές είναι πιο λιτό. Ακολουθούν φωτογραφίες από τη δεύτερη κατηγορία:



Εικόνα 3.7 Εσωτερικός χώρος εγκατάστασης δεξαμενής N1. [5].



Εικόνα 3.8 Εσωτερικός χώρος εγκατάστασης δεξαμενής N2. [5].

Βλέπουμε λοιπόν αγωγούς, βάνες κλπ αλλά όχι αντλίες. Μία τέτοια εγκατάσταση έχει μικρότερες απαιτήσεις από πλευράς ελέγχου.

Για μια δεξαμενή τρία είναι τα βασικά μεγέθη των οποίων τις τιμές παρακολουθούμε. Τα παραθέτουμε στη συνέχεια αναφέροντας και τα αισθητήρια που χρησιμοποιούμε για τη συνεχή παρακολούθηση των τιμών τους.

- Πίεση (bar/μέτρα στήλης νερού). Για την μέτρηση της πίεσης χρησιμοποιούμε μανόμετρα.
- Στάθμη (m). Για την μέτρηση της στάθμης χρησιμοποιούμε σταθμήμετρα.

- Παροχή (m^3/h). Για την μέτρηση της παροχής χρησιμοποιούμε παροχόμετρα.



Εικόνα 3.9 Ενδείξεις αισθητηρίων σε εγκατάσταση δεξαμενής. [5].

Σε όλες τις ΗΜ εγκαταστάσεις, σύμφωνα με το πνεύμα των καιρών χρησιμοποιούνται ψηφιακά όργανα για την μέτρηση των μεγεθών που αναφέραμε. Εντούτοις, αυτά συνυπάρχουν στις περισσότερες των περιπτώσεων με αναλογικά. Αυτό συμβαίνει για τους εξής λόγους:

1. Σε αντίθεση με τα ψηφιακά, τα αναλογικά αισθητήρια δεν παρουσιάζουν ευαισθησία στο θόρυβο. Ο θόρυβος είναι ένα πολύ συχνό φαινόμενο στις ΗΜ εγκαταστάσεις.
2. Σε περίπτωση βλάβης στην ηλεκτροδότηση της εγκατάστασης, το αναλογικό αισθητήριο δεν επηρεάζεται.
3. Σε περίπτωση βλάβης σε ψηφιακό όργανο, ο τεχνικός που μπορεί να βρίσκεται στο χώρο της εγκατάστασης έχει τη δυνατότητα να συμβουλευτεί το αντίστοιχο

αναλογικό. Επομένως τα αναλογικά αισθητήρια αποτελούν συν τοις άλλοις και εφεδρικά αισθητήρια.

Σε πολλές περιπτώσεις λοιπόν μπορεί να χρειαστεί να συμβουλευτούμε και κάποιο αναλογικό αισθητήριο. Ενδεικτικά, για τα μανόμετρα έχουμε:



Εικόνα 3.10 Αναλογικό μανόμετρο (γλυκερίνης). [5].

Στην περίπτωση του σταθμήμετρου, σε κάποιον από τους εξωτερικούς τοίχους της δεξαμενής αναρριχάται ένας κάθετος διάφανος σωλήνας μικρής διαμέτρου. Δίπλα του υπάρχουν σημειωμένες τιμές ύψους σε m με σχετική κλίμακα (κάτι σαν ένας μεγάλος χάρακας παράλληλος στο σωλήνα). Η αρχή αυτού του σωλήνα βρίσκεται μέσα στη δεξαμενή και άρα εισέρχεται σε αυτήν νερό. Το νερό αυτό ανεβαίνει κάθετα μέσω στο σωλήνα και φτάνει ως ένα ύψος. Από τη διάταξη μέτρησης που υπάρχει δίπλα στο σωλήνα βλέπουμε το ύψος, το οποίο ισοδυναμεί με τη στάθμη του νερού μέσα στη δεξαμενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

BOOSTER

4.1 Περιγραφή λειτουργίας.

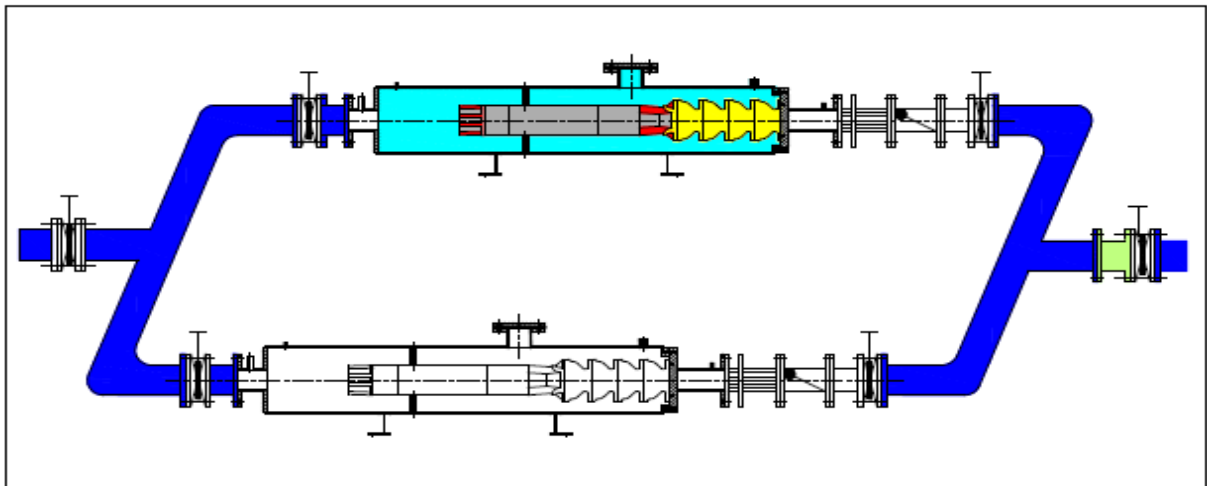
Τα booster χρησιμοποιούνται στο δίκτυο ύδρευσης για να αποφευχθούν προβλήματα κυκλοφορίας ρέοντος ύδατος, τα οποία οφείλονται σε χαμηλές τιμές πίεσης. Σε πολλές περιοχές της πόλης, παρατηρείται σημαντική υψομετρική διαφορά μεταξύ της δεξαμενής και κατοικημένων περιοχών ή διαφόρων εγκαταστάσεων που πρέπει να υδροδοτηθούν. Μπορεί επίσης να υπάρχει και μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Επομένως δεν υπάρχει η απαραίτητη πίεση, ώστε να φτάσει το νερό με φυσική ροή στους εκάστοτε καταναλωτές.

Εκεί λοιπόν παρεμβάλλεται το booster. Σε ελληνική ορολογία οι εγκαταστάσεις αυτές απαντώνται ως ωστικό αντλιοστάσιο. Με την απλή αναφορά του ονόματος της συγκεκριμένης ΗΜ εγκατάστασης, καταδεικνύεται η αποστολή της. Στα Αγγλικά boost σημαίνει ώθηση. Στα Ελληνικά το επίθετο ωστικός, θα πει αυτός που συντελεί στην ώθηση, ο ωθητικός. Έτσι, γίνεται αντιληπτό πως το booster τοποθετείται στο δίκτυο ύδρευσης, για να αυξήσει τη πίεση του ρέοντος ύδατος.

4.2 Τεχνικές προδιαγραφές.

Τα booster αποτελούν υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα. Το κάθε booster αποτελεί μια οριζόντια διάταξη, στην οποία μια αντλία συνδέεται ομοαξονικά με κινητήρα. Η σύνδεση γίνεται μέσα σε κέλυφος. Το κέλυφος του συγκροτήματος αντλίας-ηλεκτροκινητήρα είναι ένας σωλήνας με φλάντζες στα άκρα. [18].

Τα booster τα συναντάμε τις περισσότερες φορές σε ομάδες των δύο ή τριών. Η λειτουργία τους σε τέτοιες ομάδες εξασφαλίζει την κάλυψη των εκάστοτε αναγκών και την ύπαρξη εφεδρείας. [18]. Ακολουθεί ένα απλό σχέδιο.

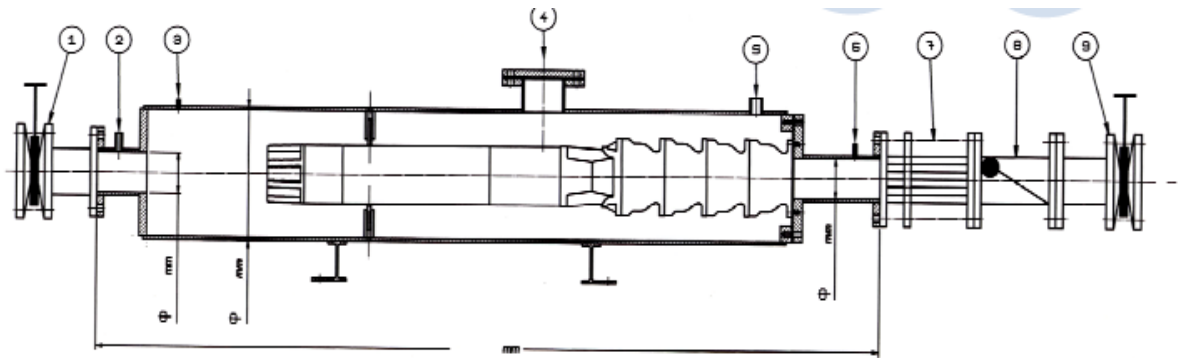


Εικόνα 4.1 Σχέδιο booster. [19].

Όπως και για τις αντλίες έτσι και για την περιγραφή του booster, βασικά μεγέθη είναι το μανομετρικό H (m), ο συντελεστής απόδοσης (ποσοστό %) και η παροχή Q (m^3/h).

Στο κέλυφος υπάρχουν κατάλληλες λήψεις για να είναι δυνατή η τοποθέτηση δύο μανομέτρων. Ένα μανόμετρο τοποθετείται στην αναρρόφηση και ένα στην κατάθλιψη. Έτσι μπορεί να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος της πίεσης του νερού που εισέρχεται και εξέρχεται από τη διάταξη, ο οποίος έχει μεγάλη σημασία για την διασφάλιση της ορθής λειτουργίας του δικτύου. [18].

Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται διακόπτες ροής. Εντούτοις είναι απαραίτητη η ύπαρξη διάταξης λειτουργίας ανά αντλία. Η διάταξη αυτή χρησιμοποιεί διακόπτη και λειτουργεί ανεξάρτητα από τις εντολές που δίνουν οι διακόπτες ροής. [18].



ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ BOOSTER			
1	ΒΑΝΑ ΣΤΡΕΦ. ΔΙΣΚΟΥ DN 200 – PN16	6	ΘΕΣΗ ΜΑΝΟΜΕΤΡΟΥ
2	ΘΕΣΗ ΜΑΝΟΜΕΤΡΟΥ	7	ΤΡΙΦΑΣΙΑΝΤΖΟ ΕΞΑΡΜΩΤΙΚΟ DN 200 – PN 20
3	ΘΕΣΗ ΑΚΙΔΑΣ ΞΗΡΑΣ ΛΕΠΟΥΡΓΙΑΣ	8	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΕΛ. ΕΜΦΡΑΞΗΣ DN200 – PN20
4	ΤΥΦΛΗ ΦΛΑΝΤΖΑ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ	9	ΒΑΝΑ ΣΤΡΕΦ. ΔΙΣΚΟΥ DN200 – PN20
5	ΘΕΣΗ ΑΕΡΟΦΕΑΓΩΓΟΥ		

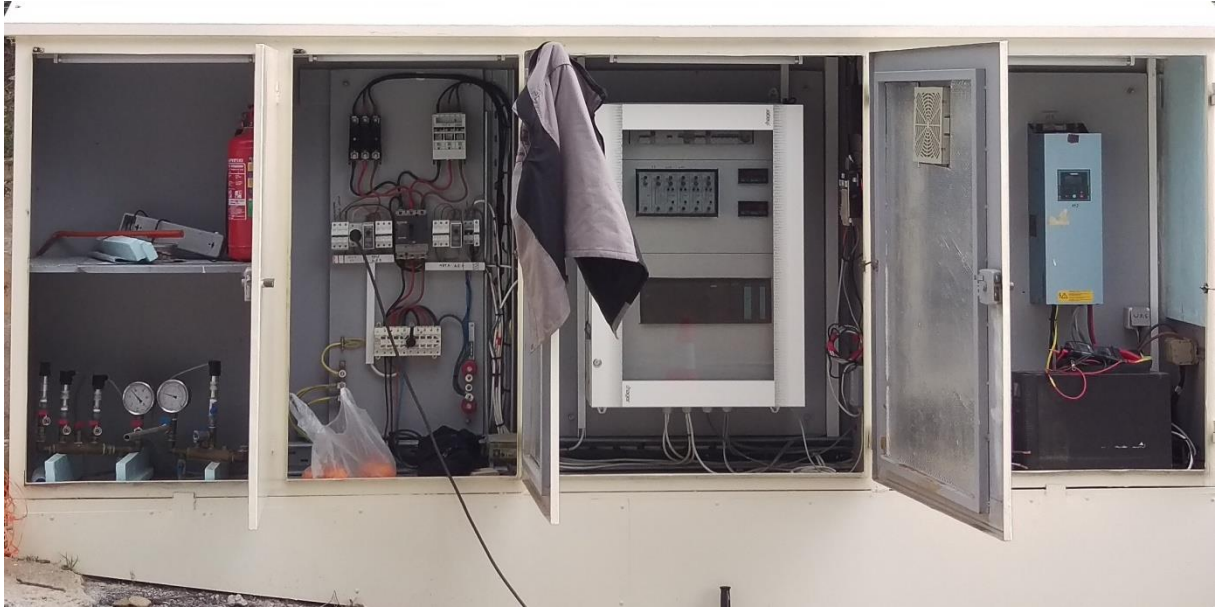
Εικόνα 4.2 Υπόμνημα εγκατάστασης booster. [19].



Εικόνα 4.3 Επισκευή στο booster Καισαριανής. [5].

4.3 Ηλεκτρικός πίνακας.

Λόγω πιθανών διαρροών νερού, ο ηλεκτρικός πίνακας δεν τοποθετείται υπογείως μαζί με τα αντλητικά συστήματα. Τοποθετείται σε υπέργεια θέση, μέσα σε πύλα όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 4.4 Πίλαρ του booster Αγίας Μαρίνας. [5].

Τα εξαρτήματα που περιέχει ένα τέτοιο πίλαρ, μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την εγκατάσταση. Υπάρχουν όμως σχεδόν πάντοτε τα ακόλουθα:

- Inverter. [19].
- Σύστημα ανεμιστήρων τα οποία χρησιμεύουν στην ψύξη των inverter. [19].
- Αισθητήρια πίεσης. Ψηφιακά και αναλογικά. [19].
- Επαφές για να μπορέσουμε να συνδέσουμε το σύστημα SCADA. [19].
- Επαφές για να μπορέσουμε να συνδέσουμε τους πιεσοστάτες ασφαλείας. [19].
- Αυτοματισμός με τη χρήση PLC. [19].
- Διάφορα υλικά και μικροϋλικά για να υλοποιηθεί ο αυτοματισμός. [19].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

5.1 Εισαγωγή.

Οι πίνακες αυτοματισμού αντλιοστασίων, χρησιμεύουν στην διασύνδεση των αντλιών που απαρτίζουν τα αντλιοστάσια, με τα PLC. Ρόλος τους είναι η μεταφορά των σημάτων ελέγχου και των σημάτων λειτουργίας μεταξύ του PLC και των αντλιών. Επίσης μέσω των πινάκων αυτοματισμού, γίνεται η μεταγωγή του ελέγχου του συστήματος ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες (απομακρυσμένος έλεγχος, αυτόματος, τοπικός, χειροκίνητος). [20].

Θα ήταν χρήσιμο να σημειωθεί, πως μολονότι το παρόν κεφάλαιο φέρει τίτλο ο οποίος περιέχει μονάχα το όνομα του αντλιοστασίου, οι πίνακες αυτοματισμού για τους οποίους γίνεται λόγος, χρησιμοποιούνται και στα υπόλοιπα δύο είδη ΗΜ εγκαταστάσεων του δικτύου ύδρευσης. Αυτό ισχύει καθώς τα booster περιέχουν πάντοτε συστήματα άντλησης. Οι δε δεξαμενές, συχνά συνυπάρχουν με αντλιοστάσια, όπως είδαμε στο κεφάλαιο 3.

5.2 Συνθήκες λειτουργίας.

Λόγω του ιδιαίτερου περιβάλλοντος στο οποίο χρησιμοποιούνται οι πίνακες, θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για:

- <<Θερμοκρασίες περιβάλλοντος χώρου -20°C έως +50°C.
- Μέγιστη σχετική υγρασία 95%.
- Συχνή παρουσία υπερτάσεων και κεραυνών.
- Στην γραμμή τροφοδοσίας υπάρχουν θόρυβοι που δεν πρέπει να επηρεάζουν την λειτουργία του τροφοδοτικού και των επιμέρους καρτών ελέγχου.>>. [20].

5.3 Γενική περιγραφή λειτουργίας.

Το σύστημα άντλησης έχει τέσσερις καταστάσεις λειτουργίας:

1. Λειτουργία μέσω τοπικού σταθμού (ΤΣ): Ο έλεγχος εκτελείται αποκλειστικά από το PLC, το οποίο ελέγχει την κάθε αντλία ξεχωριστά.

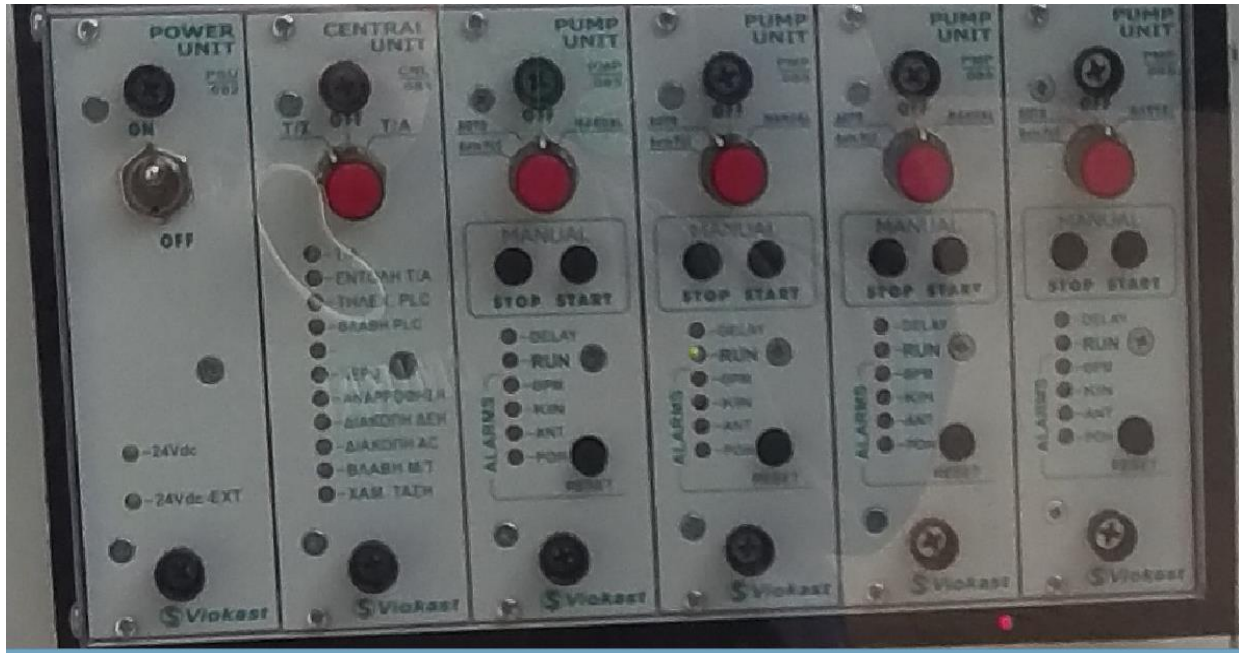
2. Λειτουργία μέσω τοπικού αυτοματισμού (TA): Εκτελείται έλεγχος μέσω των floter ,δίχως την επέμβαση του PLC. Κάθε floter ελέγχει μια ομάδα αντλιών και συγκεκριμένα την παύση και την έναρξη της λειτουργίας των αντλιών της ομάδας.
3. Χειροκίνητη λειτουργία: Οι αντλίες λειτουργούν μέσω των χειριστηρίων. Γίνεται χρήση των button start, stop που υπάρχουν στην πρόσοψη κάθε μονάδας και η αντλία λειτουργεί ανάλογα με τους επί τόπου χειρισμούς. Κάθε αντλία λειτουργεί ξεχωριστά.
4. Σύστημα εκτός λειτουργίας (OFF): Οι διάφορες σηματοδοσίες με LED παρέχονται και μεταδίδονται στο PLC. Δεν επενεργούν όμως στον πίνακα και τις αντλίες. [20].

5.4 Περιγραφή του συστήματος καρτών.

5.4.1 Παρουσίαση του συστήματος καρτών.

Το σύστημα καρτών ενός πίνακα τοπικού αυτοματισμού αντλιοστασίου, αποτελείται από κάρτες βυσματικού τύπου. Οι κάρτες αφαιρούνται εύκολα και είναι ανταλλάξιμες μεταξύ τους. Για λόγους προστασίας, κάθε κάρτα είναι εφοδιασμένη με ένα ανεξάρτητο, διαιρούμενο, μεταλλικό περίβλημα, το οποίο καθιστά εύκολη τη διαδικασία της μεταφοράς της και αποθήκευσής της εάν υπάρξει κάποια βλάβη. Για το κούμπωμα των καρτών στον πίνακα αυτοματισμού, είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατάλληλου μηχανισμού, ο οποίος εγγυάται ασφάλεια κατά την είσοδο και έξοδο των καρτών. Ο μηχανισμός αυτός πρέπει επίσης να δίνει την δυνατότητα στον τεχνικό, να αντιλαμβάνεται ότι η κάθε κάρτα έχει τοποθετηθεί σωστά. [20].

Ακολουθούν φωτογραφίες συστημάτων καρτών, τοποθετημένων σε αντλιοστάσια με τέσσερεις αντλίες. Ο αριθμός των καρτών μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το πόσες αντλίες υπάρχουν. Το σύστημα πρέπει βεβαίως να είναι επεκτάσιμο και αν υπάρξει μελλοντική ανάγκη, να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε ταυτόχρονη λειτουργία μεγαλύτερου αριθμού αντλιών, με BUS. [20].



Εικόνα 5.1 Σύστημα καρτών για εγκατάσταση με τέσσερις αντλίες. [5].



Εικόνα 5.2 Σύστημα καρτών για εγκατάσταση με τέσσερις αντλίες (χωρίς τροφοδοτικό). [5].



Εικόνα 5.3 Κάρτα ελέγχου φλοτέρ (υπάρχουν δύο στο σύστημα). [5].

Το συγκεκριμένο σύστημα καρτών περιλαμβάνει:

1. <<Τροφοδοτικό.
2. Κύρια κάρτα ελέγχου.
3. Τέσσερις κάρτες ελέγχου αντλιών.
4. Δύο κάρτες ελέγχου φλοτέρ.
5. Τέσσερις κάρτες ελέγχου έξι καταστάσεων alarm αντλιών. >>. [20].

5.4.2 Κάρτα τροφοδοτικού

Επιτελεί τη λειτουργία του τροφοδοτικού. << Έχει είσοδο 220 V AC 50 Hz.

Είναι τεχνολογίας Switch mode 12 V-24 V DC, 15 Amps και διαθέτει ηλεκτρονική προστασία έναντι κινδύνων όπως το βραχυκύκλωμα, με ενσωματωμένα φίλτρα EMI-RFI.>>. [20].

5.4.3 Κύρια κάρτα ελέγχου.

Η κύρια κάρτα ελέγχου ελέγχει σε ποια κατάσταση λειτουργίας βρίσκεται το σύστημα, καθώς επίσης και τις μεταγωγές από τη μια κατάσταση στην άλλη. Οι δύο παραπάνω παράγοντες, εξαρτώνται από τα σήματα του PLC και τη θέση του διακόπτη SA. [20].

Παρέχει στο χειριστή ενδείξεις και σηματοδοσία αναφορικά με τη βλάβη και τη λειτουργία του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, δίνει πληροφορίες σχετικά με τα εξής. [20] :

1. <<Επιβεβαίωση T/A.
2. Εντολή T/A.
3. Τηλεχειρισμός PLC.
4. Βλάβη PLC.
5. Βλάβη επικοινωνίας.
6. Χαμηλή τάση.
7. Βλάβη M/T.
8. Διακοπή AC.
9. Διακοπή Δ.Ε.Η.
10. Νερό στο δάπεδο.
11. Αναρρόφηση.>>. [20].

5.4.4 Καθορισμός κατάστασης λειτουργίας του συστήματος (από την κύρια κάρτα ελέγχου).

Ο καθορισμός της κατάστασης λειτουργίας του συστήματος, μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

- Επί τόπου χειρισμός (μέσω του επιλογικού διακόπτη SA): Μέσω του SA, το σύστημα μπορεί να μεταχθεί στις ακόλουθες καταστάσεις λειτουργίας. [20] :
 - Λειτουργία μέσω τοπικού σταθμού (T/Σ): Οι αντλίες ελέγχονται από το PLC. [20].

- Λειτουργία μέσω τοπικού αυτοματισμού (T/A): Κάθε αντλία ελέγχεται από το φλοτέρ το οποίο είναι αρμόδιο για την λειτουργία της. Για κάθε ομάδα αντλιών χρησιμοποιείται ένα φλοτέρ. [20].
- OFF: Δεν λειτουργεί καμία αντλία, ανεξάρτητα από τις εντολές που μπορεί να δίνει το PLC ή το floter. Οι διάφορες σηματοδοσίες με LED παρέχονται, μεταδίδονται στο PLC, αλλά δεν επιδρούν στο σύστημα. [20].
- Εντολή από το PLC: Με τα αντίστοιχα σήματα που στέλνει το PLC, γίνεται μεταγωγή της κατάστασης λειτουργίας του συστήματος σε τοπικό αυτοματισμό (T/A), από την κεντρική μονάδα ελέγχου. Για να είναι δυνατή αυτή η μεταγωγή, πρέπει ο διακόπτης SA να βρίσκεται στη θέση τοπικός σταθμός (T/Σ), δηλαδή έλεγχος του συστήματος μέσω PLC. Τα σήματα που στέλνει το PLC για να πραγματοποιηθεί η μεταγωγή είναι δύο ειδών, βλάβης και ελέγχου. [20] :
 - Εντολή TA: Σήμα ελέγχου. Μετά από εντολή του PLC, το σύστημα μετάγεται σε T/A. [20].
 - Βλάβη PLC: Σήμα βλάβης. Το PLC βρίσκεται εκτός λειτουργίας. Το σύστημα μετάγεται αυτόματα σε T/A. [20].

Η μεταγωγή σε T/A γίνεται άμεσα, μέσω των σημάτων βλάβης και ελέγχου που αναφέρθηκαν τελευταία. Παρομοίως γίνεται και η μεταγωγή ξανά σε λειτουργία T/Σ. Για να πραγματοποιείται έλεγχος από την κεντρική μονάδα ελέγχου, οι διακόπτες SA πρέπει να βρίσκονται σε θέση Auto ή Auto PLC. [20].

5.4.5 Κάρτα ελέγχου αντλίας.

Κάθε κάρτα ελέγχου αντλίας, ελέγχει μια αντλία. Με τη χρήση του επιλογικού διακόπτη τεσσάρων θέσεων SAx, καθορίζεται η μεταγωγή της λειτουργίας της αντλίας σε μία από τις ακόλουθες καταστάσεις λειτουργίας. [20] :

1. Αυτόματη λειτουργία (θέση auto): Η αντλία λειτουργεί σε T/Σ ή T/A, ανάλογα με την υπόδειξη της κεντρικής μονάδας ελέγχου. [20].
2. Χειροκίνητη λειτουργία (θέση manual): Η κατάσταση που υποδεικνύει η κεντρική μονάδα ελέγχου αγνοείται. Η αντλία λειτουργεί αποκλειστικά βάσει των επί τόπου χειρισμών, όπερ σημαίνει βάσει των χειρισμών των button start και stop που

βρίσκονται στην πρόσοψη της μονάδας. Ούτε και τα σήματα βλάβης επενεργούν. [20].

3. OFF: Η αντλία είναι εκτός λειτουργίας. Βρίσκεται σε κατάσταση STOP. Δεν δέχεται από κάπου εντολές START. Εάν πριν τη μεταγωγή της στη θέση OFF η αντλία λειτουργούσε, κάτι τέτοιο συνεπάγεται πως θα σταματήσει άμεσα. [20].
4. Αυτόματη λειτουργία-αποκλειστικά PLC (Θέση Auto - PLC): Η αντλία λειτουργεί αυτόματα σε T/Σ. Αν η αντλία βρίσκεται σε κατάσταση T/A απενεργοποιείται, δηλαδή μεταβαίνει σε κατάσταση OFF. [20].

Μεταξύ της λειτουργίας των καρτών ελέγχου των αντλιών υπάρχει χρονική καθυστέρηση, η οποία μπορεί να φτάσει και τα τέσσερα λεπτά. Κάθε κάρτα συνδέεται με κάρτα alarm. Η κάρτα alarm αποκλείει την πιθανότητα εκκίνησης της αντλίας, όταν υπάρχει κάποιο πρόβλημα. [20].

5.4.6 Κάρτα alarm.

Η συγκεκριμένη κάρτα μπορεί να διαχειρίζεται τουλάχιστον 6 καταστάσεις Alarm των αντλιών. Εάν εμφανιστεί κάποιο σφάλμα, αυτό παραμένει μέχρι να κάνει reset ο χειριστής. Εάν το σφάλμα αποκατασταθεί, η λειτουργία της αντλίας συνεχίζεται κανονικά. Οι καταστάσεις των Alarm εμφανίζονται σε έξι ενδεικτικά led. [20].

5.4.7 Κάρτα ελέγχου φλοτέρ.

Η κάρτα ελέγχου φλοτέρ αποτελεί το interface μεταξύ του φλοτέρ της δεξαμενής και του πίνακα αυτοματισμού. Αναλόγως τη θέση που έχει το φλοτέρ (Water High – Water low) και αναλόγως την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο διακόπτης του φλοτέρ (NO – NC), η κάρτα ελέγχου παρέχει το αντίστοιχο σήμα στο PLC ή στις μονάδες των αντλιών, δηλαδή στο σύστημα ελέγχου. Σε λειτουργία T/A, ένα φλοτέρ αντιστοιχεί σε μία μονάδα αντλίας. Η κάρτα ελέγχου φλοτέρ της δεξαμενής εκτελεί αυτόματο έλεγχο με αντικείμενο την ύπαρξη διακοπής και συνέχειας στο καλώδιο του φλοτέρ. Ελέγχει επίσης την κατάστασή του, η οποία μπορεί να είναι NO ή NC. Ένας πίνακας αυτοματισμού αντλιοστασίου μπορεί να δεχθεί μέχρι δύο μονάδες φλοτέρ. Η κατάσταση του κάθε φλοτέρ καθώς και των καλωδίων αυτού, γνωστοποιείται μέσω ενδεικτικών led (κανονική λειτουργία – σφάλμα στην κάρτα). [20].

Εάν εμφανιστεί κάποιο σφάλμα οι αντλίες σταματούν να λειτουργούν, ανεξαρτήτως του σήματος της θέσης του φλοτέρ. Σφάλμα μπορεί να προκληθεί από τις ακόλουθες αιτίες: <<κομμένη γραμμή, βραχυκύκλωμα γραμμής, επαφές φλοτεροδιακόπτη αλλοιωμένες (έχει

πάρει νερό, οξείδωση, κλπ.)>>. [20] .Όταν μια αντλία βρίσκεται σε MANUAL λειτουργία, η λειτουργία αυτή δεν επηρεάζεται από το line fault. Είναι τέλος απαραίτητη η ύπαρξη διακοπών που ακυρώνουν τη λειτουργία των σημάτων που προέρχονται από το φλοτέρ και από την γραμμή αυτού. Έτσι οι αντίστοιχες ενδείξεις είναι πάντοτε water low και line ok. [20].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

PLC

6.1 Εισαγωγή.

Τα PLC παίζουν κραταιό ρόλο στην ανάπτυξη των βιομηχανικών εφαρμογών του σήμερα, αλλά και σε εφαρμογές μεγάλης έκτασης οι οποίες δεν χαρακτηρίζονται ως βιομηχανικές, όπως αυτές στις οποίες αναφέρεται η παρούσα εργασία.

Η ονομασία PLC προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Programmable Logic Controllers, οι οποίες φυσικά ανήκουν στην αγγλική γλώσσα. Στην ελληνική γλώσσα γίνεται λόγος για Ελεγκτές Προγραμματιζόμενης Λογικής. Πρόκειται για ψηφιακά υπολογιστικά συστήματα που έφεραν επανάσταση στον τομέα του βιομηχανικού αυτοματισμού. Πέρα από τη βιομηχανία χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις που αφορούν κτίρια, στη ναυτιλία, σε αεροδρόμια, σε μεγάλα και σημαντικά έργα του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέα (όπως στην περίπτωση που μελετάμε) και σε πληθώρα άλλων τομέων και εφαρμογών. Μέσω των PLC ελέγχουμε μηχανές και διεργασίες γενικότερα, ενώ πιο ειδικά μπορούμε να ελέγξουμε μηχανές και διεργασίες που έχουν κοινό σημείο αναφοράς, στην περίπτωσή μας το νερό. [21].

Πιο συγκεκριμένα, ακολουθεί πίνακας που μας πληροφορεί σχετικά με το πλήθος των PLC που χρησιμοποιεί η Ε.Υ.Δ.Α.Π και το πλήθος αυτών ανά τύπο εγκατάστασης. Από την τελευταία καταγραφή που ήταν διαθέσιμη στους φοιτητές που πραγματοποιούν πρακτική άσκηση στην Ε.Υ.Δ.Α.Π, παραθέτονται τα ακόλουθα στοιχεία:

Πίνακας 6.1: Πλήθος PLC ανά εγκατάσταση. [13].

Εγκατάσταση	Αριθμός PLC
Αντλιοστάσιο	12

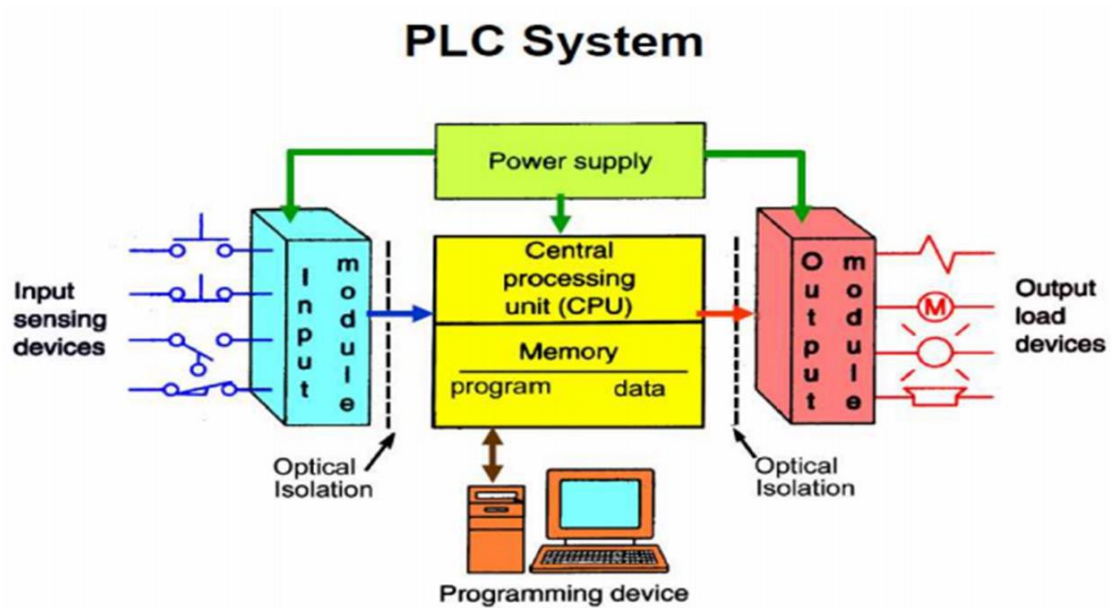
Booster	29
Αντλιοστάσιο / Δεξαμενή	20
Booster / Δεξαμενή	7
Δεξαμενή	21
Σημεία δικτύου	12
Σύνολο	101

6.2 Μέρη ενός PLC.

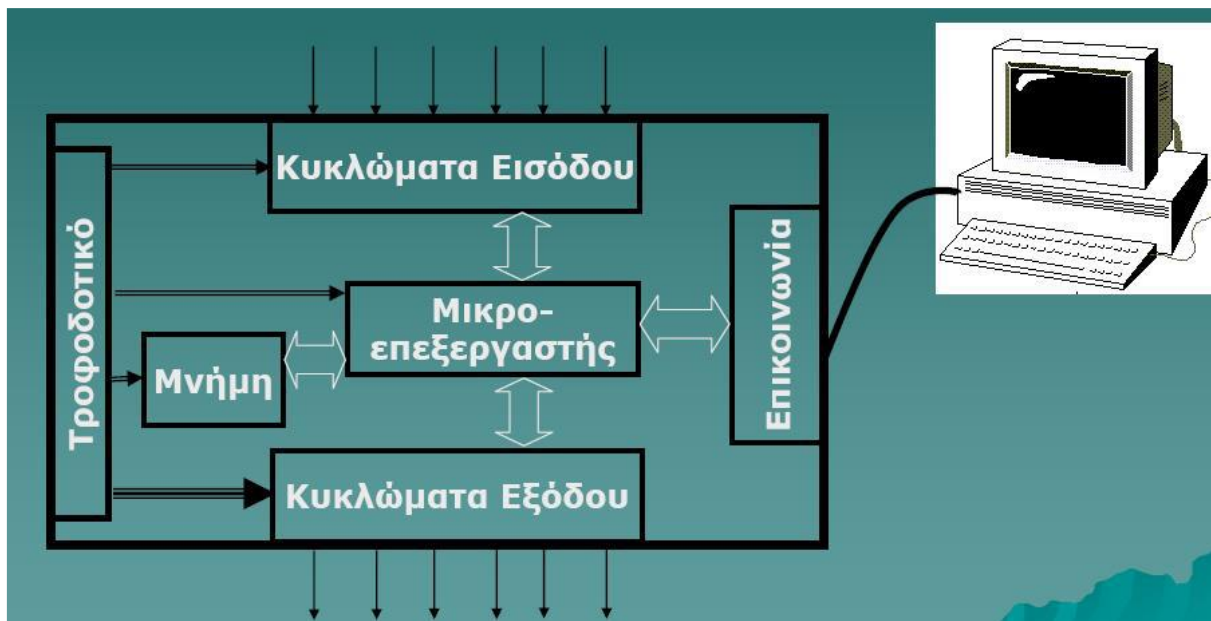
Τα δομικά μέρη ενός PLC είναι τα ακόλουθα:

- <<Πλαίσιο για την τοποθέτηση των μονάδων (Rack).
- Μονάδα τροφοδοσίας (Ps).
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) που αποτελεί τον εγκέφαλο του PLC.
- Μονάδες εισόδων/ εξόδων.
- Μονάδα προγραμματισμού.>>. [22].

Ακολουθούν δύο εικόνες που παρουσιάζουν τη δομή ενός PLC.



Εικόνα 6.1 Δομικό διάγραμμα ενός PLC. [22].



Εικόνα 6.2 Δομή ενός PLC. [22].

Ακολουθεί μία συνοπτική περιγραφή για κάθε μέρος του PLC:

- Πλαίσιο για την τοποθέτηση των μονάδων:
 Το εν λόγω πλαίσιο είναι απαραίτητο για την ενσωμάτωση του συστήματος αγωγών (BUS). Μέσω του BUS επιτυγχάνεται η επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων μονάδων του PLC, ώστε να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να τροφοδοτούνται. Υπάρχει η πιθανότητα το εύρος μιας εφαρμογής να είναι τέτοιο, που το αρχικό πλαίσιο να είναι ανεπαρκές για την τοποθέτηση του αναγκαίου αριθμού μονάδων εισόδων και εξόδων. Είναι τότε δυνατή η προσθήκη πλαισίων επέκτασης έτσι ώστε να τοποθετηθούν οι επιπλέον μονάδες. Η σύνδεση των πλαισίων επέκτασης με το κεντρικό ή τα υπόλοιπα πλαίσια πραγματοποιείται με τη χρήση καλωδίου και ειδικής μονάδας διασύνδεσης. [23].
- Μονάδα τροφοδοσίας:
 Η συγκεκριμένη μονάδα λαμβάνει την τάση του δικτύου και δημιουργεί από αυτήν τις εσωτερικές τάσεις για να τροφοδοτηθούν τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που υπάρχουν μέσα στο PLC. Τέτοια εξαρτήματα είναι τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κλπ. [23]. Οι τυπικές τιμές για τις εσωτερικές τάσεις ενός PLC είναι: <<DC 5V, DC 9V, DC 24V.>>. [23].
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας:
 Πρόκειται στην πραγματικότητα για τον εγκέφαλο του ελεγκτή και ευθύνεται για την λειτουργία των αυτοματισμών. Πρόκειται ουσιαστικά για έναν μικροϋπολογιστή και

έτσι, διακρίνονται σε αυτήν τα δομικά στοιχεία ενός μικροϋπολογιστή, όπερ σημαίνει ο μικροεπεξεργαστής και η μνήμη. Ο μικροεπεξεργαστής επιτελεί το σύνολο των λειτουργιών του ελεγκτή. [23].

- Μονάδα προγραμματισμού:

Πρόκειται για μια μονάδα που είναι εντελώς ξεχωριστή από το υπόλοιπο hardware του PLC. Μέσω αυτής εισάγουμε το πρόγραμμα στον ελεγκτή. Επίσης μέσω της οθόνης που διαθέτει, παρακολουθούμε την πορεία του αυτοματισμού. Σε μια αυτοματοποιημένη εγκατάσταση είναι δυνατόν να γίνει διαχείριση όλων των μονάδων PLC (με την προϋπόθεση τα PLC να έχουν κοινό κατασκευαστή), με τη χρήση ενός μονάχα προγραμματιστή. [23].

Το μέρος του PLC με το όνομα Μονάδες εισόδων/ εξόδων, θα αναλυθεί σε μεγαλύτερη έκταση σε επόμενο υποκεφάλαιο του κεφαλαίου 6.

6.3 Πλεονεκτήματα.

Πριν την εμφάνιση των PLC, πολλοί από τους αυτοματισμούς που επιτελούν αυτά πλέον υλοποιούνταν με διαφορετικές μεθόδους. Χρησιμοποιούνταν συμβατικά υλικά όπως ρελέ και επαφές τα οποία συνδέονταν μεταξύ τους μέσω καλωδίων. Βάση των ηλεκτρολογικών σχεδίων, οι τεχνικοί υλοποιούσαν την καλωδίωση και την εγκατάσταση. Για την διόρθωση δυνητικών λαθών, ήταν απαραίτητη η συνεργασία των σχεδιαστών και των τεχνικών-ηλεκτρολόγων. [21].

Όπως είναι έκδηλο, τα PLC μας μετέφεραν σε μια εντελώς διαφορετική λογική, η οποία πλεονεκτεί έναντι της προϋπάρχουσας. Τα βασικά πλεονεκτήματα των PLC έναντι των παλαιότερων διατάξεων, αλλά και κάποια γενικά σημαντικά τους πλεονεκτήματα είναι τα ακόλουθα:

- Μικρότερο μέγεθος. Το PLC καταλαμβάνει πολύ μικρό χώρο. [21].
- Εύκολες και γρήγορες διορθώσεις και μετατροπές. [21].
- Ύπαρξη ενσωματωμένων και αυτόματων λειτουργιών για την διάγνωση δυνητικών σφαλμάτων. [21].
- Ενσωματωμένη και άμεσα διαθέσιμη τεκμηρίωση. Η εν λόγω τεκμηρίωση πραγματοποιείται μέσω επεξηγηματικών σχολίων, παρατηρήσεων κλπ. [21].
- Εύκολη, γρήγορη και με ελάχιστο κόστος αναπαραγωγή όμοιων εφαρμογών. [21].

- Σχετικά εύκολος προγραμματισμός. Σε ένα μηχάνημα που ελέγχεται από PLC, μπορούμε να κάνουμε αλλαγές στη λειτουργία του διαμορφώνοντας κατάλληλα το πρόγραμμα. Δεν χρειάζεται να αλλάξουμε ηλεκτρικά μέσα και καλωδίωση. [23].
- Αύξηση παραγωγικότητας. Μείωση βλαβών. Εύκολη αυτοματοποίηση. [23].
- Εύκολη διασύνδεση μεταξύ των PLC για ανταλλαγή πληροφοριών, εύκολος τηλεχειρισμός και τηλεεποπτεία. Εύκολος προγραμματισμός εξ' αποστάσεως και σύνδεση στο internet. [23].
- Χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. [23].
- Ελάχιστο κόστος συντήρησης. [22].

6.4 Μειονεκτήματα.

Όπως όλα τα δημιουργήματα του γένους των ανθρώπων, έτσι και το PLC πέρα από πλεονεκτήματα έχει και μειονεκτήματα. Τα κύρια μειονεκτήματα των PLC είναι τα ακόλουθα:

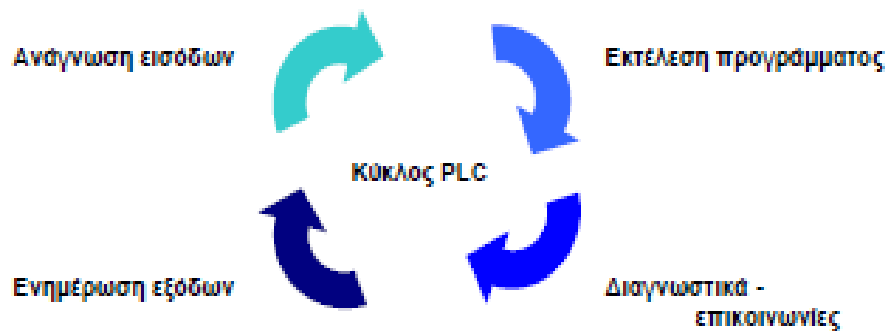
- Για απλές εφαρμογές, η χρήση PLC είναι ακριβότερη από ένα πεδίο με ηλεκτρονόμους. [22].
- Σε περίπτωση βλάβης στο PLC υπάρχει η πιθανότητα αυτή να μην επισκευάζεται. Τότε πρέπει να αντικατασταθεί ένα τμήμα ή ακόμα και ολόκληρος ο ελεγκτής. Εάν χρησιμοποιούσαμε όμως ένα πεδίο με ηλεκτρονόμους, η αντικατάσταση ενός και μόνο ηλεκτρονόμου θα ήταν αρκετή. [22].
- Ευαισθησία στον ηλεκτρονικό θόρυβο. Αυτή η ευαισθησία έχει σαν συνέπεια την αναγκαστική χρήση ειδικών κατασκευών και προστασιών. [22].
- Αυξημένο κόστος για την πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού ή την εκπαίδευση του ήδη υπάρχοντος. Οι απαιτήσεις από πλευράς προσωπικού οφείλονται στις απαραίτητες ικανότητες που πρέπει να έχει για την εγκατάσταση, την παρακολούθηση της λειτουργίας και τη συντήρηση ενός PLC. [22].

6.5 Λειτουργία του PLC.

6.5.1 Κύκλος λειτουργίας.

Κατά τη λειτουργία του, ένας ελεγκτής προγραμματιζόμενης λογικής επιτελεί ξανά και ξανά μια συγκεκριμένη διαδικασία που ονομάζεται κύκλος. Ο κύκλος αυτός αποτελείται από τέσσερα βήματα. [21] :

- Βήμα 1: Αρχικά η κεντρική μονάδα επεξεργασίας διαβάζει τις εισόδους. [21].
- Βήμα 2: Έπειτα ο μικροεπεξεργαστής έχοντας σαν δεδομένα τις τιμές των εισόδων που διάβασε στο βήμα 1, εκτελεί τις εντολές του προγράμματος. [21].
- Βήμα 3: Εκτελούνται οι αναγκαίες λειτουργίες επικοινωνιών καθώς επίσης και κάποιες εσωτερικές διαγνωστικές λειτουργίες. [21].
- Βήμα 4: Ενημερώνεται η κατάσταση των εξόδων. Δηλαδή αλλάζει ή παραμένει ως έχει. [21].

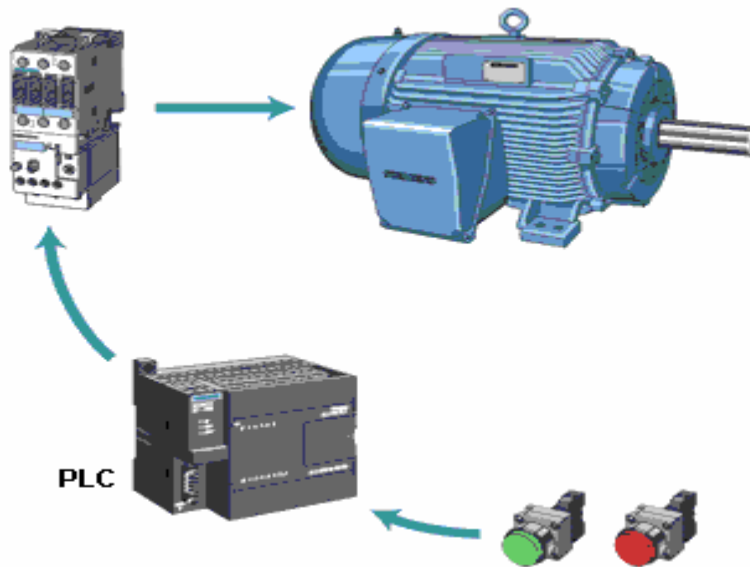


Εικόνα 6.3 Κύκλος λειτουργίας ενός PLC. [21].

Ο χρόνος που χρειάζεται για την εκτέλεση ενός κύκλου λειτουργίας, είναι ανάλογος του μεγέθους του προγράμματος, του πλήθους εισόδων/εξόδων που αξιοποιούνται από τον ελεγκτή και του όγκου των επικοινωνιών που πιθανόν να χρειαστεί να υλοποιήσει το PLC. [21].

6.5.2 Ένα απλό παράδειγμα.

Παρουσιάζεται ένα απλούστατο παράδειγμα λειτουργίας ενός συστήματος μέσω PLC. Το παράδειγμα αυτό θα φανεί πολύ χρήσιμο για την ανάλυση της λειτουργίας των PLC στις ΗΜ εγκαταστάσεις.



Εικόνα 6.4 Απλό παράδειγμα συστήματος με PLC. [21].

Στο παράδειγμα μας οι εισοδοί του PLC είναι δύο απλά button START και STOP, που χρησιμοποιούνται για την εκκίνηση και την παύση ενός κινητήρα. Στην έξοδο του PLC είναι συνδεδεμένος ο κινητήρας. Για να γίνει η σύνδεση αυτή, χρησιμοποιείται μια διάταξη ενεργοποίησης. Μπορούμε να θεωρήσουμε τα button ως δύο πολύ απλά αισθητήρια. Τα αισθητήρια αυτά αντιλαμβάνονται το πάτημα/ενεργοποίησή τους. [21].

6.5.3 Διατάξεις ενεργοποίησης (Actuators) γενικά.

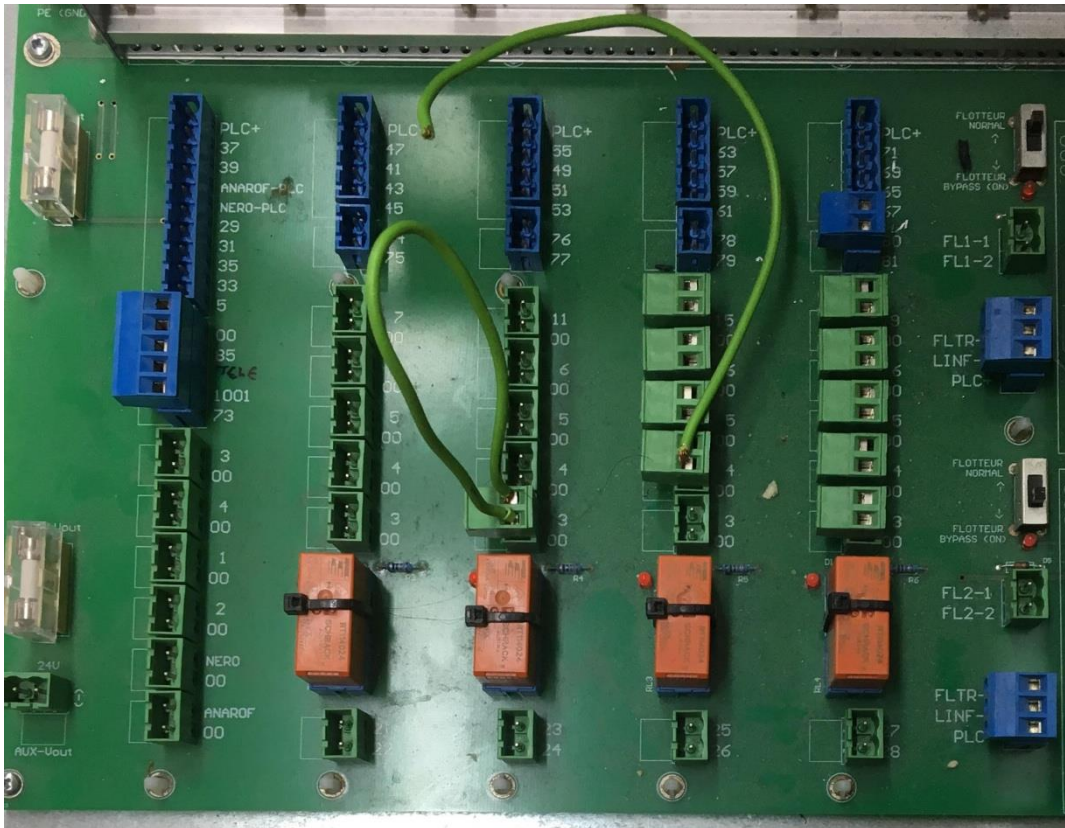
Οι έξοδοι του PLC είναι ασθενή ηλεκτρικά σήματα. Όμως οι διάφορες διεργασίες και μηχανές τις οποίες ελέγχει ένας ελεγκτής προγραμματιζόμενης λογικής, έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις αναφορικά με τα ηλεκτρικά σήματα. Έτσι η οποιαδήποτε ενέργεια ενός PLC σπάνια μπορεί να πραγματοποιηθεί απ' ευθείας και αυτός είναι ο λόγος που παρεμβάλουμε τις διατάξεις ενεργοποίησης. [21].

Στο σύστημα της εικόνας 6.4 ο ενεργοποιητής είναι ένα τριφασικό ρελέ.

6.5.4 Διατάξεις ενεργοποίησης που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης.

Ας δούμε όμως τι συμβαίνει και στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης της πρωτεύουσας. Η παρακάτω εικόνα είναι μια τυπική διάταξη την οποία συναντάμε στους πίνακες των ΗΜ εγκαταστάσεων. Βέβαια η φωτογραφία είναι ενδεικτική, καθώς απεικονίζει

εκπαιδευτική διάταξη. Η συνδεσμολογία που απεικονίζεται δεν είναι η ίδια με αυτή που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις.



Εικόνα 6.5 Ενεργοποιητές σε πίνακα ΗΜ εγκατάστασης. [5].

Τη διάταξη ενεργοποίησης αποτελούν λοιπόν τα τέσσερα (ένα για κάθε αντλία) ρελέ χρώματος πορτοκαλί. Βασική αρχή λειτουργίας των ρελέ, είναι ότι στέλνοντας ένα ασθενές σήμα στην είσοδο, μπορούμε στην έξοδο να ελέγξουμε ένα πολύ ισχυρότερο. Έτσι το PLC στέλνει στην είσοδο του ρελέ ένα σήμα 24 V. Αυτό με τη σειρά του οπλίζει την επαφή που υπάρχει στο εσωτερικό του και στέλνει σήμα 220 V για να ξεκινήσει να λειτουργεί η αντλία. Χωρίς την παρεμβολή της συγκεκριμένης διάταξης ενεργοποίησης, είναι πασιφανές πως τα 24 V που στέλνει το PLC θα αδυνατούσαν να ενεργοποιήσουν την αντλία.

Η διάταξη ενεργοποίησης που παρουσιάσαμε δεν χρησιμεύει βεβαίως μόνο όταν ελέγχουμε το σύστημα μέσω PLC. Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 5, το PLC δεν είναι ο μοναδικός τρόπος για να ελέγξουμε μία εγκατάσταση. Λόγω διαφόρων αιτιών, είναι πιθανό να επιλέξουμε μέσω των επιλεκτικών διακοπών που βρίσκονται στις κάρτες του πίνακα αυτοματισμού κάποιον άλλο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να επιλέξουμε manual λειτουργία ή λειτουργία μέσω τοπικού αυτοματισμού. Στην πρώτη περίπτωση, το σήμα για την εκκίνηση ή το σταμάτημα μιας αντλίας το στέλνει ένα button (SART ή STOP), ενώ στη

δεύτερη ένα floter. Στις δύο αυτές περιπτώσεις έχουμε πάλι να κάνουμε με ασθενή σήματα που <<φεύγουν>> προς την αντλία. Επομένως και πάλι είναι απαραίτητη η παρεμβολή της διάταξης ενεργοποίησης (ρελέ).

6.6 PLC SIMATIC S7-300 (SIEMENS).

Πέραν των γενικών αναφορών στα PLC, αναφέρουμε εδώ ειδικότερα το συγκεκριμένο μοντέλο καθώς από τα PLC νεότερης γενιάς είναι αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο.

Από την τελευταία καταγραφή που ήταν διαθέσιμη στους φοιτητές που πραγματοποιούν πρακτική άσκηση στην Ε.ΥΔ.Α.Π, παραθέτονται τα ακόλουθα στοιχεία:

Πίνακας 6.2: Πλήθος PLC της Ε.ΥΔ.Α.Π ανά μοντέλο. [13].

Μοντέλο	Αριθμός
PLC SIEMENS S5 100U	52
PLC SIEMENS S5 115	3
PLC SIEMENS S7 300	46
ΣΥΝΟΛΟ	101

Η σειρά SIEMENS SIMATIC S7 εμφανίστηκε στην αγορά το 1995. Έκτοτε όποτε υπήρχε ανάγκη για προμήθεια κάποιου PLC, η Ε.ΥΔ.Α.Π επέλεγε την σειρά αυτή αντί της προηγούμενης SIMATIC S5 (στην αγορά από το 1979). Βέβαια όπως φανερώνει και ο πίνακας 6.2, πάνω από τα μισά PLC που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση των εκτάσεων που καλύπτει η Ε.ΥΔ.Α.Π είναι της σειράς S5. Μολονότι παλαιότερης τεχνολογίας, μπορούν ακόμα να ανταπεξέλθουν στην αποστολή τους. Εντούτοις όπως είναι λογικό, μέσω αναβαθμίσεων στην πάροδο των χρόνων δεν θα χρησιμοποιούνται πλέον.

Τη σειρά SIMATIC S7 αποτελούν τρεις οικογένειες: S7-200, S7-300 και S7-400. Η επιλογή της κατάλληλης οικογένειας εξαρτάται από την πολυπλοκότητα, την έκταση, το πλήθος εισόδων και εξόδων που απαιτεί η εφαρμογή και τις προοπτικές για μελλοντικές επεκτάσεις. [21].

Η οικογένεια S7-300 καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του δικτύου της Ε.ΥΔ.Α.Π.



Εικόνα 6.6 PLC SIEMENS SIMATIC S7-300. [22].

Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- Μεγάλες δυνατότητες επέκτασης. Έως και 32 μονάδες. [22].
- Δυνατότητα δικτύωσης με όλα τα πρότυπα δίκτυα. Δηλαδή Industrial Ethernet και Profibus. [22].
- Προσφέρεται μεγάλη ποικιλία από CPU για να επιλέξουμε, ανάλογα με την απόδοση που επιθυμούμε. [22].
- Τα πάντα αναφορικά με την παραμετροποίηση πραγματοποιούνται μέσω λογισμικού. Πλήρης απουσία μικροδιακοπών για την εν λόγω λειτουργία. [22].
- Πλήρες σετ εντολών 32-bit. Το εν λόγω σετ καλύπτει μέχρι και τριγωνομετρικές εξισώσεις. [22].
- Ύπαρξη ενσωματωμένης δυνατότητας δικτύωσης. [22].
- Ύπαρξη δυνατοτήτων διασύνδεσης με HMI οι οποίες είναι επίσης ενσωματωμένες. [22].
- Μνήμη διαγνωστικών η οποία χρησιμεύει στο να αποθηκεύονται όλα τα συμβάντα των PLC αυτόματα, με χρόνο και ημερομηνία. [22].

6.7 Ψηφιακές είσοδοι/έξοδοι του PLC (D.I, D.O).

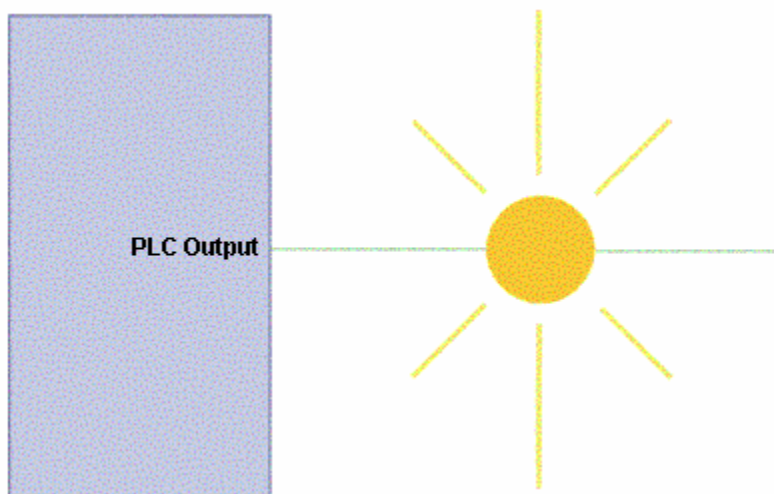
6.7.1 Ψηφιακές είσοδοι γενικά.

Οι ψηφιακές εισόδοι μπορούν να αναγνωρίσουν μόνο δύο διακριτές καταστάσεις. Πρόκειται για τις καταστάσεις ON και OFF. Οι καταστάσεις αυτές αντιστοιχούν σε λογικό 1 και λογικό 0 αντίστοιχα. Διοχετεύονται στον ελεγκτή σαν πληροφορίες μέσω της διέλευσης είτε της μη διέλευσης ρεύματος. Στις D.I του PLC μπορούν να συνδεθούν διάφορα εξαρτήματα τα οποία συγκαταλέγονται στην κατηγορία των αισθητηρίων. Τέτοια αισθητήρια μπορεί να είναι μπουτόν, τερματοδιακόπτες, αισθητήρια θερμοκρασίας, φωτοκύτταρα, επαφές ρελέ, διακόπτες και πολλά άλλα. [21]. Στο παράδειγμα που αναφέρθηκε πρωτύτερα και απεικονίζεται στην εικόνα 6.4, βλέπουμε δύο μπουτόν τα οποία συνδέονται με δύο ψηφιακές εισόδους του ελεγκτή.

Αποστολή των D.I είναι η συνεχής ενημέρωση της CPU για την παρούσα κατάσταση του συστήματος. Όπερ σημαίνει, για το αν κάποια διεργασία ενεργοποιήθηκε ή αν μέσω του χειριστή ενεργοποιήθηκε κάποιος διακόπτης.

6.7.2 Ψηφιακές έξοδοι γενικά.

Οι ψηφιακές έξοδοι παίρνουν δύο καταστάσεις, ON και OFF. Συνδέονται με τα διάφορα φορτία και έτσι αυτά ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται. [21]. Όπως παρουσιάστηκε στην υποενότητα 6.5.3 είναι πολύ σύνηθες να παρεμβάλλονται διατάξεις ενεργοποίησης μεταξύ των D.O και των φορτίων. Ένα απλό παράδειγμα ψηφιακής εξόδου, παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 6.7 Παράδειγμα ψηφιακής εξόδου PLC. [21].

Στην εικόνα 6.7 βλέπουμε τον ελεγκτή να ανάβει μία λυχνία όταν η ψηφιακή έξοδος με την οποία αυτή είναι συνδεδεμένη βρίσκεται σε κατάσταση ON, ή να τη σβήνει όταν βρίσκεται σε κατάσταση OFF.

6.7.3 Ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι του PLC που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης.

Περνώντας από το γενικό στο ειδικό θα αναφέρουμε σε αυτή την υποενότητα παραδείγματα από τις D.I και τις D.O των PLC, που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις που μελετά η παρούσα εργασία.

Κάποια από τα σήματα τα οποία απασχολούν D.I είναι τα ακόλουθα:

1. Water High (από το φλοτέρ).
2. Water Low (από το φλοτέρ).
3. Line Fault (από το φλοτέρ).
4. Βλάβη οργάνου.
5. Νερό στο δάπεδο.
6. Είσοδος στο χώρο.

Έχουμε λοιπόν έξι ενδεικτικές περιπτώσεις. Κάποιες από αυτές λειτουργούν σαν συναγερμοί. Άλλες δίνουν σήμα έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί κάποια λειτουργία.

Εάν έχουμε λογικό 1 σε κάθε μία από τις ανωτέρω D.I, το PLC (κατά κύριο λόγο μέσω των D.O) θα δράσει ως ακολούθως:

1. Η στάθμη της δεξαμενής έφτασε το ανώτατο όριο που έχουμε ορίσει. Μέσω της ορισμένης D.O, στέλνεται σήμα (λογικό 1) για να σταματήσει η λειτουργία της αντλίας.
2. Η στάθμη της δεξαμενής έπεσε κάτω από το κατώτερο όριο που έχουμε ορίσει. Μέσω της ορισμένης D.O, στέλνεται σήμα (λογικό 1) για να ξεκινήσει η λειτουργία της αντλίας.
3. Έχουμε την εμφάνιση σφάλματος το οποίο έχει σχέση με τη γραμμή επικοινωνίας του φλοτέρ. Μέσω της ορισμένης D.O, στέλνεται σήμα (λογικό 1) για να σταματήσει η λειτουργία της αντλίας.
4. Υπάρχει βλάβη σε όργανο, γεγονός που συνεπάγεται πως δεν είναι πλέον δυνατή η αποστολή των απαραίτητων μετρήσεων ή πως οι μετρήσεις που στέλνονται δεν είναι

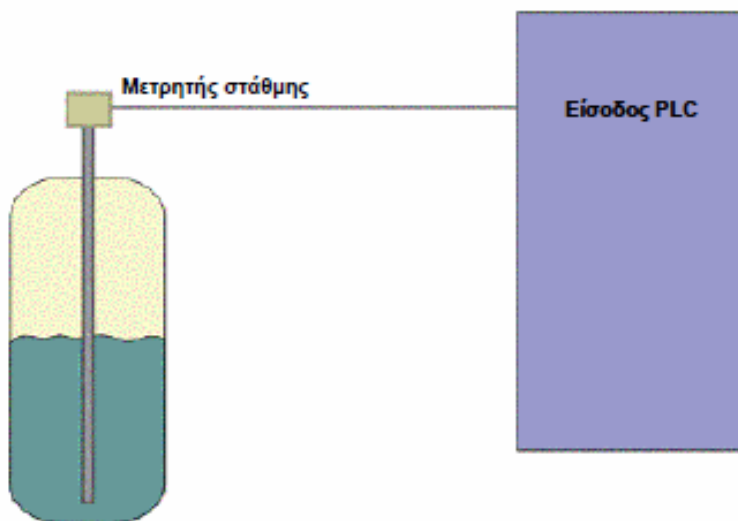
αξιόπιστες. Η αντίδραση του συστήματος εξαρτάται από το πρόγραμμα που έχουμε περάσει στο PLC, δηλαδή από το επιθυμητό σενάριο λειτουργίας. Μία λύση είναι το PLC μέσω του συστήματος SCADA να στείλει σήμα συναγερμού ενώ παράλληλα η λειτουργία των αντλιών συνεχίζεται κανονικά. Ένα άλλο σενάριο όμως, είναι μαζί με το σήμα συναγερμού να σταματήσει αμέσως η λειτουργία των αντλιών. Το δεύτερο σενάριο εμφανίζεται πιο σπάνια από το πρώτο. Για να το επιλέξουμε, θα πρέπει να μην είναι ασφαλής η λειτουργία των αντλιών εάν δεν μπορούμε ανά πάσα στιγμή να έχουμε εικόνα μεγεθών όπως η στάθμη της δεξαμενής ή η πίεση του νερού.

5. Το PLC στέλνει μέσω SCADA σήμα συναγερμού.
6. Το PLC στέλνει μέσω SCADA σήμα συναγερμού.

6.8 Αναλογικές εισοδοί/έξοδοι του PLC (A.I, A.O).

6.8.1 Αναλογικές εισοδοί γενικά.

Οι αναλογικές εισοδοί μπορούν να αντιληφθούν μία συνεχώς μεταβαλλόμενη κατάσταση. [21]. Ακολουθεί ένα κλασικό παράδειγμα:



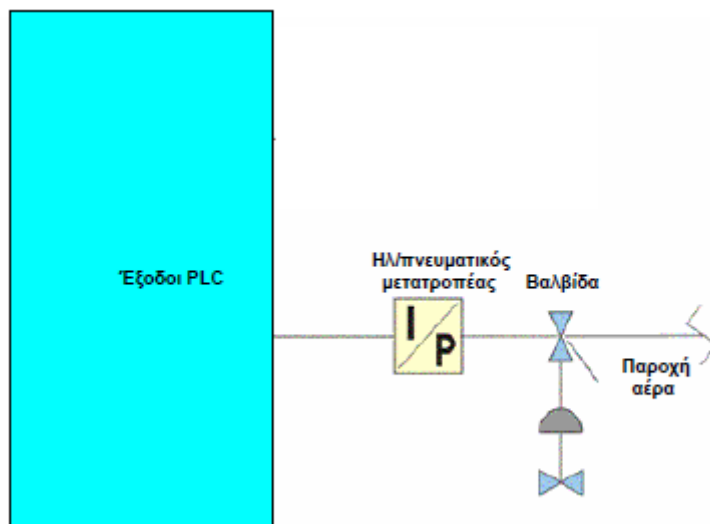
Εικόνα 6.8 Παράδειγμα αναλογικής εισόδου PLC. [21].

Στην εικόνα 6.8 βλέπουμε την μέτρηση της στάθμης κάποιου υγρού σε δεξαμενή. Η στάθμη του υγρού είναι μέγεθος μεταβαλλόμενο. Το αισθητήριο τη μεταφράζει σε ένα επίσης μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα, το οποίο παίρνει τιμές εντός μίας τυποποιημένης κλίμακας έντασης ρεύματος (για παράδειγμα από 4 έως 20 mA), ή εντός μίας τυποποιημένης κλίμακας τάσης (για παράδειγμα από 0 έως 10 V). Η A.I του PLC μπορεί να αντιληφθεί τις

αυξομειώσεις του ηλεκτρικού σήματος τάσης ή ρεύματος και να τις μεταφράσει σε αυξομειώσεις της στάθμης του υγρού. [21].

6.8.2 Αναλογικές εξοδοι γενικά.

Η κατάσταση μιας Α.Ο μπορεί να είναι και αυτή συνεχώς μεταβαλλόμενη. Δίνουμε και εδώ ένα απλό παράδειγμα:



Εικόνα 6.9 Παράδειγμα αναλογικής εξόδου PLC. [21].

Στο παράδειγμα της εικόνας 6.9 η αναλογική έξοδος του PLC δίνει ένα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα. Μέσω ενός ηλεκτροπνευματικού μετατροπέα η συγκεκριμένη Α.Ο ασκεί έλεγχο σε μία βαλβίδα αέρος. Η παροχή αέρα είναι βεβαίως και αυτή ένα μέγεθος που παίρνει διάφορες τιμές (και όχι μόνο ON ή OFF) και έτσι, μία αναλογική έξοδος είναι κατάλληλη για τον έλεγχό της.

6.8.3 Αναλογικές εισοδοι/έξοδοι του PLC που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης.

Τα τρία βασικά αισθητήρια που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις, μετρούν συνεχώς μεταβαλλόμενα μεγέθη. Πρόκειται για το μανόμετρο (πίεση), παροχόμετρο (παροχή νερού), σταθμήμετρο (στάθμη δεξαμενής). Οι μετρήσεις αυτών των αισθητηρίων λοιπόν καταλήγουν σε Α.Ι των PLC. Χαμηλές τιμές πίεσης, στάθμης ή παροχής, μπορεί να είναι ενδείξεις για το ξεκίνημα της λειτουργίας μιας αντλίας και το αντίστροφο.

Γίνεται βέβαια λόγος αποκλειστικά για αναλογικά σήματα εισόδου, για Α.Ι δηλαδή. Στις εφαρμογές τις οποίες καλύπτουν τα PLC των ΗΜ εγκαταστάσεων που μελετάμε, δεν χρησιμοποιείται κάποια αναλογική έξοδος του PLC.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΑ

7.1 Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες.

Το παρών κεφάλαιο αποτελεί μία συνοπτική παρουσίαση των κινητήρων που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις του δικτύου ύδρευσης. Τα inverter έχουν ως βασικό αντικείμενο αυτούς τους κινητήρες. Βεβαίως γίνεται λόγος για τους ηλεκτροκινητήρες, οι οποίοι συνδέονται με τις αντλίες και μαζί δημιουργούν τα αντλητικά συστήματα. Οι κινητήρες αυτοί ανήκουν στην κατηγορία των ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Ο ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας είναι ο τύπος κινητήρα που χρησιμοποιείται συχνότερα στη βιομηχανία. Οι λόγοι που ευθύνονται για αυτό είναι το χαμηλό κόστος αγοράς και το ελάχιστο κόστος συντήρησης, η απλή κατασκευή του και η μεγάλη συγκέντρωση σε ισχύ. Συναντάται και με το όνομα επαγωγικός κινητήρας. Το όνομα αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στους επαγωγικούς κινητήρες, το ρεύμα διέγερσης του δρομέα δεν εξασφαλίζεται από κάποια πηγή, αλλά δημιουργείται από επαγωγή. [8]. Έτσι δεν υπάρχει κάποιο ξεχωριστό κύκλωμα διέγερσης. Στον επαγωγικό κινητήρα τα ρεύματα και οι τάσεις επάγονται στη διέγερσή του και το γεγονός αυτό θυμίζει ξεκάθαρα την αρχή λειτουργίας ενός μετασχηματιστή. Ο συγκεκριμένος τύπος κινητήρα ονομάζεται και μηχανή απλής διέγερσης, αφού τροφοδοσία με ισχύ έχουμε μονάχα στον στάτη του. Στον αντίποδα, οι σύγχρονες μηχανές αναφέρονται και ως μηχανές διπλής διέγερσης. [24].

Ουσιαστικά ο επαγωγικός κινητήρας αποτελεί έναν στρεφόμενο μετασχηματιστή. Αντίστοιχα με τον μετασχηματιστή, το πρωτεύον τύλιγμα του επαγωγικού κινητήρα δηλαδή το τύλιγμα του στάτη, επάγει τάση στο δευτερεύον τύλιγμα δηλαδή το τύλιγμα του δρομέα. Εντούτοις σε αντίθετη φιλοσοφία από αυτή του μετασχηματιστή, η συχνότητα του δευτερεύοντος ενός

επαγωγικού κινητήρα δεν είναι αναγκαστικά η ίδια με τη συχνότητα του πρωτεύοντος. Στην κανονική λειτουργία ενός επαγωγικού κινητήρα, υπάρχει περιστροφή η ταχύτητα της οποίας πλησιάζει την σύγχρονη, αλλά δεν την αποκτά ποτέ. Πρέπει πάντοτε να υπάρχει μία σχετική κίνηση έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επαγωγή κάποιας τάσης στο κύκλωμα της διέγερσης. Αυτή η σχετική κίνηση είναι η κίνηση που εκτελούν τα μαγνητικά πεδία του δρομέα και του στάτη. Η τάση που δημιουργείται εξ επαγωγής στο δρομέα είναι το αποτέλεσμα αυτής της κίνησης και οδηγεί έπειτα στην παραγωγή κάποιου ρεύματος (πάντα στο δρομέα του επαγωγικού κινητήρα). Το ρεύμα αυτό τέλος, αλληλεπιδρά με το πεδίο του στάτη και έχουμε την παραγωγή της επαγόμενης ροπής του κινητήρα. [24].

Με βάση τον τρόπο κατασκευής του δρομέα, οι επαγωγικοί κινητήρες διαιρούνται σε κινητήρες τυλιγμένου δρομέα ή δακτυλιοφόρου δρομέα και κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα ή κινητήρες κλωβού. [24].

7.2 Στάτης ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα.

Ο στάτης αποτελεί το μέρος του επαγωγικού κινητήρα το οποίο είναι συνεχώς ακίνητο. Πρόκειται για το μοναδικό στοιχείο του κινητήρα το οποίο συνδέεται ηλεκτρικά με το δίκτυο. [8]. Ανεξάρτητα από τον τύπο του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα, η φιλοσοφία του στάτη είναι η ίδια.

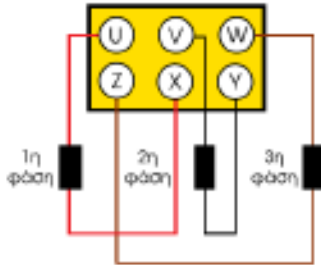
Στο εσωτερικό του κελύφους βρίσκεται ο πυρήνας του τυμπάνου ο οποίος αποτελείται από πολλά μαγνητικά ελάσματα. Υλικό κατασκευής των ελασμάτων είναι συνήθως ο πυριτιούχος χάλυβας. [8].



Εικόνα 7.1 Μαγνητικά ελάσματα στάτη. [8].

Τα ελάσματα έχουν τη μορφή που φαίνεται στην εικόνα 7.1. Έχουν περασθεί με ειδικό βερνίκι και για τη συγκράτησή τους χρησιμοποιούνται κοχλίες. Έτσι δημιουργείται το ζύγωμα της μηχανής. Οι τρεις φάσεις του τυλίγματος, είναι τοποθετημένες στα αυλάκια δηλαδή στις οδοντώσεις που σχηματίζονται. Έτσι δημιουργείται το εσωτερικό μαγνητικό πεδίο. [8].

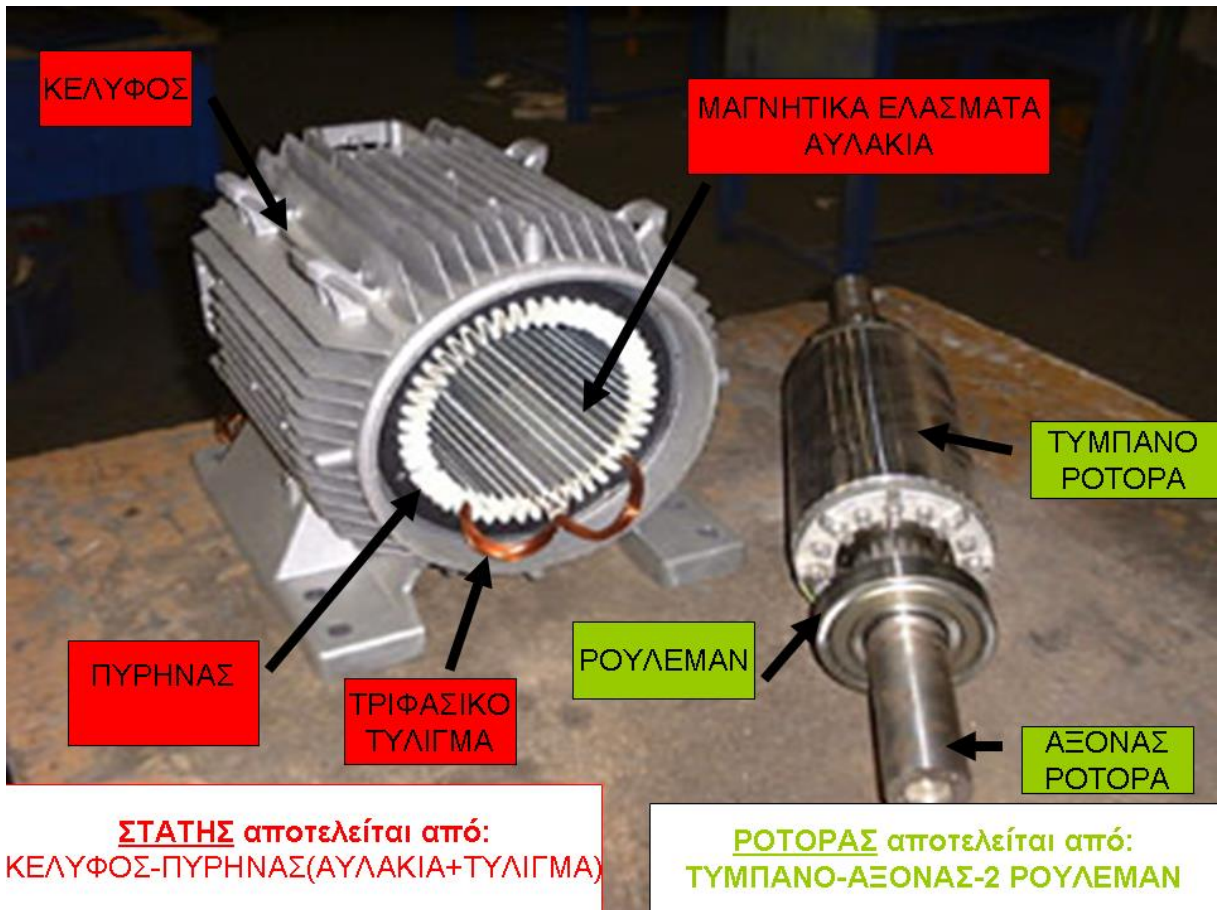
Αποστολή του στάτη είναι η δημιουργία της διέγερσης της μηχανής. Στις οδοντώσεις του πυρήνα του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου είναι τοποθετημένο ένα τριφασικό τυλίγμα. Τα άκρα του τυλίγματος καταλήγουν στους ακροδέκτες του κινητήρα όπως στην εικόνα 7.2. [8].



Εικόνα 7.2 Άκρη τριφασικής μηχανής. [8].

7.3 Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Ο δρομέας είναι κυλινδρικού σχήματος. Τον αποτελούν δύο κυκλικές βάσεις οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους μέσω ηλεκτρικά μονωμένων χαλύβδινων ελασμάτων. Στο εξωτερικό του υπάρχουν χάλκινες αυλακώσεις. Οι αυλακώσεις αυτές έχουν μορφή τέτοια ώστε να είναι εφικτό να τοποθετηθούν μέσα τους χάλκινες ράβδοι. Έτσι σχηματίζεται ο κλωβός. Τα άκρα αυτών των ράβδων συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρικά δια μέσου των βάσεων. Έτσι επιτρέπουν τη ροή του επαγωγικού ρεύματος, η οποία αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για να αναπτυχθεί η στρεπτική ροπή. [24].



Εικόνα 7.3 Μέρη επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα. [25].



Εικόνα 7.4 Επαγωγικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα. [8].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

INVERTER (ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΤΑΣΗΣ)

8.1 Εισαγωγή.

Η ταχύτητα των ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα εξαρτάται άμεσα από τη συχνότητα του ρεύματος με το οποίο τροφοδοτούνται. Η συχνότητα αυτή είναι επακριβώς καθορισμένη. Ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας εξασφαλίζει την σταθερή τιμή της εν λόγω συχνότητας. Στην Ελλάδα όπως και στην υπόλοιπη Ευρώπη ανέρχεται στα 50 Hz. [26].

Εάν εκκινήσουμε απευθείας τον κινητήρα παρουσιάζονται τα ακόλουθα προβλήματα:

- Μεγάλη τιμή του ρεύματος εκκίνησης. [26].
- Εμφάνιση στιγμιαίας πτώσης στην τιμή της τάσεως του δικτύου. [26].
- Υπάρχει αδυναμία στην ρύθμιση της ταχύτητας του κινητήρα. [26].

Ο ιδανικός τρόπος για τον έλεγχο των στροφών του κινητήρα είναι με τη χρήση αντιστροφέα ή αλλιώς inverter. Χρησιμοποιώντας inverter επιτυγχάνεται απόλυτος έλεγχος των στροφών ενός επαγωγικού κινητήρα, καθώς επίσης και βελτίωση των όποιων μειονεκτημάτων μπορεί να παρουσιάσει ο κινητήρας. [26].

Τομείς στους οποίους εμφανίζονται πολύ συχνά οι αντιστροφείς τάσεως είναι οι ακόλουθοι: <<αντλίες, ανεμιστήρες, παρασκευή και επεξεργασία χάρτου, μεταφορικές ταινίες, επεξεργασία ξυλείας, επεξεργασία μετάλλων, επεξεργασία μαρμάρου, γερανοί, συμπιεστές, ανελκυστήρες.>>. [24].

8.2 Πλεονεκτήματα.

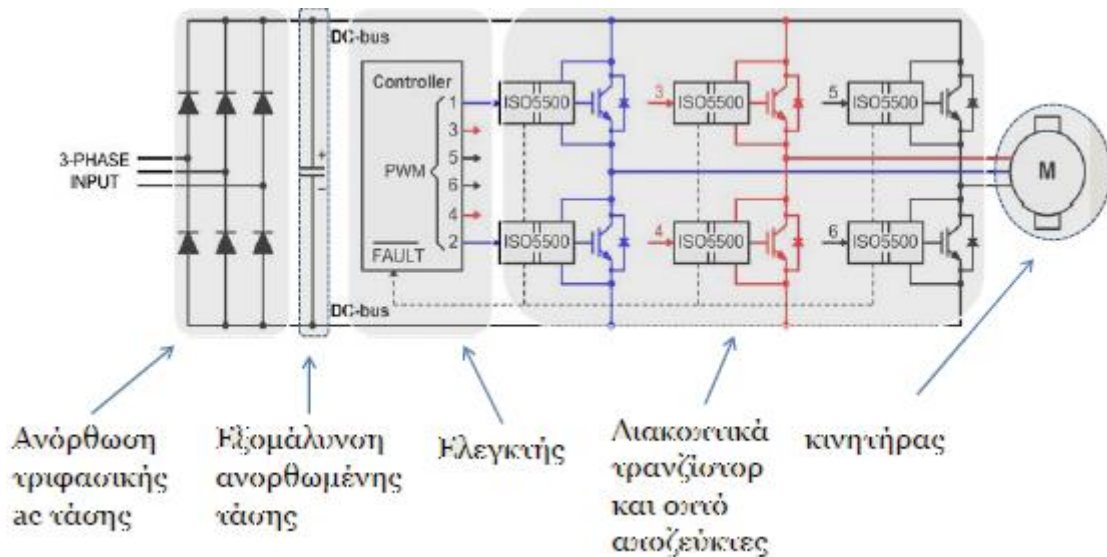
Σε αυτό το υποκεφάλαιο εκθέτουμε τα βασικά πλεονεκτήματα ενός inverter:

- Αθόρυβη λειτουργία: Τα inverter σήμερα χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς διακόπτες IGBT. Πρόκειται για τελευταίας τεχνολογίας διακόπτες οι οποίοι δίνουν λύση στο πρόβλημα του μαγνητικού καθώς και του ηλεκτρονικού θορύβου. Παρέχουν τέλος λειτουργία χωρίς θόρυβο για όλο το εύρος ρύθμισης των στροφών. [27].

- Πλήρης ικανότητα ροπής σε χαμηλές στροφές: Οι αντιστροφείς λειτουργούν χρησιμοποιώντας την τεχνική του διανυσματικού ελέγχου πεδίου. Η τεχνική αυτή εκτελείται από το δίδυμο CPU - DSP και επιφέρει τα παρακάτω. [27] :
 - Ρεύματα εξόδου ημιτονοειδούς μορφής. [27].
 - Υψηλή ροπή σε χαμηλές ταχύτητες. [27].
 - Δεν υπάρχει κυμάτωση στη ροπή της μηχανής. [27].
- Αφθονία ρυθμίσεων: Το λογισμικό ελέγχου πλέον περιλαμβάνει κύρια χαρακτηριστικά λειτουργίας και επιπρόσθετα πολλούς διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας, που είναι σχεδιασμένα αποκλειστικά για χρήση σε συγκεκριμένες βιομηχανικές εφαρμογές. [27].
- Έλεγχος ρεύματος και τάσης εξόδου: Πραγματοποιείται συνεχώς έλεγχος του ρεύματος εξόδου. Έτσι επιτυγχάνεται η γρήγορη επιτάχυνση της μηχανής είτε η υπερφόρτιση αυτής στιγμιαία. Οι διακοπές της λειτουργίας της μηχανής που οφείλονται σε υπερεντάσεις, είναι ένα φαινόμενο που δεν συναντάμε όταν χρησιμοποιούμε inverter. Εξασφαλίζεται τέλος η ομαλή λειτουργία του κινητήρα με τον συνεχή έλεγχο της τάσεως εξόδου. [27].
- Αυξημένη ανοχή στον παρασιτικό θόρυβο: Η ανοχή αυτή οφείλεται στην χρήση ηλεκτρονικών και ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος προηγμένης τεχνολογίας. [27].
- Εύκολη και ολοκληρωμένη επικοινωνία: Τα inverter μπορούν να επικοινωνούν με το χρήστη μέσω μίας οθόνης που υπάρχει στο εμπρόσθιο μέρος τους. Αυτή η οθόνη παρέχει ενδείξεις για σημαντικά μεγέθη, για παράδειγμα για την συχνότητα και την τάση. Μπορεί επίσης να δώσει πληροφορίες για τις αιτίες κάποιας αυτόματης διακοπής που οφείλεται σε σφάλμα. [27].
- Μεγάλο εύρος ισχύων: Το εύρος των ισχύων που καλύπτουν τα inverter είναι πολύ μεγάλο. Έτσι, ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε εξοπλισμού ή μηχανής που θέλουμε να ελέγξουμε, υπάρχει και ο κατάλληλος αντιστροφέας. [27].

8.3 Δομικά μέρη.

Ένα inverter αποτελείται από τέσσερα βασικά στοιχεία.



Εικόνα 8.1 Αναλυτικό κύκλωμα inverter. [26].

Εξετάζοντας την εικόνα 8.1 από τα αριστερά προς τα δεξιά έχουμε:

1. Ανορθωτική διάταξη: Την διάταξη αυτή αποτελούν δίοδοι ή θυρίστορ. Στόχος της να μετατρέπει σε συνεχή την εναλλασσόμενη τάση του δικτύου. Η συνεχής τάση που θα προκύψει μπορεί να έχει σταθερή ή ρυθμιζόμενη τιμή. [24].
2. Κατωδιαβατό φίλτρο: Το φίλτρο αποτελείται από μία συστοιχία πυκνωτών μόνο, ή από τους πυκνωτές της συστοιχίας και ένα πηνίο. Στο φίλτρο εισέρχεται η πλέον συνεχής τάση. Σκοπός του φίλτρου είναι η εξομάλυνσή της, ήτοι η εξάλειψη της κυμάτωσής της. [24].
3. Ελεγκτής. Πρόκειται για τη μονάδα ελέγχου η οποία ασκεί εποπτεία και έλεγχο στην λειτουργία των υπόλοιπων μερών του κυκλώματος. [24].
4. Αντιστροφέας: Αποτελείται από ημιαγωγικούς διακόπτες. Οι διακόπτες αυτοί μπορεί να είναι: << τρανζίστορ ισχύος, MOSFET ισχύος, θυρίστορ, GTO, IGBT ή κάποιο άλλο ημιαγωγικό διακόπτη>>. [24]. Η σύνθεση του αντιστροφέα εξαρτάται από τις απαιτήσεις ισχύος του κινητήρα. Είσοδο του αντιστροφέα αποτελεί η εξομαλυμένη τάση. Σκοπός του αντιστροφέα είναι να μετατρέψει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη με μεταβλητή συχνότητα και μεταβλητό πλάτος. [24].

8.4 Λειτουργία.

Όπως φανερώνει και το όνομα αντιστροφέας, το inverter αντιστρέφει την τάση στην είσοδό του και από συνεχή την μετατρέπει σε εναλλασσόμενη. Το inverter λοιπόν στην έξοδό του

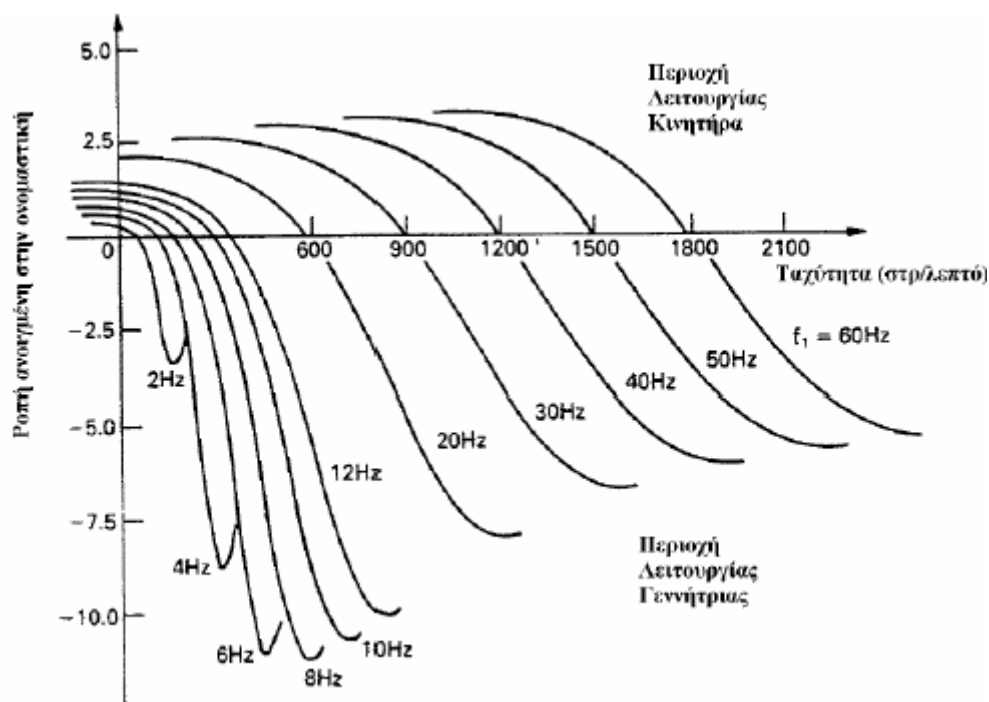
δίνει εναλλασσόμενη τάση με ελεγχόμενη συχνότητα και ενεργό τιμή. [26]. Έτσι ο στάτης τροφοδοτείται από τάση της οποίας τα χαρακτηριστικά δεν έχουν σταθερές τιμές. [24].

Η τροφοδοσία του ασύγχρονου κινητήρα με τάση μεταβλητής συχνότητας οδηγεί στην μεταβολή του σύγχρονου αριθμού των στροφών του. Ο αριθμός αυτός δίνεται από την

ακόλουθη σχέση: $n_s = \frac{f}{p} \cdot 120$ [24]. Όπου:

- n_s : ο σύγχρονος αριθμός στροφών του κινητήρα σε στροφές/λεπτό
- f : η συχνότητα λειτουργίας του κινητήρα σε Hz
- p : ο αριθμός των πόλων του κινητήρα (εξαρτάται από την περιέλιξη)>>. [24].

Η αλλαγή λοιπόν του σύγχρονου αριθμού στροφών του κινητήρα, έχει ως αποτέλεσμα την μετατόπιση της καμπύλης " Ροπής - Στροφών " αυτού. Η μετατόπιση αυτή γίνεται προς τα αριστερά όσο υπάρχει μείωση της συχνότητας, ενώ όσο υπάρχει αύξηση προς τα δεξιά. Άρα το σύστημα κινητήρας - φορτίο έχει κάθε φορά και διαφορετικό σημείο ισορροπίας. Έχουμε λοιπόν μία ελέγξιμη μεταβολή των στροφών του κινητήρα όπως δείχνει και το ακόλουθο γράφημα. [24] :



Εικόνα 8.2 Μεταβολή της καμπύλης Ροπής - στροφών ασύγχρονου κινητήρα ενώ μεταβάλλεται η συχνότητα λειτουργίας του. [24].

Βεβαίως, παράλληλα με τη μεταβολή της συχνότητας λειτουργίας του κινητήρα, είναι απαραίτητη και η μεταβολή της rms τάσης. Αυτή η απαίτηση προκύπτει καθώς δεν πρέπει να φτάνει στον κόρο το μαγνητικό πεδίο του κινητήρα. Ταυτοχρόνως πρέπει να εξασφαλίζεται η αποδοτικότερη και οικονομικότερη λειτουργία του. [24].

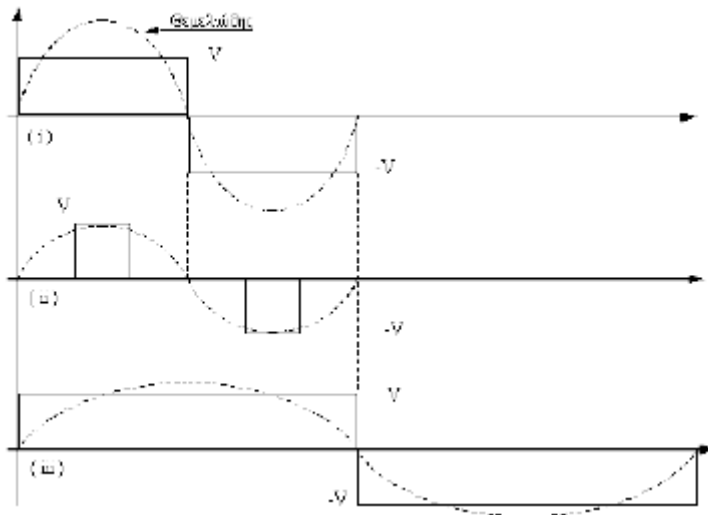
Όπως φάνηκε και από τη παρουσίαση του αναλυτικού κυκλώματος του inverter, η λειτουργία του έχει τα ακόλουθα στάδια:

1. Μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης του δικτύου σε συνεχή. [24].
2. Μετατροπή της συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη μέσω του αντιστροφέα. Τώρα, η εναλλασσόμενη αυτή τάση έχει μεταβλητή συχνότητα και ενεργό τιμή. [24].
3. Εφαρμογή της τάσης στον κινητήρα και έλεγχος της ταχύτητάς του. [24].

Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 8.2, το μέρος του κυκλώματος που βρίσκεται στο τέλος και πριν τον κινητήρα, ονομάζεται αντιστροφέας και αποτελείται από ημιαγωγικούς διακόπτες. Οι διακόπτες αυτοί εργάζονται στις περιοχές κορεσμού και αποκοπής. Για να ανοίξουμε και να κλείσουμε τους διακόπτες, προγραμματίζουμε κάποιο μικροεπεξεργαστή είτε κάποιο ψηφιακό επεξεργαστή σήματος (DSP). Έτσι επιτυγχάνονται διάφοροι αλγόριθμοι για τη ρύθμιση της τάσης που μας δίνει ο αντιστροφέας στην έξοδό του. Συνεπώς υπάρχει η δυνατότητα να ελέγχουμε διάφορα σημαντικά για τον κινητήρα μεγέθη όπως τάση, ταχύτητα κ.ά. [24].

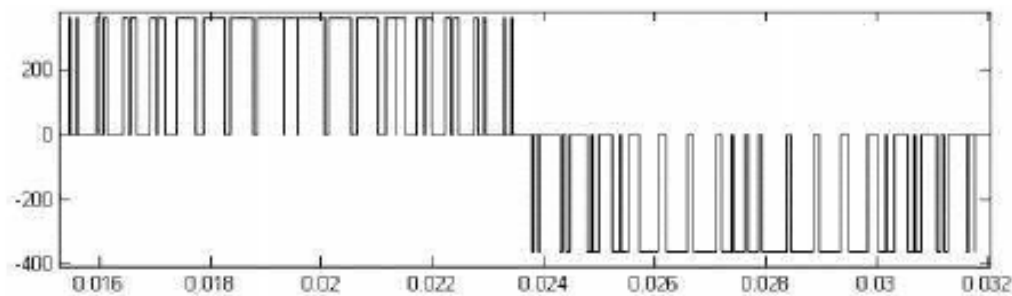
Στα inverter χρησιμοποιείται η τεχνική PWM (Pulse Width Modulation). Μία PWM κυματομορφή είναι ουσιαστικά μία περιοδική κυματομορφή, που αποτελείται από δύο τμήματα, τα οποία τμήματα είναι το ON και το OFF. Στο ON η κυματομορφή έχει τη μεγαλύτερη τιμή που μπορεί να πάρει, ενώ στο OFF έχει μηδενική τιμή. [26].

Οι κυματομορφές PWM, αποτελούν τους παλμούς έναυσης των ημιαγωγικών διακοπών του αντιστροφέα όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. [24] :



Εικόνα 8.3 Τάσεις εξόδου του αντιστροφέα για διάφορους παλμούς οδήγησης των ημιαγωγικών διακοπών. [24].

Σε χαμηλές συχνότητες, οι εναλλασσόμενες κυματομορφές εξόδου περιέχουν αρμονικές συνιστώσες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση παρασιτικών ροπών και κατ' επέκταση προβλήματα στην λειτουργία του κινητήρα. Έτσι τα inverter πιο σύγχρονης τεχνολογίας δίνουν έξοδο που είναι απαλλαγμένη από τέτοιες αρμονικές. Πρόκειται για διαμόρφωση της κυματομορφής τάσης κατά ημίτονο (SPWM) όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. [24] :



Εικόνα 8.4 Κυματομορφή τάσης διαμορφωμένη κατά ημίτονο (SPWM). [24].

8.5 Inverter Is 7 (LG).

8.5.1 Εισαγωγή- ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου της Ε.ΥΔ.Α.Π.

Στο υποκεφάλαιο 8.4 περνάμε από το γενικό στο ειδικό. Έτσι, από την γενική περιγραφή των inverter που προηγήθηκε περνάμε συγκεκριμένα στα inverter που χρησιμοποιούνται στις ΗΜ εγκαταστάσεις της Ε.ΥΔ.Α.Π.

Η Ε.Υ Δ.Α.Π χρησιμοποιεί inverter από διάφορους κατασκευαστές. Αυτοί είναι: ABB, siemens, hitachi, vagon, schneider και LG. [13]. Στο υποκεφάλαιο 8.5 θα γίνει μια αναφορά στη σειρά Is 7 της LG. Η επιλογή της σειράς αυτής έγινε γιατί χρησιμοποιείται σε αρκετές εγκαταστάσεις και υπάρχει ικανοποιητικό υλικό για την μελέτη της.

Θα πρέπει βεβαίως να τονισθεί πως στο παρόν υποκεφάλαιο δεν επιχειρείται μια ενδελεχής παρουσίαση των inverter της σειράς Is 7. Κάτι τέτοιο απαιτεί την παραχώρηση μεγάλου όγκου από την παρούσα εργασία, ενώ τα inverter δεν αποτελούν το βασικό αντικείμενό της. Το υποκεφάλαιο 8.5 στοχεύει σε μια περιληπτική παρουσίαση των αντιστροφών της εν λόγω σειράς.



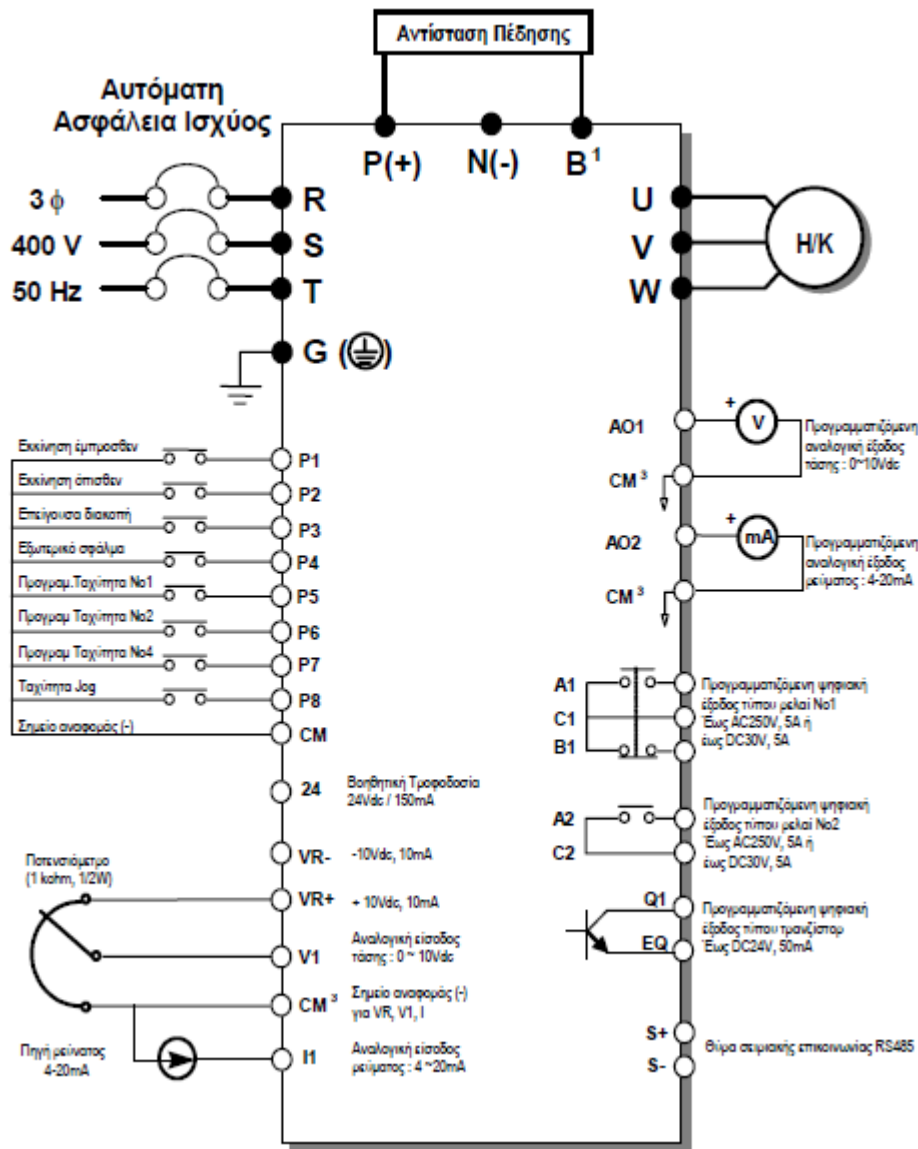
Εικόνα 8.5 Inverter της σειράς Is 7 της LG σε ΗΜ εγκατάσταση της Ε.ΥΔ.Α.Π Ν1. [5].



Εικόνα 8.6 Inverter της σειράς Is 7 της LG σε ΗΜ εγκατάσταση της Ε.ΥΔ.Α.Π Ν2. [5].

8.5.2 Ακροδέκτες - καλωδίωση.

Ακολουθεί σχέδιο με την καλωδίωση ενός inverter και πίνακας με τη περιγραφή των ακροδεκτών του:



Εικόνα 8.7 Σχέδιο καλωδιώσεων inverter. [27].

Πίνακας 8.1 Περιγραφή ακροδεκτών inverter της σειράς Is 7. [27].

	Συμβολισμός	Λειτουργία
<i>Ακροδέκτες Ισχύος</i>	R, S, T	Τριφασικοί ακροδέκτες εισόδου (σύνδεση με το δίκτυο)
	U, V, W	Τριφασικοί ακροδέκτες εξόδου (σύνδεση με τον κινητήρα)
	P(+), B ¹	Ακροδέκτες σύνδεσης αντίστασης πεδήσεως
	P2, N(-) ¹	Ακροδέκτες σύνδεσης εξωτερικής μονάδας πεδήσεως
	G	Ακροδέκτης γείωσης (σύνδεση με γείωση δικτύου Δ.Ε.Η.)
<i>Ακροδέκτες Ελέγχου</i>	V1	Αναλογική είσοδος τάσης -10 ή 0 – 10Vdc
	VR+	Τάση τροφοδοσίας ποτενσιόμετρου 12Vdc (Imax=100mA)
	VR-	Τάση τροφοδοσίας ποτενσιόμετρου -12Vdc (Imax=100mA)
	I1	Αναλογική είσοδος ρεύματος 0 ή 4 – 20mA (Rin=250Ω)
	AO1	Αναλογική έξοδος τάσης 0 – 10Vdc (Imax=10mA)
	AO2	Αναλογική έξοδος ρεύματος 0 ή 4 – 20mA (Rmax=500Ω)
	5G ²	Σημείο αναφοράς (-) MONO για τα παραπάνω 5 σήματα
	P1 ³	Είσοδος για εκκίνηση με ορθή φορά περιστροφής
	P2	Είσοδος για εκκίνηση με ανάστροφη φορά περιστροφής
	P3	Είσοδος ελεύθερης εντολής σταματήματος του κινητήρα
	P4	Είσοδος σήματος εξωτερικού σφάλματος
	P5	Είσοδος ενεργοποίησης προγραμματιζόμενης ταχύτητας Νο 1
	P6	Είσοδος ενεργοποίησης προγραμματιζόμενης ταχύτητας Νο 2
	P7	Είσοδος ενεργοποίησης προγραμματιζόμενης ταχύτητας Νο 4
	P8	Είσοδος για την ενεργοποίηση της ταχύτητας «JOG»
	24	Βοηθητική τροφοδοσία 24Vdc / 150mA
	CM	Σημείο αναφοράς (-) MONO για τα παραπάνω 9 σήματα
	S+	Θετικός πόλος επικοινωνίας RS485 (Modbus ή LSbus)
	S-	Αρνητικός πόλος επικοινωνίας RS485 (Modbus ή LSbus)
	A1/B1-C1 ⁴	Έξοδος σφάλματος τύπου επαφής NO/ NC (250Vac/1Amp)
A2-C2	Έξοδος λειτουργίας τύπου επαφής N.O. (250Vac ή 30Vdc/1Amp)	
Q1-EG	Έξοδος ανάχνευσης ταχύτητας τύπου τρανζίστορ (26Vdc/100mA)	

Οι σημειώσεις που συνοδεύουν το σχέδιο και τον πίνακα παραλείπονται. Η παράλειψη αυτή γίνεται για να διατηρηθεί η έκταση του υποκεφαλαίου σε λογικά πλαίσια.

8.5.3 Ψηφιακό χειριστήριο.

Το ψηφιακό χειριστήριο περιλαμβάνει οθόνη και πληκτρολόγιο για να υπάρχει ευκολία και πληρότητα στην επικοινωνία με το χειριστή. [27]

Στην οθόνη του μπορούν να εμφανίζονται ταυτόχρονα τρία μεγέθη, π.χ. συχνότητα λειτουργίας, ρεύμα, πίεση αντλίας. Πέρα από τα μεγέθη αυτά, ο χρήστης μπορεί με τη βοήθεια του πληκτρολογίου του χειριστηρίου να πάρει πληροφορίες για πλήθος παραμέτρων. Μπορεί επίσης να ρυθμίζει επιθυμητές τιμές για τις παραμέτρους και να παίρνει πληροφορίες για περιπτώσεις εμφάνισης σφαλμάτων. Η κατάσταση λειτουργίας του inverter αποτυπώνεται

συνεχώς με τη βοήθεια των ενδεικτικών λυχνιών του χειριστηρίου. Συγκεκριμένα υπάρχουν δύο λυχνίες πράσινου χρώματος και μία κόκκινου. Το χειριστήριο παρέχει τέλος τη δυνατότητα να αντιγράφονται τιμές από ένα inverter σε κάποιο άλλο. [27].

8.5.4 Τρόποι εκτέλεσης βασικών λειτουργιών.

Οι βασικές λειτουργίες που επιτελεί ένα inverter μπορούν να εκτελεστούν με περισσότερους από έναν τρόπους. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στους τεχνικούς αναλόγως με την περίπτωση να επιλέγουν τον καταλληλότερο. Για να γίνουν κατανοητά τα παραπάνω, θα αναφέρουμε δύο εκ των βασικότερων λειτουργιών που επιτελεί ένα inverter και τους διαθέσιμους τρόπους για την εκτέλεσή τους.

- Εκκίνηση και στάση του ηλεκτροκινητήρα. [27] :
 - Μέσω του πληκτρολογίου που διαθέτει το ψηφιακό χειριστήριο. [27].
 - Μέσω των δύο πρώτων ψηφιακών εισόδων του inverter. Ήτοι της P1 και της P2. [27].
 - Μέσω H/Y ή PLC, με τη χρήση σειριακής επικοινωνίας. [27].
- Έλεγχος των στροφών του ηλεκτροκινητήρα. [27] :
 - Μέσω του πληκτρολογίου που διαθέτει το ψηφιακό χειριστήριο. [27].
 - Μέσω των V1 και I1, οι οποίες είναι αναλογικές εισοδοί του inverter. [27].
 - Μέσω των ψηφιακών εισόδων P5, P6 και P7. [27].
 - Μέσω H/Y ή PLC, με τη χρήση σειριακής επικοινωνίας. [27].

Επομένως από την πλευρά του χρήστη, η παρεμβολή του για την εκτέλεση των βασικών λειτουργιών μπορεί να γίνει είτε χειροκίνητα, με φυσική παρουσία στην εκάστοτε εγκατάσταση είτε εξ αποστάσεως.

8.5.5 Παράμετροι.

Οι παράμετροι ενός inverter της σειράς is 7 χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες-ομάδες και για να τις επιλέξουμε ή/και να τις ρυθμίσουμε χρησιμοποιούμε το ψηφιακό χειριστήριο. Μια κατηγορία είναι πιθανόν να περιέχει και υποκατηγορίες. [27]. Θα ακολουθήσει μία άκρως συνοπτική παρουσίαση της κάθε κατηγορίας. Δεν θα υπεισέλθουμε σε λεπτομέρειες για τις εν λόγω κατηγορίες, καθώς μια τέτοια ενέργεια θα έδινε στην παρούσα υποενότητα έκταση που δεν είναι αντίστοιχη της σημασίας της για την εργασία.

1. MON (Monitoring):

Αυτή η κατηγορία έχει ως αντικείμενο την παρακολούθηση της λειτουργίας του inverter. Σε αυτήν ανήκουν τα τρία μεγέθη, που όπως εξηγήσαμε στην υποενότητα 8.5.3 επιλέγουμε να εμφανίζονται στην οθόνη του ψηφιακού χειριστηρίου. [27].

2. PAR (Parameters):

Σε αυτή τη κατηγορία περιλαμβάνεται το σύνολο των παραμέτρων που έχουν να κάνουν με τη λειτουργία του inverter. Η κατηγορία PAR περιλαμβάνει 10 υποκατηγορίες. Σχετίζεται με μεγέθη όπως η τάση, η επιτάχυνση, η συχνότητα, η ροπή κ.ά. [27].

3. TRP (Trip):

Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με τα σφάλματα λειτουργίας. Σε πρώτη φάση όταν υπάρξει κάποιο σφάλμα, τότε στην οθόνη του inverter εμφανίζεται ενημερωτική ένδειξη σχετικά με την αιτία του σφάλματος (π.χ. ένδειξη <<Over Voltage>> μετά την εμφάνιση υπέρτασης), η οποία ένδειξη προβάλλεται μέσω της ομάδας TRP. Έπειτα ο χειριστής μπορεί μέσω της κατηγορίας TRP, να πάρει πληροφορίες για τις τιμές που είχαν διάφορα μεγέθη τη χρονική στιγμή κατά την οποία εμφανίστηκε το σφάλμα. Τέλος μέσω της συγκεκριμένης ομάδας ο χειριστής έχει πρόσβαση σε ένα ιστορικό σφαλμάτων. Μπορεί να πάρει πληροφορίες σχετικά με τα πέντε πιο πρόσφατα σφάλματα που εμφανίστηκαν. [27].

4. CNF (Configuration):

Περιέχει παραμέτρους οι οποίες σχετίζονται με τη μορφοποίηση του inverter. Για παράδειγμα μηδενισμός του ωρομετρητή, ποιές παράμετροι της κατηγορίας MON θα φαίνονται στην οθόνη κ.ά. [27].

8.5.6 Ελεγκτής PID.

Τα Inverter της σειράς Is 7 διαθέτουν ελεγκτή PID και επίσης προγραμματιζόμενη λειτουργία sleep mode. Έτσι η διεργασία ελέγχεται μέσω κλειστού βρόγχου και υπάρχει η δυνατότητα αυτόματου σταματήματος της αντλίας αν η πίεση ή η στάθμη πέσουν κάτω από μια προκαθορισμένη τιμή. Ο χειριστής μπορεί μεταξύ άλλων να ορίζει τις επιθυμητές τιμές των ελεγχόμενων μεγεθών, τις παραμέτρους του ελεγκτή και παραμέτρους που σχετίζονται με την λειτουργία "sleep". [27].

8.6 Πλεονεκτήματα εκκίνησης και λειτουργίας κινητήρα με inverter, συγκριτικά με Υ-Δ.

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, για την εκκίνηση των ηλεκτροκινητήρων των αντλητικών συστημάτων χρησιμοποιείται στο δίκτυο του τομέα Αθηνών το inverter ή η μέθοδος Υ-Δ. Παλαιότερα το Υ-Δ χρησιμοποιούταν σχεδόν αποκλειστικά για το σκοπό της εκκίνησης. Με την πάροδο των χρόνων, γίνεται προσπάθεια να αντικατασταθεί από τα inverter. Στο παρών υποκεφάλαιο θα αναλύσουμε τους λόγους για τους οποίους το inverter είναι καταλληλότερο για την εκκίνηση των ηλεκτροκινητήρων.

Όταν εκκινούμε με Υ-Δ, αρχικά ο κινητήρας βρίσκεται σε συνδεσμολογία αστέρα και έπειτα σε συνδεσμολογία τριγώνου. Στον αστέρα έχουμε χαμηλότερη τάση της τάξης των 220 V, ενώ στο τρίγωνο αρκετά ψηλότερη, της τάξης των 380 V. Όπως είναι λογικό λοιπόν, αρχικά ο κινητήρας δουλεύει με μικρή ισχύ και όταν περάσει σε συνδεσμολογία τριγώνου λειτουργεί σε πλήρη ισχύ. Οι τιμές της ισχύς διαφέρουν προφανώς ανάλογα με τον κινητήρα.

Έτσι ανεξάρτητα από το φόρτο, αφού ο κινητήρας περάσει σε συνδεσμολογία τριγώνου δουλεύει σε πλήρη ισχύ. Ας δώσουμε όμως ένα πιο απτό, καθημερινό παράδειγμα αναφορικά με το φόρτο. Με την πρόταση ανεξάρτητα από το φόρτο εννοούμε πως για την περιοχή την οποία εξυπηρετεί μία αντλία, είτε μόνο 50 βρύσες δουλέψουν για κάποιο χρονικό διάστημα στη διάρκεια μίας μέρας, είτε 5000 είτε 500000, ο κινητήρας άπαξ και λειτουργεί, θα λειτουργεί με την ίδια ισχύ, την πλήρη. Έτσι, η πίεση του νερού στην διάρκεια της μέρας πρέπει να εκτονώνεται, για να μην υπάρξουν βλάβες (σπασίματα) στο δίκτυο διανομής. Την αποστολή της εκτόνωσης της πίεσης, αναλαμβάνει το τμήμα του υδρονομείου εκτελώντας καθαρά μηχανολογικές-υδραυλικές εφαρμογές. Συμπερασματικά, η μέθοδος Υ-Δ για την εκκίνηση των ηλεκτροκινητήρων παρουσιάζει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

1. Μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.
2. Περισσότερες βλάβες (σπασίματα), στο δίκτυο διανομής του νερού.
3. Περισσότερος φόρτος εργασίας για το ήδη πολυάσχολο τμήμα του υδρονομείου.

Ας περάσουμε τώρα στο inverter. Με το inverter ορίζουμε μία επιθυμητή τιμή για την πίεση, δηλαδή το set point. Το inverter αναλόγως με τις απαιτήσεις του δικτύου στη διάρκεια του 24ώρου, αυξομειώνει τα hertz για να βρίσκεται η πίεση στην επιθυμητή τιμή. Ο κινητήρας λοιπόν δεν δουλεύει με σταθερή ισχύ, αλλά με ισχύ που εξαρτάται από τις απαιτήσεις του δικτύου. Για να φέρουμε και εδώ ένα πιο απτό παράδειγμα, έστω ότι στο δίκτυο το οποίο

τροφοδοτεί μία αντλία, για κάποιες ώρες δεν υπάρχει καμία κατανάλωση νερού. Τότε αφού δεν υπάρχει καμία κατανάλωση, αρχικά η πίεση θα έφτανε στο set point και έπειτα το inverter θα σταματούσε τη λειτουργία του κινητήρα. Μέχρι βεβαίως να υπάρξει εκ νέου κάποια κατανάλωση. Εάν χρησιμοποιούσαμε Υ-Δ, πολύ πιθανόν η αντλία να δούλευε και η πίεση να εκτονωνόταν στο δίκτυο, μέσω εφαρμογών που θα έπρεπε να έχει εκτελέσει το υδρονομείο. Το παράδειγμα αυτό είναι φυσικά μη πραγματιστικό, εντούτοις βοηθά στην κατανόηση των προτερημάτων του inverter έναντι του Υ-Δ για την εκκίνηση και λειτουργία του κινητήρα. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

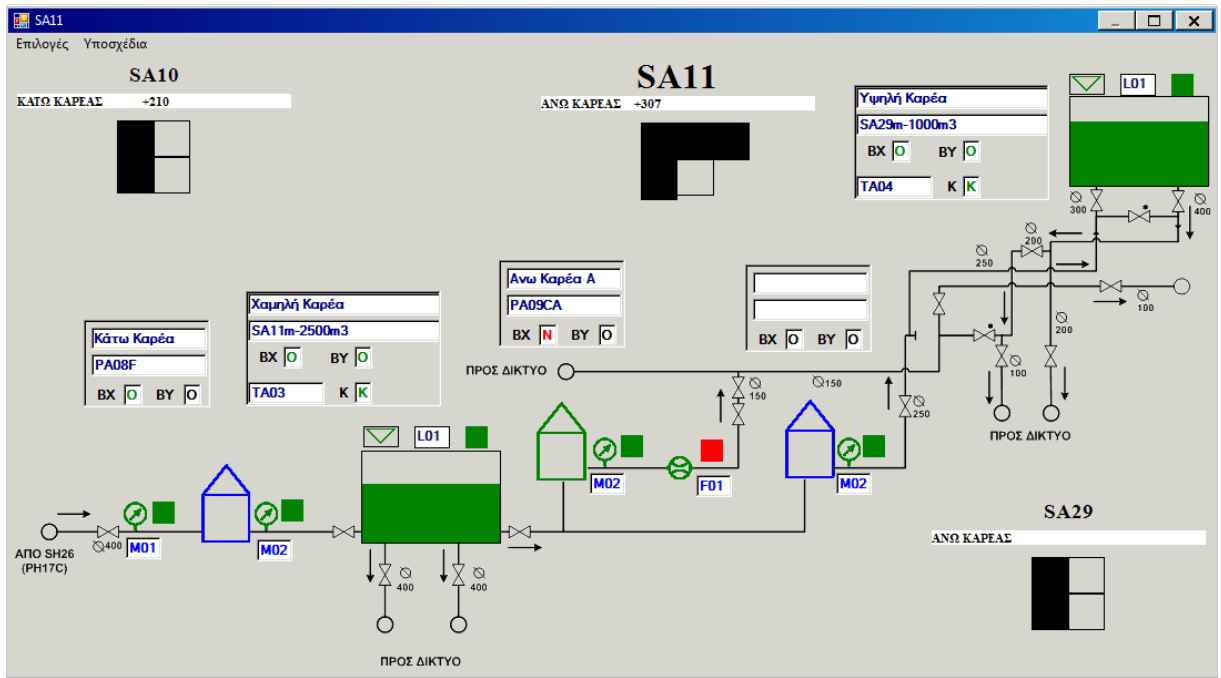
1. Οικονομία στη κατανάλωση ενέργειας.
2. Λιγότερες βλάβες (σπασίματα) στο δίκτυο διανομής του νερού.
3. Σημαντική αποφόρτιση του τομέα του υδρονομείου. Το inverter και μαζί του το τμήμα Ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων μεριμνά για τη διατήρηση της πίεσης σε σταθερά επίπεδα και πλέον η υποχρέωση αυτή δεν βαρύνει μονάχα ένα τμήμα.

8.7 Παράδειγμα αναβάθμισης αντλιοστασίων της Ε.ΥΔ.Α.Π με την προσθήκη inverter.

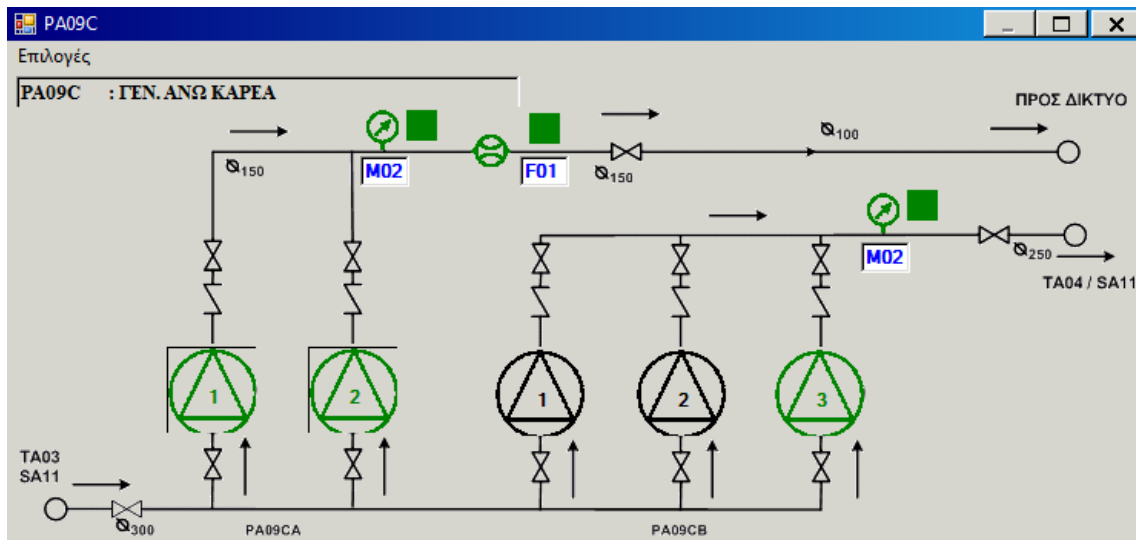
Κλείνοντας το κεφάλαιο 8, παραθέτουμε ένα παράδειγμα από το αρχείο των ΗΜ εγκαταστάσεων του τομέα Αθηνών. Το υλικό προέρχεται από μία παλαιότερη έκθεση για την αναβάθμιση κάποιων εγκαταστάσεων του τομέα. Τα σχέδια και οι γραφικές παραστάσεις προέρχονται από το πρόγραμμα SCADA που χρησιμοποιείται από τους τεχνικούς του τομέα, το οποίο θα παρουσιαστεί σε επόμενο κεφάλαιο.

Η εγκατάσταση στην οποία αναφέρεται η έκθεση είναι το αντλιοστάσιο του Άνω Καρέα με κωδικό SA11. Την εγκατάσταση αποτελούν μία δεξαμενή (η οποία είναι διπλή) και δύο αντλιοστάσια. Την δεξαμενή της εγκατάστασης τροφοδοτεί το αντλιοστάσιο του Κάτω Καρέα με κωδικό SA10. [13].

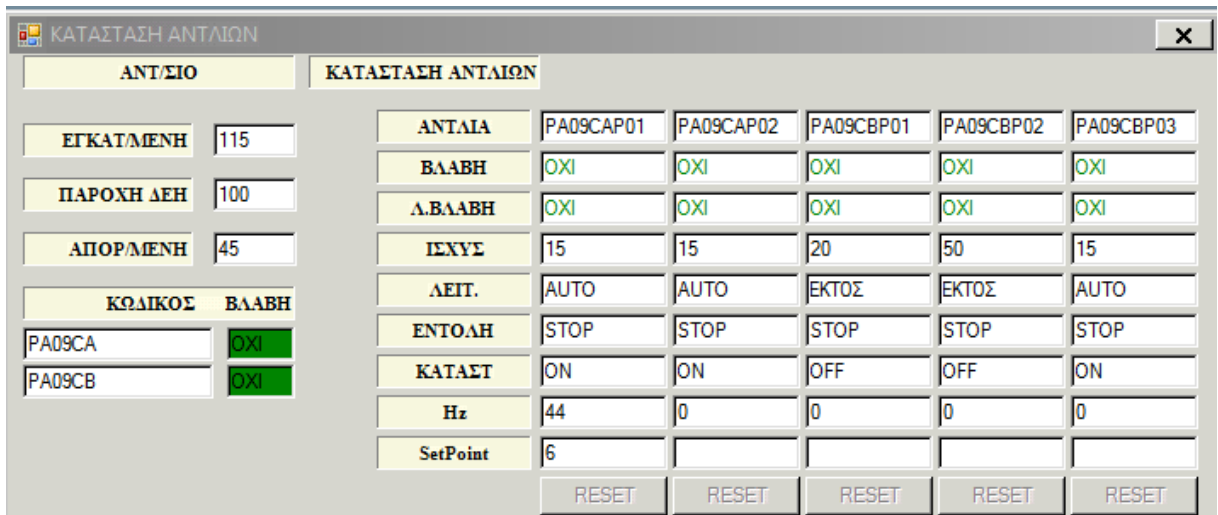
Έτσι, για το σχέδιο που ακολουθεί έχουμε στα δεξιά της δεξαμενής και από τα αριστερά προς τα δεξιά: Αντλιοστάσιο Α, το οποίο τροφοδοτεί το δίκτυο και αντλιοστάσιο Β το οποίο τροφοδοτεί τη δεξαμενή SA29. Τα Α και Β συστεγάζονται με το βανοστάσιο της πρώτης δεξαμενής, γεγονός που συνεπάγεται την απουσία του χώρου που απαιτείται για να γίνει αναβάθμιση. [13].



Εικόνα 8.8 Γενικό σχέδιο των εγκαταστάσεων. [28].

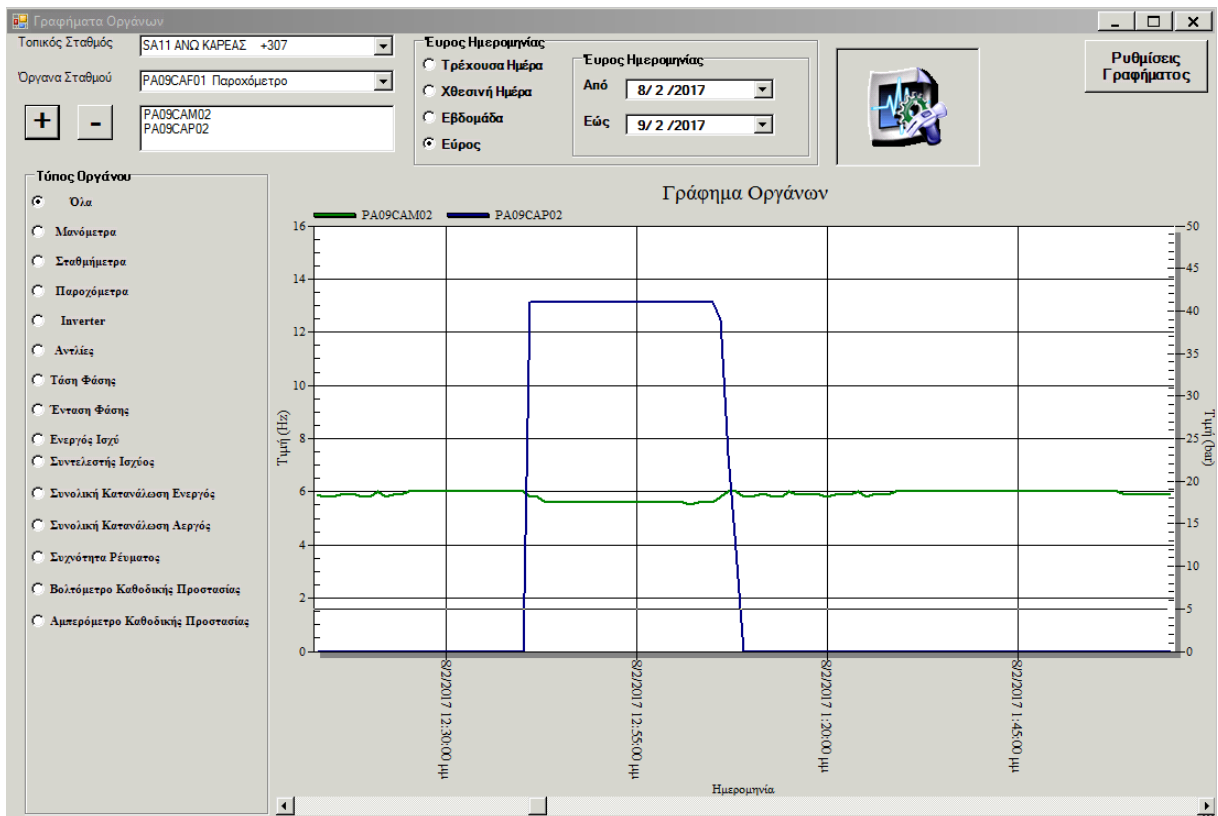


Εικόνα 8.9 Εσωτερικό αντλιοστασίου. [28].

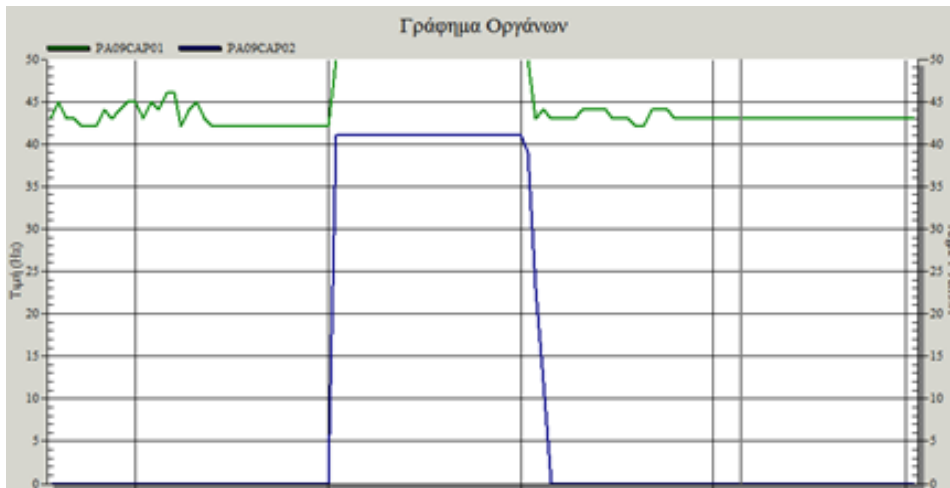


Εικόνα 8.10 Στοιχεία αντλιοστασίου. [28].

- Αντλιοστάσιο Α: Χρησιμοποιείται για να δίνει νερό στο δίκτυο. Έχει δύο αντλητικά συστήματα τα οποία οδηγούνται ηλεκτρικά μέσω inverter. [13].



Εικόνα 8.11 Γράφημα για τη λειτουργία των αντλιών N1. [28].



Εικόνα 8.12 Γράφημα για τη λειτουργία των αντλιών N2. [28].

Ενίοτε όπως στο παράδειγμα της εικόνας 8.12, το αντλιοστάσιο (όπως βλέπουμε στο γράφημα) λειτουργεί για περίπου μισή ώρα με φορτίο το οποίο είναι σχεδόν ίσο με το μέγιστο φορτίο στο οποίο μπορεί η εγκατάσταση να ανταπεξέλθει. Ακριβέστερα η πρώτη αντλία λειτουργεί στα 42 Hz και η δεύτερη στα 50 Hz. Αυτό συμβαίνει για να μπορέσει το αντλιοστάσιο να καλύψει την αυξημένη ζήτηση του δικτύου. [13].

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπως είναι αναμενόμενο η ζήτηση είναι αυξημένη σχεδόν καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Γεγονός που συνεπάγεται πως τα δύο αντλητικά συστήματα λειτουργούν όπως στην εικόνα 8.12, όχι όμως μόνο για μισή ώρα αλλά σχεδόν για όλη τη διάρκεια της ημέρας. Λόγω του παραπάνω φαινομένου το τμήμα Αθηνών έχει πραγματοποιήσει σύνδεση της αντλίας PA09CBP02 με τα αντλιοστάσια με τα οποία ασχολείται η έκθεση. Για την υλοποίηση της εν λόγω σύνδεσης χρειάστηκαν βάνες και σωληνώσεις. Η τιμή της παροχής της αντλίας που αναφέραμε, είναι πάνω από τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την τιμή της παροχής του δικτύου και η τιμή του μανομετρικού της είναι ίση με αυτή του δικτύου. [13].

Παρατηρούμε λοιπόν πως έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες για να ενισχυθεί το αντλιοστάσιο. Εντούτοις λόγω του δυσανάλογου χαρακτήρα που παρουσιάζει το μέγεθος της παροχής στη διάρκεια του έτους, οι προσπάθειες αυτές δεν είναι αρκετές. Για μία τέτοια περίπτωση, κρίνεται αναγκαία η χρήση inverter για την ηλεκτρική οδήγηση των αντλιών. [13].

Περνάμε τώρα στο αντλιοστάσιο B, για το οποίο πέραν της διαπίστωσης της αναγκαιότητας ύπαρξης inverter, θα γίνει και συγκεκριμένη πρόταση για τα inverter που χρειάζονται..

- Αντλιοστάσιο Β: Στο αντλιοστάσιο Β χρησιμοποιούνται δύο εκκινητές Υ-Δ οι οποίοι βρίσκονται στην εγκατάσταση για πολύ καιρό. Λόγω παλαιότητας λοιπόν συνιστάται η αντικατάστασή τους. Για να αναβαθμιστεί η εγκατάσταση, η αντικατάστασή τους θα πρέπει να γίνει με 2 inverter, τα οποία φυσικά θα έχουν ανάλογη ισχύς. Με την προσθήκη των inverter η εγκατάσταση γίνεται πιο ευέλικτη και αποκτά μεγαλύτερες δυνατότητες στον τομέα της ρύθμισης. [13].

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως το αντλιοστάσιο Β είναι αναγκαίο να χαρακτηρίζεται από ευελιξία, η οποία αναλογεί στις απαιτήσεις που καλείται να καλύψει και φυσικά να έχει εφεδρεία. Για να ικανοποιηθούν τα παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη η προμήθεια τριών inverter, τα οποία θα είναι τριφασικά, σταθερής ροπής και θα χαρακτηρίζονται από τις ακόλουθες τιμές μεγεθών. [13] :

- Ιπποδύναμη: 20 HP, Ηλεκτρική Ισχύς: 15 KW, τεμάχια: 2. [13].
- Ιπποδύναμη: 50 HP, Ηλεκτρική Ισχύς: 37 KW, τεμάχια: 1. [13].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ SCADA

9.1 Εισαγωγή στα συστήματα SCADA.

Το κεφάλαιο 9 ασχολείται με την παρουσίαση των συστημάτων SCADA γενικά, για να περάσουμε έπειτα στα SCADA των δικτύων ύδρευσης του κεφαλαίου 11.

Ο όρος SCADA προέρχεται από τις λέξεις supervisory control and data acquisition, που στην ελληνική γλώσσα μεταφράζονται ως εποπτεία, έλεγχος και απόκτηση δεδομένων. Τα συστήματα SCADA είναι ουσιαστικά μια εφαρμογή της επιστήμης της βιομηχανικής πληροφορικής. Η εφαρμογή αυτή όπως θα καταδείξει η παρούσα εργασία, μας βοηθά να εποπτεύουμε παραγωγικές διαδικασίες καθώς και διάφορους άλλους τύπους διεργασιών. [29].

Όλες οι διεργασίες είτε σχετίζονται με την παραγωγή προϊόντων είτε όχι, χαρακτηρίζονται από ένα σύνολο βασικών παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί έχουν μέγιστη σημασία για την λειτουργία του συστήματος στο οποίο εντάσσεται η διεργασία, καθώς και για τον έλεγχό του. Για παράδειγμα σε ένα δίκτυο ύδρευσης, οι βασικές παράμετροι είναι η πίεση του

ρέοντος ύδατος, η παροχή από/σε διάφορες εγκαταστάσεις ή στο δίκτυο και η στάθμη των δεξαμενών.

Τα συστήματα SCADA εστιάζουν στις βασικές παραμέτρους της διεργασίας. Ειδικότερα τις παρακολουθούν on-line επί 24ώρου βάσεως με την βοήθεια PLC και καταγράφουν τις τιμές τους. Παρέχουν έτσι ανά πάσα στιγμή μια πλήρη εικόνα για την πορεία τους. Επίσης μέσω μιμικών διαγραμμάτων, αναπαριστούν με αληθοφάνεια τη διεργασία σαν σύνολο ή τα επιμέρους κομμάτια της ξεχωριστά. Τέλος ειδοποιούν για τυχόν προβληματικές καταστάσεις και παρέχουν μεγάλες δυνατότητες στον τομέα του τηλεελέγχου των διαφόρων εγκαταστάσεων. Όλα τα παραπάνω λοιπόν μας φανερώνουν πως ένα σύστημα SCADA παρέχει μεγάλες δυνατότητες για τον τηλεέλεγχο και τηλεχειρισμό, την τηλεεποπτεία με άλλα λόγια μιας εγκατάστασης.

Τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Με μία απλή κατηγοριοποίηση, έχουμε τους ακόλουθους τρεις τομείς:

1. Βιομηχανικές διεργασίες. Οι διεργασίες αυτές σχετίζονται με την παραγωγή προϊόντων, διάφορες κατασκευές ή με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. [29].
2. Διεργασίες υποδομής. Ο συγκεκριμένος τύπος διεργασιών, συναντάται στον ιδιωτικό και στον δημόσιο τομέα. Διεργασία υποδομής αποτελεί η επεξεργασία-διανομή του νερού ή κάποιο επικοινωνιακό σύστημα το οποίο έχει μεγάλη γεωγραφική έκταση. [29].
3. Διεργασίες που σχετίζονται με άλλους τύπους εγκαταστάσεων. Τέτοιες μπορεί να είναι κτιριακές εγκαταστάσεις, αεροδρόμια, πλοία ή εγκαταστάσεις διαστημικών προγραμμάτων. [29].

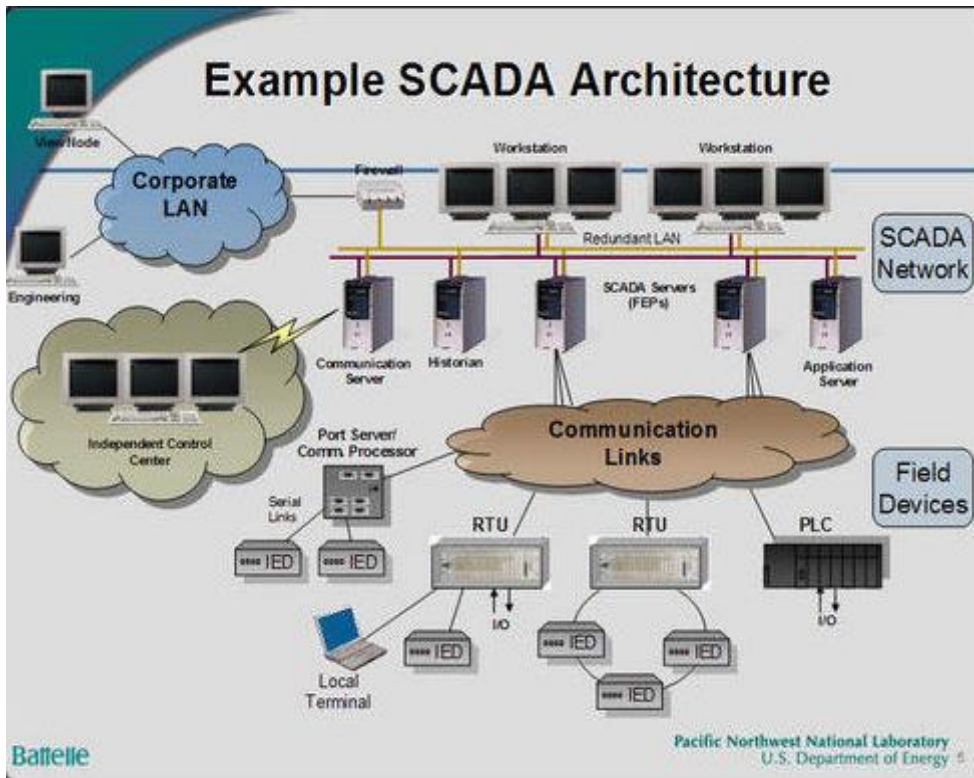
Όπως είναι εμφανές το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, δηλαδή το δίκτυο ύδρευσης μίας πόλης σχετίζεται με την κατηγορία νούμερο 2.

9.2 Δομικά μέρη ενός συστήματος SCADA.

Θα παρουσιάσουμε τώρα τα δομικά μέρη ενός συστήματος SCADA. Η παρουσίαση δεν περιλαμβάνει σχόλια, καθώς τα μέρη αυτά θα παρουσιαστούν ή έχουν ήδη παρουσιαστεί με λεπτομέρειες στην πορεία της εργασίας. Ένα σύστημα SCADA αποτελείται πολύ γενικά από:

1. Κεντρικός υπολογιστικός σταθμός-Κέντρο ελέγχου. [29].
2. Γραμμές-δίκτυα επικοινωνίας. [29].

3. RTU. [29].
4. Ελεγχόμενο σύστημα. [29].



Εικόνα 9.1 Δομή ενός συστήματος SCADA. [30].

9.3 RTU.

Η ονομασία RTU προέρχεται από τις αγγλικές λέξεις Remote Terminal Units που στα ελληνικά μεταφράζονται ως απομακρυσμένες τερματικές μονάδες. Πρόκειται για ένα μεγίστης σημασίας στοιχείο για τα συστήματα SCADA και την έννοια της τηλεμετρίας εν γένει. Ουσιαστικά η τηλεμετρία μπορεί να νοηθεί ως αποστολή μετρήσεων και σημάτων ελέγχου μεταξύ δύο RTU, ή ως η αποστολή αυτών από και προς πολλαπλά RTU. Ένα από τα βασικά γνωρίσματα του SCADA σαν έννοια είναι ότι αναφέρεται στον απομακρυσμένο έλεγχο. Τα RTU είναι τα στοιχεία που ενσαρκώνουν την έννοια του απομακρυσμένου ελέγχου, καθώς εγκαθίστανται σε σημεία τα οποία χαρακτηρίζονται ως απομακρυσμένα και επιτελούν το έργο της αποστολής και λήψης εντολών και δεδομένων. Τα RTU βεβαίως επικοινωνούν με τον κεντρικό Η/Υ του συστήματος SCADA. Πιο αναλυτικά τα RTU επιτελούν τις δύο ακόλουθες βασικές λειτουργίες. [31].

- Τα RTU μετατρέπουν εισερχόμενα σήματα τα οποία προέρχονται από τον πραγματικό κόσμο, σε αντίστοιχα σήματα τα οποία είναι δυνατόν να

αποστέλλουν σε άλλο RTU ή τον HY του κέντρου ελέγχου. Τα εισερχόμενα σήματα μπορεί να αφορούν πίεση, τάση, επαφές κλπ και προέρχονται από αισθητήρια. [31].

- Τα RTU μετατρέπουν εισερχόμενα σήματα τα οποία έστειλε κάποιο άλλο RTU ή ο HY του κέντρου ελέγχου, σε σήματα εξόδου. Έπειτα στέλνουν τα σήματα εξόδου για να εκτελεστεί κάποια ενέργεια που αφορά την ελεγχόμενη διεργασία. Τέτοια ενέργεια μπορεί να είναι η εκκίνηση ή η παύση λειτουργίας ενός κινητήρα και το άνοιγμα ή το κλείσιμο μίας ηλεκτροβάννας. [31].

9.4 SCADA και HMI.

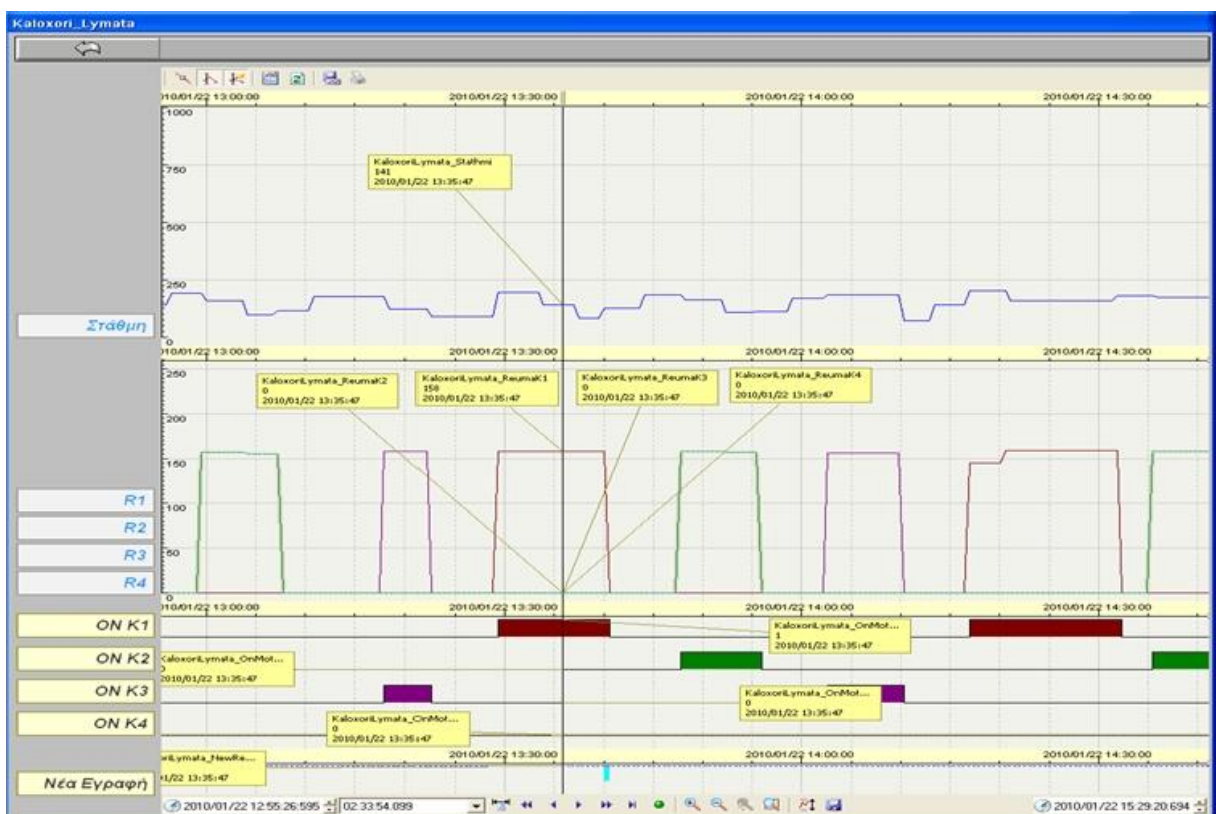
Η ονομασία HMI προέρχεται από τις αγγλικές λέξεις Human Machine Interface. Η ελληνική μετάφραση λοιπόν είναι διεπαφή ανθρώπου μηχανής. Πρόκειται για ένα όργανο που παρουσιάζει στο χρήστη δεδομένα και καταστάσεις που αφορούν τη διεργασία. Μέσω του οργάνου αυτού, ο χειριστής μπορεί να εποπτεύει την διεργασία και να επεμβαίνει στις διάφορες λειτουργίες που αυτή περιλαμβάνει. Το HMI λοιπόν αποτελεί το μέσο για την αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος SCADA και του ανθρώπινου παράγοντα. Προσφέρει μια ολοκληρωμένη επικοινωνία μεταξύ συστήματος και χειριστή. [29].

Πώς όμως το σύστημα HMI συνδέει τον άνθρωπο με το σύστημα SCADA; Το HMI μέσω της οθόνης H/Y, δίνει τις απαραίτητες πληροφορίες στο χρήστη με γραφικό τρόπο. Ακριβέστερα χρησιμοποιεί αληθοφανή μιμικά διαγράμματα και προσφέρει έτσι μία οπτική απεικόνιση της διεργασίας συνολικά, αλλά και των επί μέρους λειτουργιών και εξαρτημάτων της ξεχωριστά. Το HMI παρέχει στον χρήστη πρόσβαση σε διαγράμματα, τιμές μεταβλητών και στις διάφορες καταστάσεις των εξαρτημάτων. Παρέχει επίσης πρόσβαση στο ιστορικό αρχείο του συστήματος και σε ειδικά διαγράμματα. Μέσω του HMI ο χρήστης μπορεί τέλος να εκτελέσει ενέργειες τηλεχειρισμού. [29].

Οι έννοιες SCADA και HMI είναι πολύ στενά συνδεδεμένες. Τόσο στενά που συχνά δεν γίνεται διαχωρισμός μεταξύ τους. [29].



Εικόνα 9.2 Σύστημα HMI-απεικόνιση διεργασίας δικτύου αποχέτευσης. [32].



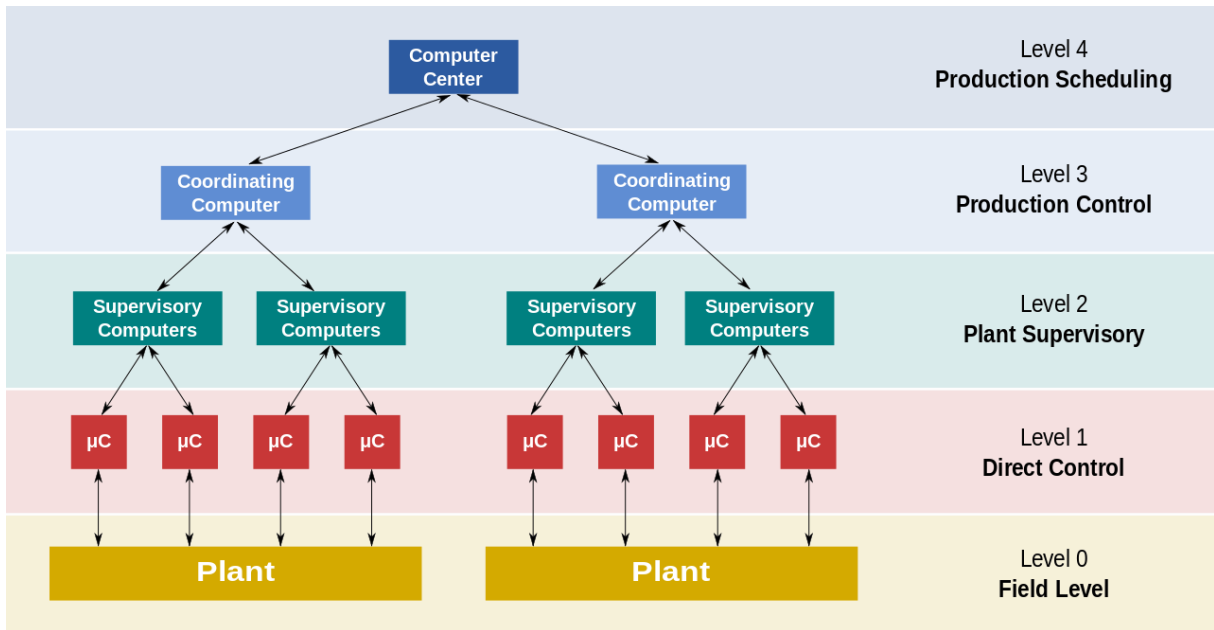
Εικόνα 9.3 Σύστημα HMI-δεδομένα για δίκτυο αποχέτευσης. [32].

9.5 Λειτουργία ενός συστήματος SCADA.

Αφού παρουσιάστηκαν τα βασικά στοιχεία που πρέπει να γνωρίζουμε για ένα σύστημα SCADA, προχωράμε σε μία περιγραφή της λειτουργία του. Παρουσιάζουμε λοιπόν μια μία τις βασικές λειτουργίες που εκτελεί.

- Συλλογή δεδομένων. Το σύστημα συλλέγει δεδομένα από οποιοδήποτε σημείο υπάρχουν εγκαταστάσεις, όσο απομακρυσμένο και αν είναι αυτό. Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται αρχικά από τα PLC και τα RTU και φθάνουν στο κέντρο ελέγχου μέσω των διαφόρων δικτύων που χρησιμοποιούμε. Τα δίκτυα αυτά μπορεί να τα συναντήσουνε και με την ονομασία δίκτυο βιομηχανικού αυτοματισμού, η οποία και τα περιλαμβάνει όλα. [29].
- Αποθήκευση πληροφοριών. Το σύνολο των πληροφοριών που συλλέγονται, αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων του συστήματος. Με τη βοήθεια του υλικού της βάσης δεδομένων, είναι δυνατή η γραφική αναπαράσταση των διαφόρων μεγεθών. [29].
- Ανάλυση δεδομένων. Τα δεδομένα που φθάνουν στο κέντρο ελέγχου δεν αποθηκεύονται μόνο, αλλά επίσης αναλύονται. Με την ανάλυση των δεδομένων εντοπίζονται τιμές επικίνδυνες ή απλά μη κανονικές. Έπειτα όπως είναι αναμενόμενο το σύστημα ειδοποιεί τον χρήστη, χρησιμοποιώντας σήματα συναγερμού. [29].
- Έλεγχος κλειστού βρόγχου. Το σύστημα SCADA μας δίνει την δυνατότητα να ελέγξουμε τις διεργασίες με τη τεχνική του κλειστού βρόγχου. Για τον έλεγχο έχουμε στη διάθεσή μας αυτόματες και χειροκίνητες μεθόδους. [29].
- Γραφική απεικόνιση της διεργασίας συνολικά ή κάποιων τμημάτων της μεμονωμένα. Η απεικόνιση αυτή γίνεται μέσω μιμικών διαγραμμάτων, όπως έχουμε ήδη αναφέρει. [29].
- Καταγραφή του συνόλου των συμβάντων. Το σύστημα καταγράφει όλα ανεξαιρέτως τα συμβάντα που αφορούν τις ελεγχόμενες διεργασίες. Δημιουργεί έτσι ένα πολύ χρήσιμο ιστορικό αρχείο. [29].
- Μεταφορά δεδομένων. Πέρα από την μεταφορά δεδομένων μεταξύ σταθμών ελέγχου, εγκαταστάσεων και κέντρου ελέγχου, το σύστημα SCADA μεταφέρει δεδομένα και προς άλλους προορισμούς. Ειδικότερα είναι σε θέση να μεταφέρει δεδομένα στα διάφορα άλλα τμήματα του κεντρικού συστήματος. Γίνεται λόγος για το κεντρικό σύστημα πληροφόρησης και διαχείρισης. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν πως ένα σύστημα SCADA έχει τεράστιες δυνατότητες στον τομέα της μεταφοράς δεδομένων. [29].

- Έλεγχος πρόσβασης. Το σύστημα ελέγχει ποιός θα έχει πρόσβαση στα υποσυστήματά του και βέβαια στο κεντρικό του σύστημα. [29].



Εικόνα 9.4 Γενική παρουσίαση των λειτουργιών ενός συστήματος SCADA. [33].

9.6 Πλεονεκτήματα και οφέλη.

Τα βασικά πλεονεκτήματα ενός συστήματος SCADA και τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση του είναι τα ακόλουθα:

- Άμεση πληροφόρηση ανά πάσα στιγμή για την κατάσταση της ελεγχόμενης διεργασίας. [29].
- Έγκαιρη ενημέρωση για ζητήματα που αφορούν την ασφάλεια τόσο των εγκαταστάσεων όσο και του προσωπικού. Τέτοια ζητήματα είναι βλάβες καθώς επίσης και διάφορες δυσλειτουργίες του εξοπλισμού. [29].
- Υπάρχει δυνατότητα πρόγνωσης και διάγνωσης των βλαβών που εμφανίζει ο εξοπλισμός. Επίσης οι εν λόγω βλάβες εντοπίζονται έγκαιρα. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι να μεγιστοποιείται η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού. [29].
- Γίνεται αντιστάθμιση των μεταβλητών ελέγχου που σχετίζονται με την διεργασία. Η αντιστάθμιση αυτή μας προσφέρει σημαντικά οφέλη. Μέσω αυτής καταφέρνουμε να διατηρούμε τις δεδομένες ονομαστικές τιμές. Επίσης συντελεί στην διατήρηση της παραγωγής στα επίπεδα που απαιτείται. [29].

- Το σύνολο των πληροφοριών που μας ενδιαφέρουν καταγράφονται και αποθηκεύονται. [29].
- Αυξάνεται η παραγωγικότητα του εξοπλισμού καθώς αυτός λειτουργεί καλύτερα με τη βοήθεια του συστήματος SCADA. [29].
- Αυξάνεται η παραγωγή. Αυτή η αύξηση πραγματοποιείται γιατί οι δυνατότητες που έχουν τα μέσα παραγωγής, όταν χρησιμοποιούμε σύστημα SCADA αξιοποιούνται με καλύτερο τρόπο. [29].
- Μειώνεται το κόστος παραγωγής που αντιστοιχεί σε μία μονάδα παραγόμενου προϊόντος. Η μείωση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι μέσω SCADA επιτυγχάνεται η βέλτιστη δυνατή χρήση των εσωτερικών πηγών ενέργειας. [29].
- Καλυτερεύει και η ποιότητα των προϊόντων που παράγουμε. Οι συνθήκες λειτουργίας είναι εφικτό να παραμένουν εντός στενών ορίων από πλευράς ανοχών. [29].
- Υπάρχει ευελιξία στην παραγωγή. Η ευελιξία αυτή είναι πολύ σημαντική καθώς πλέον οι συνθήκες της αγοράς συνεχώς μεταβάλλονται. [29].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

10.1 Εισαγωγή.

Το κεφάλαιο 10 αποτελεί μία συνοπτική παρουσίαση του συνόλου των εννοιών-διαδικασιών οι οποίες συντελούν στην οργάνωση και την ορθή λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης. Θεωρείται χρήσιμη η παρουσίαση του συνόλου του οποίου αποτελεί μέρος ένα σύστημα SCADA, πριν μιλήσουμε πιο διεξοδικά για αυτό.

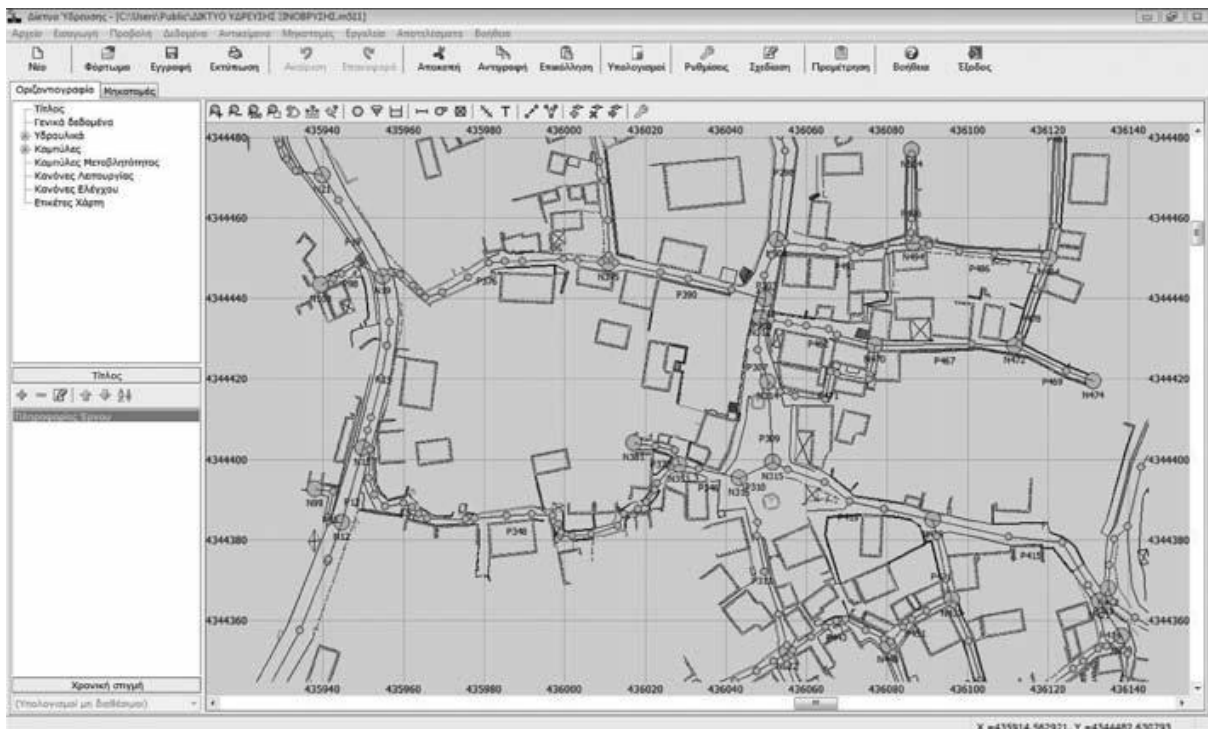
10.2 Καταγραφή δικτύου.

Ο φορέας διαχείρισης του δικτύου είναι απαραίτητο να έχει μία πλήρη και σαφή εικόνα για τα περιγραφικά και χωρικά δεδομένα, που αφορούν διάφορα αντικείμενα. Τα αντικείμενα αυτά έχουν προφανώς σχέση με το δίκτυο, η οποία μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση. Τα βασικά αντικείμενα της καταγραφής τα οποία ο φορέας πρέπει να γνωρίζει οπωσδήποτε είναι τα ακόλουθα. [34] :

- Ακριβής θέση των δικτύων. [34].

- Τεχνικά χαρακτηριστικά που αφορούν τους αγωγούς του δικτύου. Για παράδειγμα η διατομή ενός αγωγού και το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένος. [34].
- Οι θέσεις των δικλίδων και διαφόρων σημαντικών σημείων του δικτύου. Τέτοια είναι τα σημεία εξαερισμού, καθαρισμού κλπ. [34].
- Συμβεβλημένοι παροχείς. Πρέπει να υπάρχει γνώση των πλήρη στοιχείων τους. Των καταναλώσεών τους και των εκκρεμοτήτων τους από οικονομικής άποψης. Πρέπει τέλος να υπάρχει εικόνα για το πού ακριβώς βρίσκεται η κάθε παροχή. [34].
- Λεπτομερής καταγραφή όλων των βλαβών που συμβαίνουν στο δίκτυο και των στοιχείων που τις αφορούν. Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι το είδος της βλάβης, η αιτία που την προκάλεσε, το κόστος επισκευής κλπ. [34].

Τα παραπάνω αντικείμενα δίνουν δεδομένα χωρικού και περιγραφικού χαρακτήρα. Η καταγραφή των χωρικών δεδομένων γίνεται με τη βοήθεια χαρτών, ενώ για να καταγράψουμε τα περιγραφικά δεδομένα χρησιμοποιούμε βάσεις δεδομένων. Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών δεδομένων με τη χρήση λογισμικού G.I.S. Ένας άλλος τρόπος για να γίνει αυτή η σύνδεση, είναι μια απλή αντιστοιχία της ονομασίας τους. Όταν ασχολούμαστε με μεγάλα δίκτυα, αναγκαστικά θα χρησιμοποιήσουμε συστήματα G.I.S και βάσεις δεδομένων. [34].



Εικόνα 10.1 Χαρτογράφηση εσωτερικού δικτύου ύδρευσης. Απεικονίζει τα κτίρια και τις παροχές. [34].

10.3 Διαχείριση δικτύων.

Ένα σύστημα για τη διαχείριση δικτύου περιλαμβάνει:

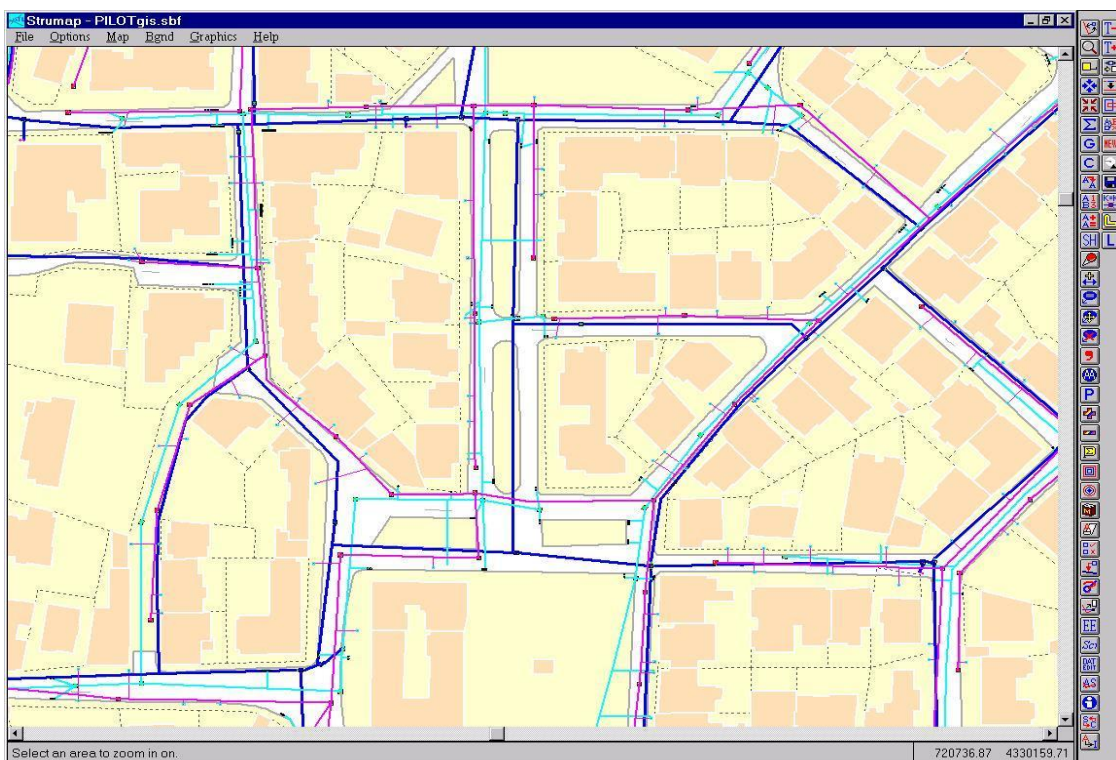
1. Καταγραφή των πελατών. Καταγραφή δηλαδή των αναγκών του κάθε πελάτη, των οικονομικών συναλλαγών του και της κατανάλωσής του. [34].
2. Διαχείριση του δικτύου. Διαχείριση δηλαδή της φέρουσας ικανότητας που έχει ο κάθε αγωγός. Διαχείριση επίσης του ζητήματος του από που θα πάρει νερό η κάθε περιοχή. [34].
3. Διαχείριση βλαβών. Έστω πως υπάρχει βλάβη σε κεντρικό αγωγό. Πρέπει να είναι καθορισμένη η εφεδρική πηγή υδροδότησης των τμημάτων του δικτύου, στα οποία θα υπάρξει πρόβλημα στην τροφοδοσία λόγω της βλάβης. [34].
4. Ανάλυση βλαβών ώστε να εντοπιστούν προβληματικοί κλάδοι. Σε περίπτωση εντοπισμού τέτοιων κλάδων, ακολουθεί τοπική ανανέωση του δικτύου όπου υπάρχει ανάγκη. [34].
5. Εντοπισμός αφανών βλαβών. Ο όρος αυτός αναφέρεται σε αφανείς διαρροές νερού. [34].
6. Ανάπτυξη νέων υπό-δικτύων. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η ανάπτυξη χρησιμοποιούνται δεδομένα από άλλες εφαρμογές. [34].
7. Εισαγωγή νέων πληροφοριών. Γίνεται λόγος για νέες πληροφορίες, εννοώντας την κάλυψη κάποιων νέων περιοχών. [34].
8. Ανανέωση και ενημέρωση πληροφοριών που σχετίζονται με την αποτύπωση τμημάτων ενός δικτύου. Η ενημέρωση μέσω της εισαγωγή συμπληρωματικών ή νέων στοιχείων. [34].
9. Στοιχεία όπως κλιματολογικά δεδομένα, πυκνότητα του πληθυσμού και διάφορα άλλα. [34].

10.4 G.I.S.

Όπως έγινε κατανοητό και από τα δύο προηγούμενα υποκεφάλαια, απαραίτητο εργαλείο για την καταγραφή και την διαχείριση ενός δικτύου ύδρευσης αποτελεί το G.I.S. Τα αρχικά αυτά προέρχονται από τις αγγλικές λέξεις Geographic Information Systems, οι οποίες στα ελληνικά μεταφράζονται ως σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών.

Το G.I.S είναι ένα σύστημα το οποίο διαχειρίζεται βάσεις δεδομένων. Η διαχείριση αυτή πραγματοποιείται με σκοπό να συγκεντρωθούν, αποθηκευτούν, ανακτηθούν, αναλυθούν και σε τελικό στάδιο να παρουσιαστούν χωρικές-γεωγραφικές πληροφορίες. [35].

Για ένα δίκτυο ύδρευσης συγκεντρώνεται αρχικά πρωτογενές χαρτογραφικό υλικό. Το υλικό αυτό αποτελείται από χάρτες και τοπογραφικά διαγράμματα. Με βάση το υλικό αυτό χτίζουμε το υπόβαθρο που απαιτείται για να δημιουργηθεί μια εφαρμογή G.I.S. Έπειτα περνάμε στην εφαρμογή το σύνολο των στοιχείων του δικτύου. Γίνεται λόγος για αντλητικά συστήματα, δεξαμενές, αγωγούς κλπ. Τελικά το δίκτυο ύδρευσης στην ολότητά του, αποτυπώνεται γραφικά στον υπολογιστή. [35].



Εικόνα 10.2 Γραφική απεικόνιση δικτύου με τη χρήση G.I.S. [35].

10.5 Μαθηματική προσομοίωση δικτύου ύδρευσης.

Το σύνολο των στοιχείων του δικτύου εισάγονται σε έναν Η/Υ, στον οποίο λειτουργεί το απαραίτητο λογισμικό για τη διαδικασία της μοντελοποίησης δικτύου. Απαιτείται επίσης η εισαγωγή των καταναλώσεων στον Η/Υ και η εισαγωγή πάσας λεπτομέρειας αναφορικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διαφόρων στοιχείων. Τέτοια λεπτομέρεια μπορεί να αποτελούν π.χ. οι διαστάσεις τους. Έπειτα εκτελούνται διάφορα σενάρια ζήτησης, τα οποία βασίζονται στα υπάρχοντα στοιχεία και στην μέλλουσα εκτιμώμενη πληθυσμιακή εξέλιξη

της περιοχής. Τέλος το μοντέλο επιλύεται και μας δίνει αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα αυτά είναι τιμές πίεσης και παροχής οι οποίες αφορούν τους κόμβους που περιλαμβάνει το μοντέλο. [35].

Συνεπώς είναι ανά πάσα στιγμή διαθέσιμο το μαθηματικό μοντέλο, το οποίο αποτελεί ένα ομοίωμα του δικτύου. Έστω ότι πρέπει να γίνει κάποια αλλαγή ή επέκταση στο δίκτυο, είτε υπάρχει κάποιο πρόβλημα στη λειτουργία του. Υπάρχει η δυνατότητα της προσομοίωσης λειτουργίας του δικτύου και κατ επέκταση της εξέτασης των αποτελεσμάτων της ενέργειας που πρόκειται να πραγματοποιηθεί, πριν ξεκινήσει η οποιαδήποτε εργασία. [35].

10.6 Δυνατότητες στη διαχείριση δικτύων.

Με τις ενέργειες και τα εργαλεία που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα υποκεφάλαια, προκύπτουν οι ακόλουθες δυνατότητες στην διαχείριση δικτύων ύδρευσης:

1. Γνώση του συνόλου των δικτύων και έτσι υπάρχει η δυνατότητα να εκτελούνται οι εργασίες ομαλά. Ο όγκος των πληροφοριών που παρέχονται στο υπεύθυνο για την διαχείριση σύστημα είναι τεράστιος. Ζήτημα αποτελεί πλέον ο τρόπος με τον οποίο θα διαχειριστεί το σύστημα αυτές τις πληροφορίες. [34].
2. Το περιβάλλον του GIS παρέχει:
 - Προμετρητικά στοιχεία. Όπερ σημαίνει μήκη αγωγών, εξοπλισμός, υλικά. [34].
 - Ειδοποίηση στο καταναλωτικό κοινό όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί προγραμματισμένη διακοπή. [34].
 - Καταγραφή της θέσης που συμβαίνουν οι βλάβες και συνεπώς καταγραφή της θέσης των επισκευών που πρέπει να ακολουθήσουν. [34].
3. Εντοπισμός προβληματικών περιοχών του δικτύου ύδρευσης, ο οποίος επιτυγχάνεται μέσω της μαθηματικής προσομοίωσης. Προβλήματα που ενδέχεται να εμφανίζονται είναι η χαμηλή ποιότητα του νερού, υπερπίεσεις ή απώλειες. Μέσω της προσομοίωσης επιτυγχάνεται επίσης και ο προγραμματισμός κάποιων ελεγχόμενων παρεμβάσεων, ήτοι διακοπών, επεκτάσεων ή συντηρήσεων. Επιτυγχάνεται επίσης και η διαχείριση έκτακτων καταστάσεων όπως κάποια πυρκαγιά ή μόλυνση της πηγής τροφοδοσίας. Τέλος γίνεται σχεδιασμός και για εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας. [34].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΣΥΣΤΗΜΑ SCADA ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

11.1 Εισαγωγή.

Το κεφάλαιο 11 είναι το πρώτο από τα δύο κεφάλαια της παρούσας εργασίας, τα οποία θα ασχοληθούν με την εφαρμογή συστημάτων SCADA συγκεκριμένα στα δίκτυα ύδρευσης. Το παρόν κεφάλαιο έχει ως αντικείμενο τα συστήματα SCADA στην διαχείριση υδρευτικών δικτύων σε ένα γενικό πλαίσιο ενώ το επόμενο και προτελευταίο κεφάλαιο της εργασίας, θα παρουσιάσει συγκεκριμένη εφαρμογή που αφορά το υδρευτικό δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π.

Αντιθέτως, αυτό το κεφάλαιο περιέχει δεδομένα και παραδείγματα από τα υδρευτικά δίκτυα διαφόρων περιοχών της χώρας. Επισημαίνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις δεν υπάρχει ταύτιση του χρησιμοποιούμενου software ή hardware, μεταξύ του δικτύου της Ε.ΥΔ.Α.Π και των δικτύων των περιοχών από τις οποίες παραθέτουμε στοιχεία και παραδείγματα. Εντούτοις η φιλοσοφία των συστημάτων SCADA παραμένει η ίδια.

11.2 Σταθμοί του συστήματος τηλεελέγχου.

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα γίνει μία συνοπτική παρουσίαση των σταθμών του δικτύου ύδρευσης, οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους για να δημιουργήσουν το σύστημα τηλεελέγχου-τηλεμετρίας που διαχειριζόμαστε μέσω του SCADA.

1. Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου (ΚΣΕ): Αναφέρεται και ως κέντρο ελέγχου και τοποθετείται συνήθως στις κεντρικές εγκαταστάσεις του εκάστοτε φορέα διαχείρισης. Για το δίκτυο ύδρευσης, αποτελεί τον εγκέφαλο της διαδικασίας του τηλεχειρισμού και του τηλεελέγχου. Ο ΚΣΕ περιλαμβάνει το software και το hardware που απαιτούνται για την συγκέντρωση και διαχείριση δεδομένων, τον τηλεέλεγχο, τον τηλεχειρισμό και την γενικότερη διαχείριση του συστήματος. Περιλαμβάνει επίσης και σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS). Η παρουσία UPS είναι αυτονόητη αν αναλογιστούμε το μέγεθος της σημασίας που έχει ο όρος αδιάλειπτη, στη λειτουργία του κέντρου ελέγχου ενός δικτύου ύδρευσης. [36].
2. Περιφερειακοί σταθμοί ελέγχου (ΠΣΕ): Τοποθετούνται σε εγκαταστάσεις του φορέα οι οποίες βεβαίως ακολουθούν σε ιεραρχία τον ΚΣΕ. Η αποστολή τους είναι σε

κάποιο βαθμό η ίδια με αυτή του ΚΣΕ, ήτοι η συγκέντρωση δεδομένων, ο τηλεχειρισμός και η τηλεεποπτεία ενός υδρευτικού δικτύου γενικότερα. Μολονότι όλα τα δεδομένα που φτάνουν σε έναν ΠΣΕ φτάνουν και στον ΚΣΕ, οι δύο αυτοί σταθμοί δεν επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες. Οι βάσεις δεδομένων, οι στατιστικές εκθέσεις, η διαχείριση των δικτύων επικοινωνίας και οι περισσότερες διαδικασίες τηλεελέγχου, είναι μερικές από τις αρμοδιότητες για τις οποίες μόνο ο ΚΣΕ είναι υπεύθυνος και όχι κάποιος ΠΣΕ. Ένας ΠΣΕ περιλαμβάνει το απαραίτητο software και hardware για να διεκπεραιώσει την αποστολή του καθώς επίσης και σύστημα UPS.

3. Φορητός σταθμός ελέγχου (ΦΣΕ): Πρόκειται για φορητό υπολογιστή βιομηχανικού τύπου. Ο Υπολογιστής αυτός είναι ικανός να προγραμματίζει τοπικούς σταθμούς του δικτύου και να εκτελεί διαγνωστικό έλεγχο σε αυτούς, όταν βρίσκεται εκεί μαζί με το κατάλληλο προσωπικό. Επιπρόσθετα μέσω δικτυακής διασύνδεσης στο δίκτυο τηλεελέγχου, δύναται να εκτελεί παράλληλα με τον ΚΣΕ το σύνολο των προβλεπόμενων λειτουργιών, που εκτελεί το λογισμικό του συστήματος SCADA. [36].
4. Τοπικοί σταθμοί: Τοποθετούνται σε θέσεις ελέγχου του δικτύου, όπερ σημαίνει στο σύνολο των ΗΜ εγκαταστάσεων του δικτύου. Πέρα από τις δεξαμενές και τα αντλιοστάσια (ωστικά ή μη) για τα οποία έχει γίνει λόγος, σε ένα δίκτυο ύδρευσης μπορεί να υπάρχουν και άλλες ΗΜ εγκαταστάσεις. Ένα παράδειγμα αποτελούν οι γεωτρήσεις. Με την τοποθέτηση των τοπικών σταθμών στις ΗΜ εγκαταστάσεις, όπως είναι λογικό έχουμε την δυνατότητα τοπικού ελέγχου και τηλεχειρισμού. [36].

11.3 Κεντρικός σταθμός ελέγχου (ΚΣΕ).

Για την ορθή λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης, απαιτείται όπως έχει γίνει έως τώρα κατανοητό ένα καλά οργανωμένο και εξοπλισμένο σύμπλεγμα διαφόρων σταθμών, οι οποίοι παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Στον ειδικό τομέα της διαχείρισης, εργάζονται ο ΚΣΕ και οι ΠΣΕ. Με αυτό το υποκεφάλαιο, επιλέγουμε να δώσουμε περισσότερες λεπτομέρειες για τον ΚΣΕ, ένεκα της υψηλότερης θέσης που κατέχει στην ιεραρχία των σταθμών.

Βασική λειτουργία του ΚΣΕ είναι η πλήρης διαχείριση του συνολικού συστήματος τηλεελέγχου-τηλεεποπτείας. Η διαχείριση αυτή προϋποθέτει την εξασφάλιση ροής πληροφοριών, η οποία θα χαρακτηρίζεται από ομαλότητα και συνέχεια. Η ροή αυτή περιλαμβάνει αποστολή πληροφοριών από τους τοπικούς σταθμούς και με κατεύθυνση

αυτούς, καθώς επίσης και αποστολή πληροφοριών προς τους ΠΣΕ. Ο ΚΣΕ επίσης έχει την ευθύνη για την υποστήριξη του συνόλου των λειτουργιών που απαιτούνται σε επίπεδο εφαρμογών. [36].

Τα κύρια χαρακτηριστικά και οι κύριες απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει ένας ΚΣΕ είναι τα ακόλουθα:

- Ευελιξία του όλου συστήματος που χρησιμοποιεί και ευκολία στην επέκτασή του. Το εν λόγω σύστημα πρέπει να είναι σύμφωνο με το OSI και με τα διεθνή πρότυπα επικοινωνίας. [36].
- Υψηλή διαθεσιμότητα. Με τον όρο υψηλή εννοούμε πάνω από το 99% του συνολικού χρόνου λειτουργίας. [36].
- Δυνατότητα αδιάλειπτης λειτουργίας σε 24ωρη βάση, έχοντας υψηλό βαθμό αξιοπιστίας για τις συνθήκες γραφείου που επικρατούν συνήθως. [36].
- Ανταπόκριση χωρίς λάθη σε συνθήκες πλήρους φόρτισης με την ταυτόχρονη διατήρηση της πλήρους λειτουργικότητάς του. [36].
- Η λειτουργία του θα πρέπει να βασίζεται σε συστήματα SCADA τα οποία είναι διεθνώς αναγνωρισμένα. Ένα επιπλέον θετικό στοιχείο θα είναι τα συστήματα αυτά, να έχουν λειτουργήσει με επιτυχία σε συναφείς εφαρμογές. [36].
- Ευκολία στην επικοινωνία με άλλα δίκτυα και συστήματα. Έτσι εξασφαλίζεται και η ικανότητα ενσωμάτωσης μελλοντικών εφαρμογών στην λειτουργία του ΚΣΕ. [36].

Οι βασικές λειτουργίες που πρέπει να εκτελεί ο ΚΣΕ είναι οι εξής:

- Αυτόματη συλλογή και αποστολή πληροφοριών από και προς όλους τους ΠΣΕ και τους διάφορους απομακρυσμένους σταθμούς. Η διαδικασία αυτή πρέπει να εκτελείται σε πραγματικό χρόνο. [36].
- Τηλεέλεγχος και τηλεχειρισμός του συνόλου των τοπικών σταθμών. [36].
- Αξιόπιστη διεκπεραίωση των τηλεπικοινωνιών που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του συνολικού συστήματος. [36].
- Παροχή γραφικών πραγματικού χρόνου στον χρήστη καθώς και ιστορικών διαγραμμάτων. [36].
- Εφαρμογή ενός πλήρους συστήματος διαχείρισης συναγερμών και συμβάντων. Το σύστημα αναγγέλλει, επεξεργάζεται και εκτυπώνει τους διάφορους συναγερούς και τα διάφορα συμβάντα. [36].

- Real time διαχείριση πληροφοριών. Οι πληροφορίες καταχωρούνται σε βάση δεδομένων και αποθηκεύονται, άρα είναι διαθέσιμες για επεξεργασία στο μέλλον. [36].
- Εφαρμογή λειτουργιών redundancy ή στα ελληνικά <<θερμής εφεδρείας>>, για να μπορούμε να διακινήσουμε και να διαχειριστούμε πληροφορίες εντός του τοπικού δικτύου δηλαδή του LAN. [36].
- Στατιστική ανάλυση δεδομένων. [36].
- Πληροφόρηση του προσωπικού με πληροφορίες σχετικές με τη λήψη αποφάσεων για την εκτέλεση επεμβάσεων στο δίκτυο. [36].
- Λειτουργία συστήματος για την ολοκληρωμένη ενεργειακή διαχείριση. [36].
- Λειτουργία συστήματος για τη συντήρηση των μηχανημάτων και του εξοπλισμού. [36].
- Λειτουργία συστήματος για τη διαχείριση των καμερών ασφαλείας. [36].

11.4 Περιγραφή δικτύων τηλεελέγχου.

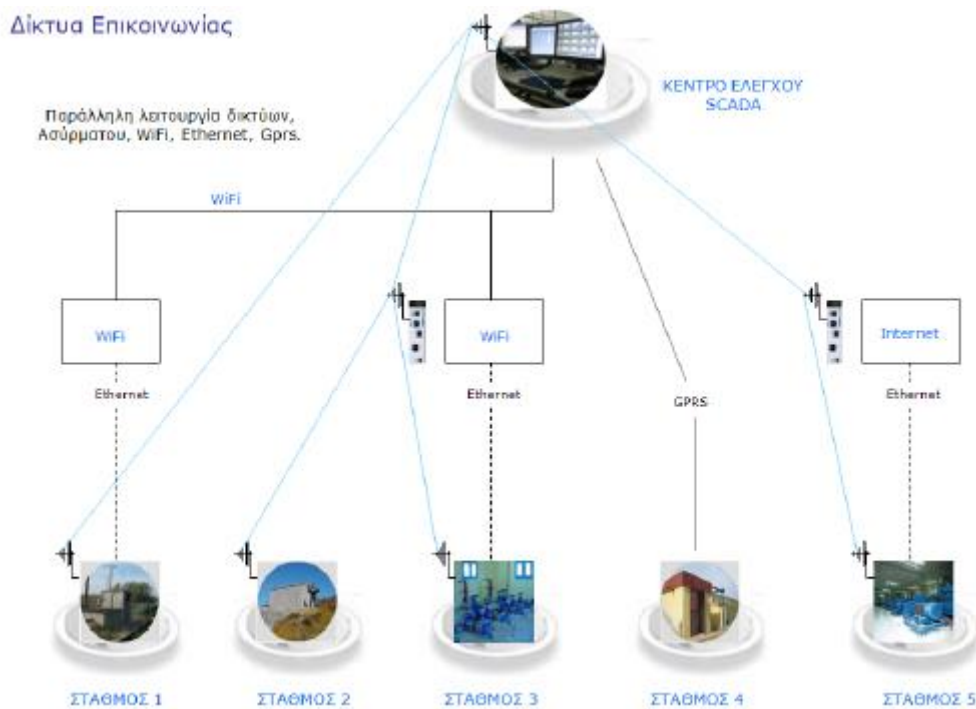
11.4.1 Εισαγωγή.

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα γίνει μία παρουσίαση των δικτύων τηλεελέγχου από την πλευρά του κλάδου των δικτύων-τηλεπικοινωνιών. Θα παρουσιάσουμε software, π.χ. πρωτόκολλο επικοινωνίας και hardware π.χ. PLC.

Αξίζει να σημειωθεί πως τα περιγραφόμενα δίκτυα είναι εμπεδωμένα. Δηλαδή δεν κρύβουν πιθανές δυσάρεστες εκπλήξεις στην διαδικασία του προγραμματισμού και της λειτουργίας τους. [37].

11.4.2 Τρόποι επικοινωνίας.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι διαθέσιμοι τρόποι επικοινωνίας, οι οποίοι λειτουργούν παράλληλα σε ένα κέντρο ελέγχου. [37].



Εικόνα 11.1 Τρόποι επικοινωνίας για τηλεέλεγχο δικτύων. [37].

Για κάθε έναν από τους σταθμούς του δικτύου είναι διαθέσιμοι δύο τρόποι επικοινωνίας. Ο ένας είναι ο βασικός και ο άλλος είναι ο επικουρικός. Ανεξαρτήτως του τρόπου επικοινωνίας που χρησιμοποιείται, το πρωτόκολλο είναι παντού ενιαίο. Το πρωτόκολλο αυτό είναι το Modbus. [37].

Το Modbus εφαρμόζεται στα εξωτερικά δίκτυα με τη χρήση του πρωτοκόλλου TCP/IP και με τη χρήση Ethernet. Αλλιώς έχουμε modbus over TCP ή στην άλλη περίπτωση modbus over Ethernet. [37].

Στα τοπικά δίκτυα, το modbus εφαρμόζεται απ' ευθείας με τη χρήση RS485/RS232 ή με τη χρήση Ethernet (modbus over Ethernet). [37].

11.4.3 Το πρωτόκολλο επικοινωνίας MODBUS.

Ασχέτως λοιπόν του μέσου επικοινωνίας, τη βάση για το δίκτυο τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού αποτελεί ένα ενιαίο πρωτόκολλο. Πρόκειται για ένα σειριακό πρωτόκολλο που έχει ως αντικείμενο τη διεργασία και τη μεταφορά δεδομένων, το MODBUS. [37].

Το MODBUS επιλέγεται για τα δίκτυα επικοινωνίας που αφορούν την ύδρευση για τους λόγους που ακολουθούν:

- Ευελιξία. [37].

- Απλότητα στο προγραμματισμό όπως και στη λειτουργία του. [37].
- Είναι εμπεδωμένο. Το τι συνεπάγεται η έννοια εμπεδωμένο αναφέρθηκε στην εισαγωγή του παρόντος υποκεφαλαίου. [37].
- Ύπαρξη τεράστιας εγκατεστημένης βάσης παγκοσμίως, αλλά και ειδικότερα στην Ελλάδα. Πράγμα που μαρτυρά την ύπαρξη τεχνογνωσίας. [37].
- Προσφέρεται από το σύνολο των κατασκευαστών PLC, αισθητηρίων, οργάνων, συσκευών. [37].
- Για όλους τους κόμβους επικοινωνίας modem RTU οι οποίοι υποστηρίζουν Modbus, υπάρχει η δυνατότητα της άμεσης σύνδεσης με τα εξωτερικά δίκτυα, οποιοδήποτε και αν είναι η μορφή επικοινωνίας. Όλες οι συσκευές, τα όργανα, τα αισθητήρια και τα εξαρτήματα τα οποία υποστηρίζουν modbus, έχουν τη δυνατότητα της άμεσης σύνδεσης με τα τοπικά δίκτυα. Εάν λοιπόν στο μέλλον χρειασθεί να γίνουν προσθήκες σταθμών στα εξωτερικά δίκτυα, το χαμηλό επίπεδο του κόστους είναι διασφαλισμένο. Το ίδιο ισχύει και για προσθήκες συσκευών και εξαρτημάτων στα τοπικά δίκτυα. Τέλος σε περίπτωση ανάγκης, διασφαλίζεται η άμεση αντικατάσταση των προαναφερθέντων, από οποιαδήποτε κατασκευάστρια εταιρία. [37].
- Πολύ χαμηλό κόστος για την εφαρμογή του στα διάφορα όργανα και τις διάφορες συσκευές. [37].

11.4.4 Δίκτυο τηλεελέγχου.

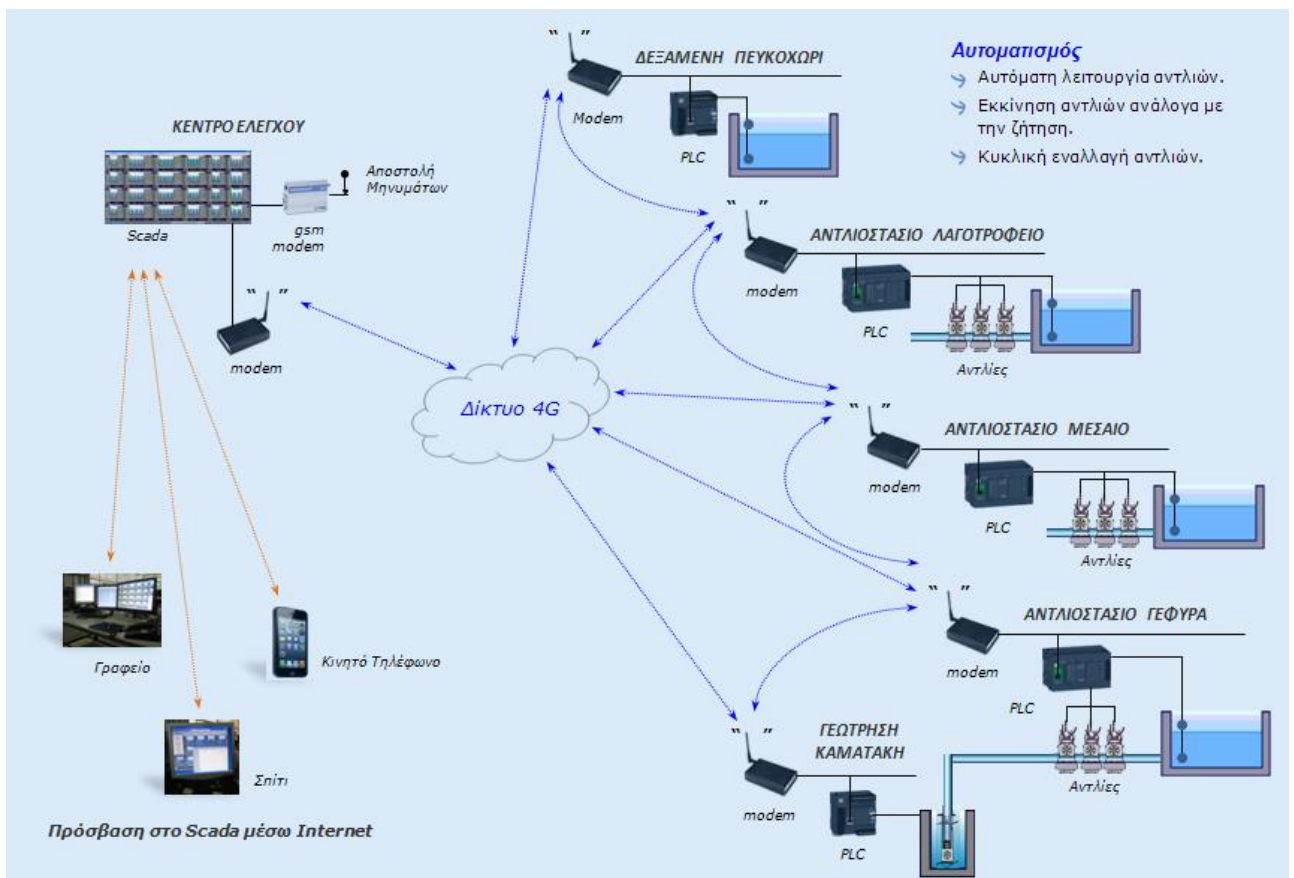
Όπως έχει ήδη αναλυθεί, το δίκτυο τηλεελέγχου απαρτίζεται από τον ΚΣΕ, τους ΠΣΕ και τους επιμέρους σταθμούς. Ο όρος επιμέρους σταθμοί είναι ταυτόσημος με τον όρο τοπικοί σταθμοί. Υπάρχει δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ του ΚΣΕ και των επιμέρους σταθμών, ενώ όταν είναι απαραίτητο, υπάρχει και δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ των τοπικών σταθμών. Οι ΠΣΕ επικοινωνούν επίσης με τον ΚΣΕ. [37].

Ο ΚΣΕ περιλαμβάνει τον κεντρικό Η/Υ, το σύστημα SCADA και διάφορες συσκευές που σχετίζονται με την επικοινωνία του με το δίκτυο (εξωτερικό ή το τοπικό). Οι τοπικοί σταθμοί περιλαμβάνουν έναν κόμβο επικοινωνίας modem RTU για να μπορούν να επικοινωνούν με εξωτερικά και τοπικά δίκτυα. Περιλαμβάνουν επίσης PLC συνοδευόμενο από το απαραίτητο λογισμικό και διάφορα όργανα και αισθητήρια. [37].

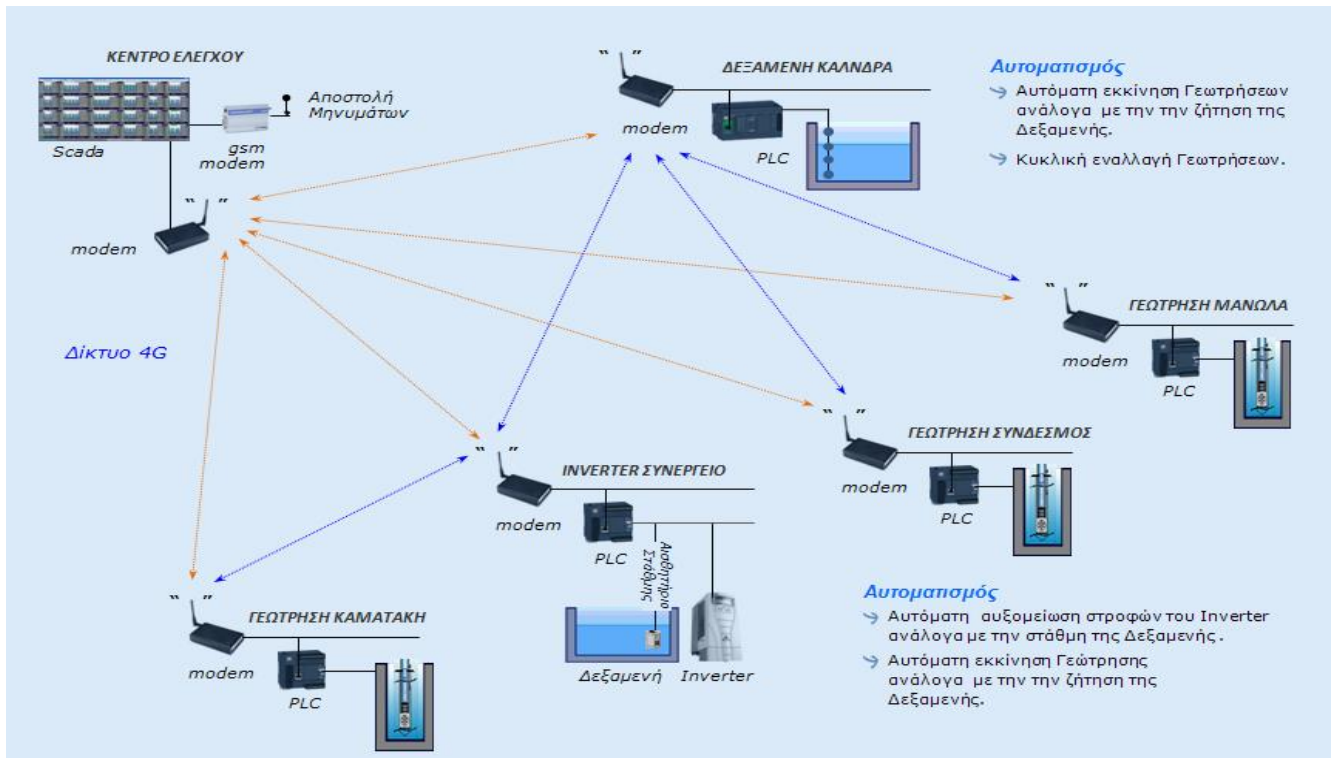
Ένα δίκτυο τηλεελέγχου απαρτίζεται από εξωτερικά και τοπικά δίκτυα. Τα εξωτερικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για να συνδέουν τους τοπικούς σταθμούς με τον ΚΣΕ, κάποιους σταθμούς

μεταξύ τους και τέλος, πραγματοποιούν συνδέσεις μεταξύ εξωτερικών δικτύων. Τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση του κόμβου επικοινωνίας RTU με τα PLC, τα αισθητήρια και τα διάφορα όργανα και συσκευές. Ο κόμβος αυτός συνδέεται με τα εξωτερικά δίκτυα. [37].

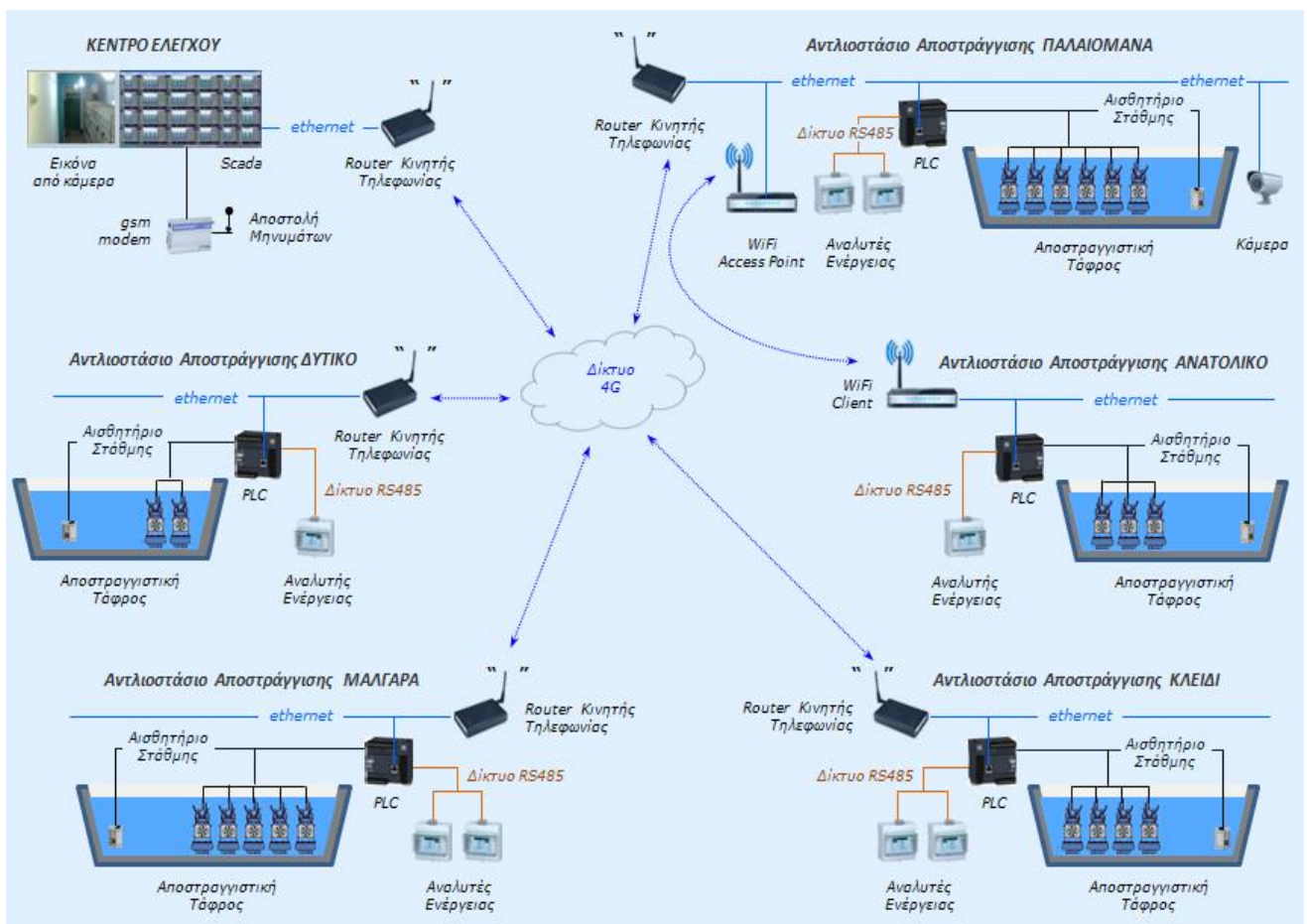
Ο κόμβος επικοινωνίας Modem RTU, αποτελεί ουσιαστικά μία συσκευή επικοινωνίας. Τη συσκευή επικοινωνίας αυτή, τη χρησιμοποιούμε για να συνδέσουμε τοπικές συσκευές οι οποίες είναι συνδεδεμένες στο τοπικό δίκτυο με: άλλους σταθμούς δηλαδή εξωτερικά δίκτυα, τον ΚΣΕ και όποιο άλλο εξωτερικό δίκτυο. Για να επικοινωνήσει με τα εξωτερικά δίκτυα, ένας κόμβος επικοινωνίας Modem RTU υποστηρίζει ποικίλους τρόπους, όπως: <<Radio, Ethernet, Internet, GPRS, GSM, Sms, PSTN, RS232>>. [37]. Περιλαμβάνει μία θύρα για προγραμματισμό. Για να συνδέεται στο τοπικό δίκτυο, διαθέτει μία θύρα RS485. Μία θύρα ethernet για να συνδέεται με το εξωτερικό δίκτυο ή συνδυαστικά και με τοπικό δίκτυο. Τέλος, διαθέτει μια θύρα για να συνδέεται με ένα από τα παρακάτω εξωτερικά δίκτυα: <<RadioFsk, GPRS, Gsm, Sms, Pstn, Rs232>>. [37]. Ακολουθούν χαρακτηριστικές και περιγραφικές εικόνες για το δίκτυο τηλεελέγχου σε δίκτυο ύδρευσης. [37].



Εικόνα 11.2 Διάταξη τηλεελέγχου και τηλεδιαχείρισης εγκατεστημένη σε δίκτυο ύδρευσης δήμου Ν1. [32].



Εικόνα 11.3 Διάταξη τηλεελέγχου και τηλεδιαχείρισης εγκατεστημένη σε δίκτυο ύδρευσης δήμου Ν2. [32].



Εικόνα 11.4 Διάταξη τηλεελέγχου και τηλεδιαχείρισης εγκατεστημένη σε δίκτυο ύδρευσης πόλεως. [32].

Στην πρώτη εικόνα απεικονίζεται η αλληλουχία επικοινωνίας μεταξύ αντλιοστασίων με σκοπό την πλήρωση δεξαμενών. Στη δεύτερη βλέπουμε τον τρόπο με τον οποίο μία εγκατάσταση δεξαμενής διαχειρίζεται εγκαταστάσεις γεωτρήσεων, με σκοπό την πλήρωσή της. Τέλος η επιτήρηση αντλιοστασίων στράγγισης απεικονίζεται στην τρίτη εικόνα. [32].

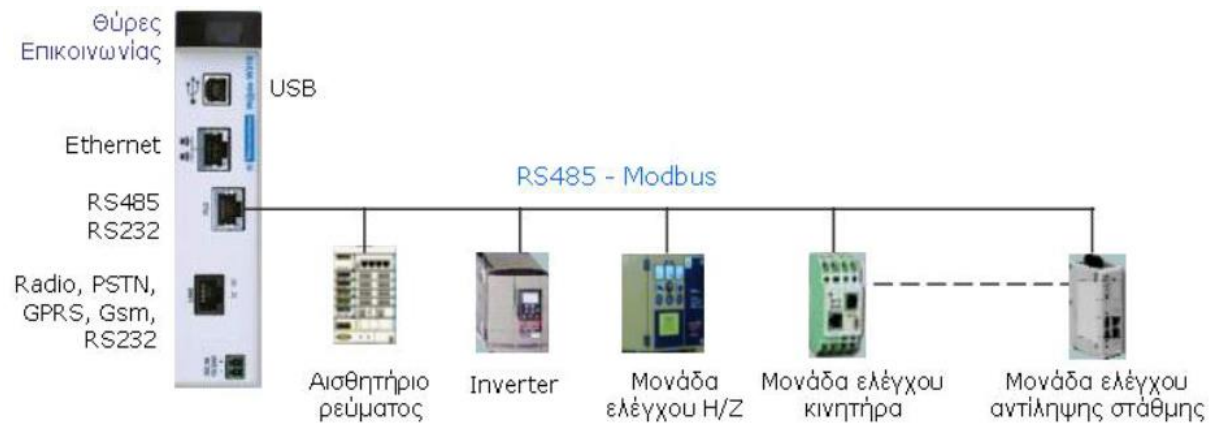
11.4.5 Τοπικά δίκτυα.

Τα τοπικά δίκτυα είναι ένα εργαλείο με το οποίο πραγματοποιούμε απαραίτητες συνδέσεις. Συνδέουμε PLC και διάφορα κομμάτια του εξοπλισμού (αισθητήρια, όργανα, συσκευές), τα οποία βρίσκονται σε ένα τοπικό σταθμό με τον κόμβο επικοινωνίας. Κάνοντας λόγο για κόμβο εννοούμε φυσικά το modem RTU. Τα τοπικά δίκτυα κάνουν το σύστημα επικοινωνίας ευέλικτο σε προσθήκες. Γίνεται λόγος για προσθήκες νέων PLC, αισθητηρίων κλπ. Μέσω λοιπόν των τοπικών δικτύων, επιτυγχάνουμε την εύκολη, γρήγορη και χαμηλού κόστους προσθήκη απεριόριστου αριθμού νέων στοιχείων. [37].

Υπάρχουν δύο μέθοδοι επικοινωνίας για την υλοποίηση τοπικού δικτύου. Αυτές είναι: RS485 και Ethernet. Αμφότεροι οι τρόποι αυτοί, δεν χρειάζονται κάποια επιπρόσθετα εξαρτήματα ή προγράμματα, που να προστίθενται στον κόμβο επικοινωνίας modem RTU. Οι δύο αυτές μέθοδοι επικοινωνίας λειτουργούν σε όλους τους τοπικούς σταθμούς. [37]. Για τον καθένα λοιπόν, έχουμε:

- Τοπικό δίκτυο RS485:

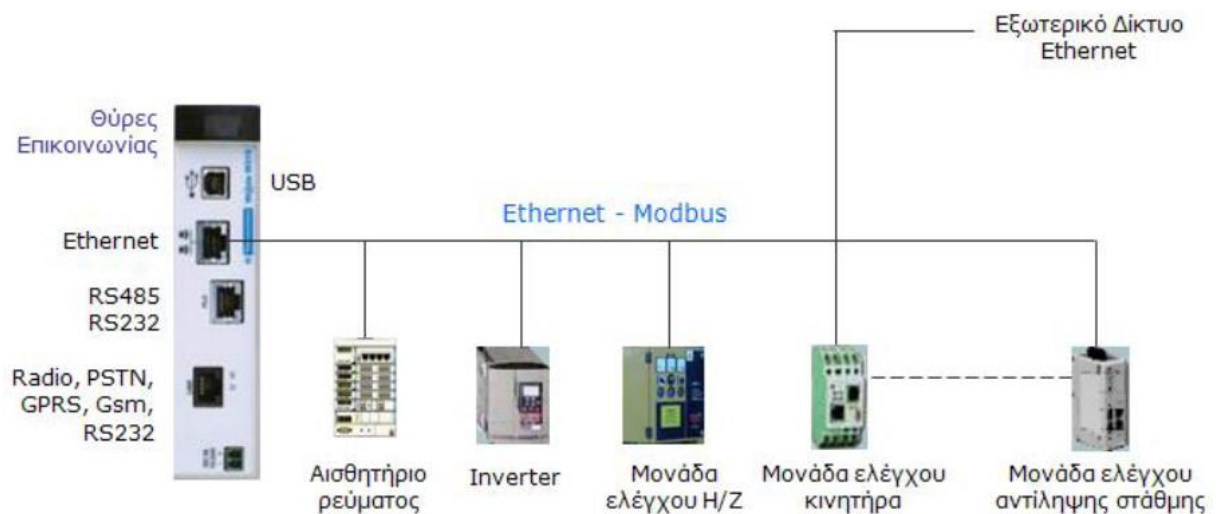
Τα δομικά του στοιχεία είναι: κόμβος επικοινωνίας modem RTU ευρισκόμενες στο χώρο του σταθμού, τοπικές συσκευές (PLC, αισθητήρια κλπ). Αυτές οι συσκευές επικοινωνούν με τον κόμβο. Αυτή η επικοινωνία είναι αμφίδρομη και πραγματοποιείται μέσω του δικτύου RS485. Ο κόμβος συλλέγει και διαβάζει πληροφορίες (δεδομένα και μετρήσεις), ενώ επίσης γράφει και στέλνει άλλες πληροφορίες (τιμές, παραμέτρους και εντολές) στις ευρισκόμενες στο χώρο του σταθμού συσκευές και όργανα. Στη συνέχεια, περνά σε επικοινωνία με τα εξωτερικά δίκτυα. [37].



Εικόνα 11.5 Τοπικό δίκτυο RS485-Modbus. [37].

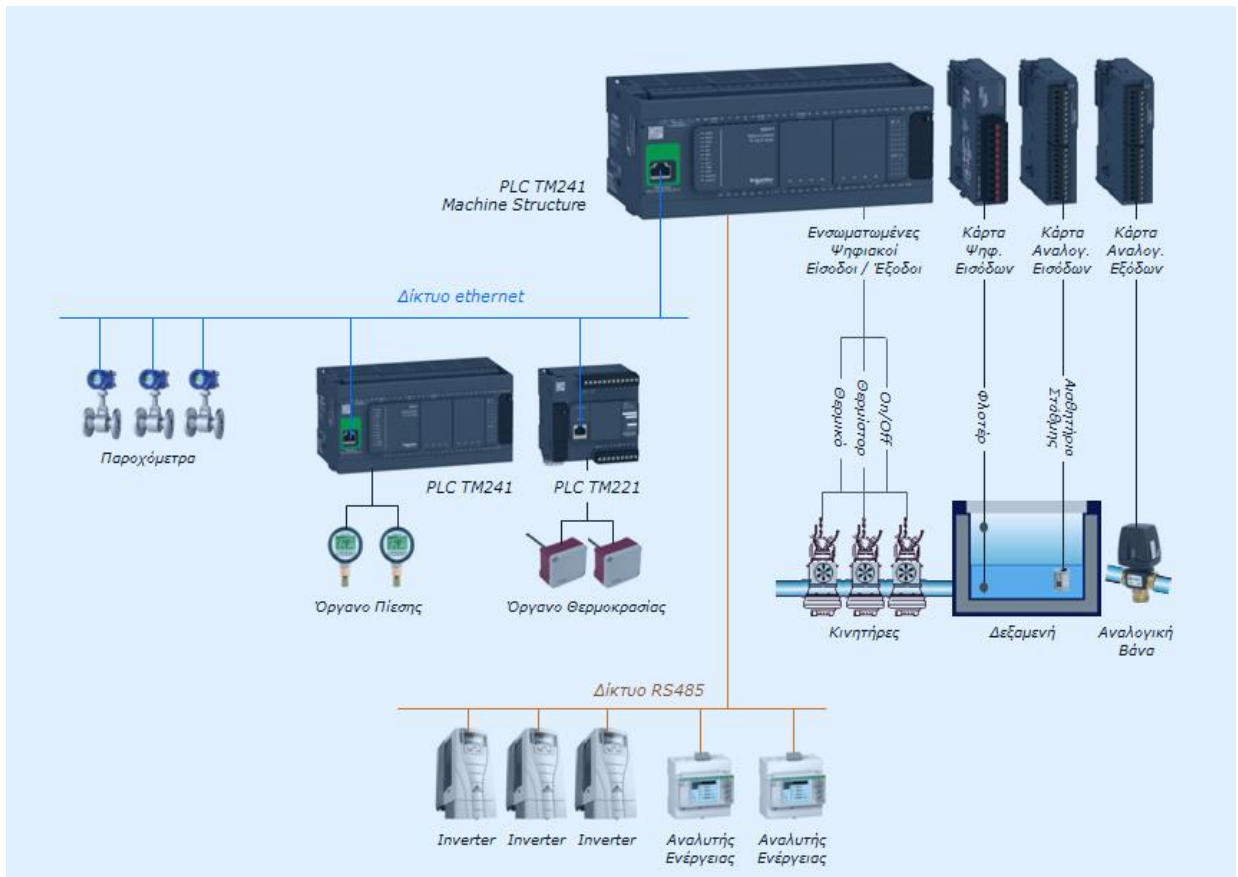
- Τοπικό δίκτυο Ethernet.

Το συγκεκριμένο τοπικό δίκτυο έχει ευρύτερο πεδίο εφαρμογής. Μπορεί να εφαρμόζεται τοπικά αλλά και να αποτελεί κομμάτι ευρύτερου δικτύου, τοπικού ή εξωτερικού. Στην διάταξη που απεικονίζεται στην εικόνα 11.3 κάθε συσκευή έχει από μία διεύθυνση IP. Η επικοινωνία πραγματοποιείται με τρόπο όμοιο ενός δικτύου Ethernet. [37].



Εικόνα 11.6 Τοπικό δίκτυο Ethernet-Modbus. [37].

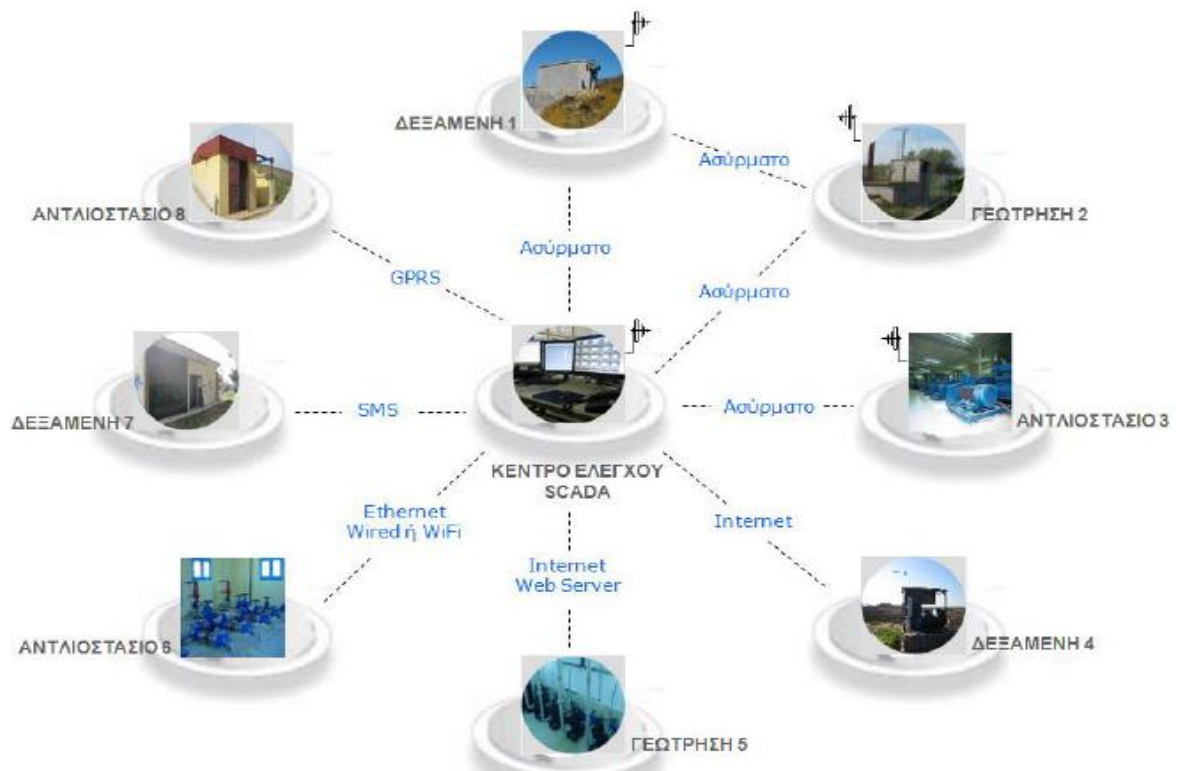
Ακολουθεί μία πληρέστερη εικόνα για τα τοπικά δίκτυα:



Εικόνα 11.7 Διάταξη τοπικών δικτύων. [32].

11.4.6 Εξωτερικά δίκτυα.

Τα εξωτερικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τοπικούς σταθμούς και ΠΣΕ με τον ΚΣΕ, να συνδέσουν σταθμούς με άλλους σταθμούς, καθώς επίσης και εξωτερικά δίκτυα με άλλα εξωτερικά δίκτυα. Στα εξωτερικά δίκτυα συναντάμε την εφαρμογή διαφορετικών τρόπων επικοινωνίας. [37]. Αυτά είναι : <<Radio, Ethernet, GPRS, GSM, Sms, PSTN, WiFi, αυτόνομα και σε συνδυασμό>>. [37].



Εικόνα 11.8 Εξωτερικά δίκτυα. [37].

Κριτήρια για την επιλογή του κατάλληλου τρόπου επικοινωνίας είναι οι υπάρχουσες υποδομές, τα μέσα μεταφοράς δεδομένων που διαθέτουμε και η μορφολογία του εδάφους. [37]. Οι κύριοι τρόποι επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται για τα δίκτυα ύδρευσης, είναι οι ακόλουθοι:

- <<Δίκτυο Ασύρματης επικοινωνίας, Radio.
- Δίκτυο επικοινωνίας μέσω διαδικτύου (ενσύρματο ή GPRS)
- Δίκτυο επικοινωνίας μέσω Ethernet (ενσύρματο, WiFi)
- Δίκτυο επικοινωνίας μέσω αποστολής μηνυμάτων Sms.
- Δίκτυο επικοινωνίας μέσω μισθωμένης γραμμής τηλεφώνου, PSTN>>. [37].

Στο σύνολο των τοπικών σταθμών είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν όχι ένας αλλά δύο εκ των τρόπων επικοινωνίας που εκθέσαμε προηγουμένως. Ο πρώτος αποτελεί τον βασικό τρόπο επικοινωνίας ενώ ο δεύτερος τον επικουρικό. Εάν υπάρξει πρόβλημα στην επικοινωνία μέσω του πρώτου τρόπου με συνέπεια αυτή να διακοπεί, τότε αυτόματα θα λειτουργήσει ο επικουρικός. Αυτή η εναλλαγή θα γίνει χωρίς να χρειάζεται να εμπλακεί ο χρήστης μέσω SCADA ή (με φυσική παρουσία) μέσω τοπικού σταθμού. Το SCADA ή ο εκάστοτε τοπικός σταθμός αντιλαμβάνεται την κατάσταση μη επικοινωνίας του πρώτου τρόπου και αμέσως θέτει σε λειτουργία τον δεύτερο τρόπο επικοινωνίας. Γενικότερα ο ένας τρόπος μπορεί να

βρίσκεται σε λειτουργία ενώ ο άλλος βρίσκεται σε αναμονή, δίχως να αλληλοεπηρεάζονται . Το SCADA στον ΚΣΕ λειτουργεί ταυτοχρόνως με κάθε έναν από τους τρόπους που έχουμε αναφέρει, χωρίς αυτή η λειτουργία να εξαρτάται από το χρήστη. [37].

Οι τρόποι επικοινωνίας σε έναν σταθμό, μπορεί να συνδυαστούν σύμφωνα με ένα από τα ακόλουθα σενάρια [37] :

- <<Βασικός RadioFsk, επικουρικός Sms.
- Βασικός RadioFsk, επικουρικός μέσω διαδικτύου σταθερής τηλεφωνίας.
- Βασικός RadioFsk, επικουρικός μέσω διαδικτύου κινητής τηλεφωνίας (Gprs).
- Βασικός RadioFsk, επικουρικός μέσω δικτύου WiFi.
- Βασικός μέσω διαδικτύου σταθερής τηλεφωνίας, επικουρικός RadioFsk.
- Βασικός μέσω διαδικτύου σταθερής τηλεφωνίας,, επικουρικός Sms.>>. [37].

Υπάρχει η πιθανότητα ο επικουρικός τρόπος να μην υποστηρίζεται από τον κόμβο επικοινωνίας. Σε αυτή την περίπτωση γίνεται χρήση εξωτερικών συσκευών, οι οποίες πρέπει να προέρχονται από την ίδια κατασκευάστρια εταιρία. Η προέλευση των συσκευών αυτών είναι σημαντικός παράγοντας, καθώς εξασφαλίζει απόλυτη συμβατότητα με το modem του κόμβου και με τον υπόλοιπο εξοπλισμό του σταθμού. [37].

11.5 Βασικές μεταβλητές και καταστάσεις που εποπτεύουμε μέσω SCADA.

Όπως έχει γίνει αντιληπτό, οι κυριότερες ΗΜ εγκαταστάσεις σε ένα δίκτυο ύδρευσης είναι τα αντλιοστάσια και οι δεξαμενές (τα booster είναι ουσιαστικά ένας τύπος αντλιοστασίου). Υπάρχουν συγκεκριμένες μεταβλητές και καταστάσεις των οποίων τις τιμές εποπτεύουμε μέσω SCADA, αφού πρώτα τις μετρήσουμε με τη χρήση των κατάλληλων αισθητηρίων. Υπάρχει πιθανότητα να εποπτεύονται και κάποιες επιπλέον μεταβλητές και καταστάσεις ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε εγκατάστασης, εντούτοις στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε τις βασικές μεταβλητές και καταστάσεις. Αυτές λοιπόν για κάθε εγκατάσταση είναι:

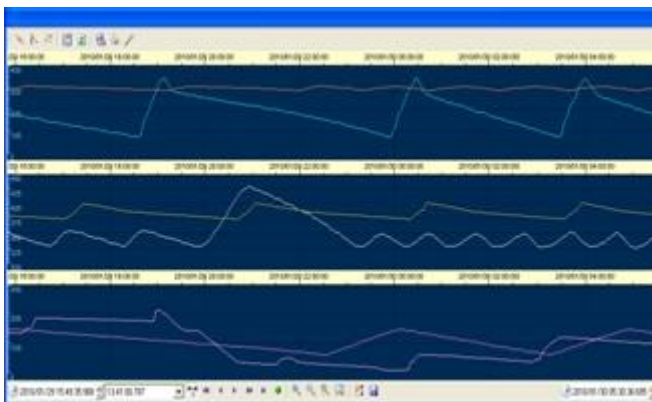
- Δεξαμενή:
 - Στάθμη της δεξαμενής. Χρησιμοποιούμε το αναλογικό αισθητήριο στάθμης για να τη μετρήσουμε. [32].
 - Φλοτέρ υπερχειλίσης στάθμης. [32]. Μας ενδιαφέρει η κατάστασή του από μία σκοπιά δυαδικής λογικής. Δηλαδή μας δείχνει αν η στάθμη του νερού που

βρίσκεται στη δεξαμενή, έχει ξεπεράσει ή όχι το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο. Δεν υπάρχει κάποια άλλη ένδειξη.

- Φλοτέρ κατώτατης στάθμης. [32]. Όμοια φιλοσοφία με το Φλοτέρ υπερχειλίσης στάθμης
- Οποιαδήποτε παράμετρος αναφέρεται στην καταλληλότητα του νερού. Τέτοιες παράμετροι μπορεί να είναι η οξύτητα του νερού, η χλωρίωση ή η θολότητα του. [32].



Εικόνα 11.9 Φλοτέρ υπερχειλίσης δεξαμενών. [32].

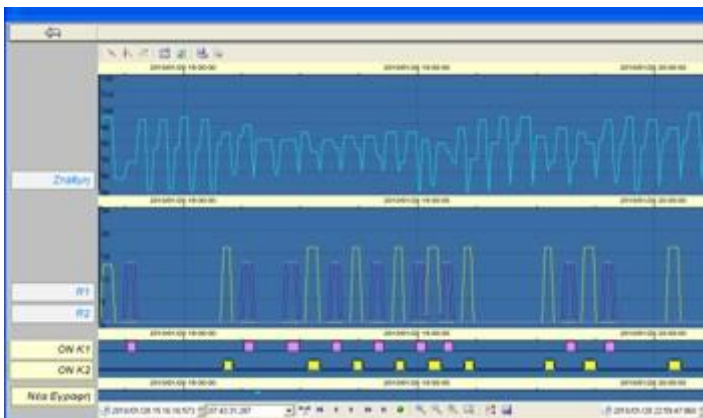


Εικόνα 11.10 Στάθμες δεξαμενών και χλωρίωση νερού. [32].



Εικόνα 11.11 Στάθμη δεξαμενής. [32].

- Αντλιοστάσιο:
 - Στάθμη της δεξαμενής όταν το αντλιοστάσιο συνυπάρχει με δεξαμενή στον ίδιο ή πολύ κοντινό χώρο. Μετριέται από το αναλογικό αισθητήριο στάθμης. [32].
 - Πίεση του νερού. Μετριέται με ψηφιακά και αναλογικά μανόμετρα.
 - Το ρεύμα του κάθε κινητήρα. Τις τιμές για το ρεύμα του κινητήρα τις στέλνουν οι αναλογικοί μορφοτροπείς ρεύματος των αντλιών. [32].
 - Κατάσταση-λειτουργία του κάθε κινητήρα. [32].Πρόκειται για την κατάσταση του κινητήρα και έχουμε να κάνουμε με μία μεταβλητή δυαδικής λογικής. Εφόσον φυσικά, ένας κινητήρας υπάρχει περίπτωση να λειτουργεί, (κατάσταση ON), είτε να μην λειτουργεί (κατάσταση OFF).



Εικόνα 11.12 Αντλιοστάσιο με δύο αντλίες. [32].

11.6 Συναγερμοί.

Υπάρχουν κάποιες καταστάσεις ή συμβάντα, τα οποία μπορεί να χαρακτηριστούν από το SCADA ως καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης και συνεπώς, χρήζουν από την πλευρά του χρήστη άμεσης επέμβασης και δράσης. Πρόκειται για τις καταστάσεις συναγερμού, που είναι γνωστές ως Alarms. Συχνά εμφανιζόμενοι συναγερμοί είναι οι εξής: βλάβη οργάνου, θερμικό, φλοτέρ υπερχειλίσσης/κατώτατης στάθμης, χαμηλή πίεση, θερμίστορ, βλάβη επικοινωνίας κτλ. [32].

Με την ενεργοποίηση ενός συναγερμού, το SCADA εκτελεί αμέσως τις δύο ακόλουθες ενέργειες. [32] :

1. Εμφάνιση παραθύρου επισημάνσης συναγερμών. [32].



Εικόνα 11.13 Παράθυρο επισήμανσης συναγεμών. [32].

Σε ένα τέτοιο παράθυρο, πρέπει να εμφανίζονται πληροφορίες σχετικά με:

- Το όνομα του συναγεμού. Στο παράδειγμα της εικόνας 11.13 το όνομα του συναγεμού είναι: <<Καλοχώρι Όμβρια_Θερμικό Κ1>>. [32].
- Την ημερομηνία και την ώρα που εμφανίστηκε το σήμα συναγεμού. [32].
- Την κατάσταση του συναγεμού, η οποία μπορεί να είναι ON ή OFF. [32].

2. Απεικόνιση και καταγραφή του συναγεμού στο ιστορικό συναγεμών. [32].

ΟΝΟΜΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΩΝ	On Date	On Time	Off Date	Off Time	DeltaTime	Ack Date	Ack Time
A1_ΦλοτερΥπηρευσης	2009/08/31	09:15:40	0	0	0	0	0
A4_ΘερμικοΚ1	2009/08/31	09:14:29	0	0	0	2009/08/31	09:14:39
A3_ΘερμιστροΚ2	2009/08/31	09:14:15	2009/08/31	09:14:17	00:00:02	0	0
A5_ΦλοτερΚάτω	2009/08/31	09:13:55	2009/08/31	09:13:56	00:00:01	2009/08/31	09:14:02
A2_ΜηΕκκίνησηςΚ4	2009/08/31	09:14:29	0	0	0	2009/08/31	09:14:44

Εικόνα 11.14 Ιστορικό συναγεμών. [32].

Το ιστορικό συναγεμών αποτελεί ένα αρχείο στο οποίο ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει οποτεδήποτε και να ενημερωθεί για τα ενεργοποιημένα Alarms. [32]. Μπορεί επίσης να ενημερωθεί και για σήματα συναγεμού που είναι πλέον ανενεργά, αλλά εμφανίστηκαν στο κοντινό παρελθόν. Κοιτάζοντας τις στήλες της εικόνας 11.14, εξάγουμε συμπεράσματα για τις πληροφορίες τις οποίες μπορεί να μας παρέχει το ιστορικό των συναγεμών. Βεβαίως το πλήθος των πληροφοριών μπορεί να διαφέρει από λογισμικό σε λογισμικό. Στο παράδειγμα που παραθέσαμε, υπάρχει μεγάλος όγκος παρεχόμενων πληροφοριών και από τα αριστερά προς τα δεξιά έχουμε:

- Όνομα συναγεμού. [32].
- Ημερομηνία και ώρα κατά τις οποίες ενεργοποιήθηκε ο συναγεμός. [32].
- Ημερομηνία και ώρα κατά τις οποίες απενεργοποιήθηκε ο συναγεμός. [32].
- Χρονικό διάστημα για το οποίο ο συναγεμός παρέμεινε ενεργός. [32].
- Ημερομηνία και ώρα στις οποίες ο χρήστης αποδέχτηκε την ενημέρωση. [32].
Πρόκειται ουσιαστικά για την ακριβή χρονική στιγμή, κατά την οποία ο

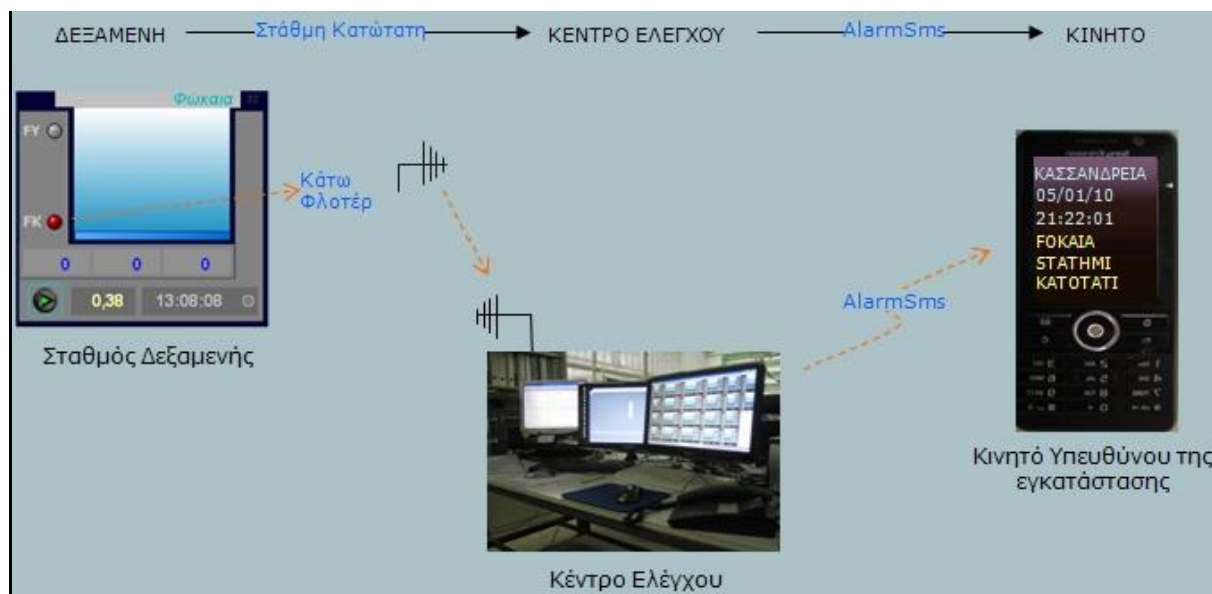
χρήστης του προγράμματος επιβεβαίωσε πως ενημερώθηκε για τον εν λόγω συναγερμό.

Υπάρχει τέλος και η δυνατότητα με την ενεργοποίηση ενός συναγερμού, να ενεργοποιείται ταυτόχρονα και ήχος συναγερμού από το πρόγραμμα. [32].

11.7 Alarm Sms.

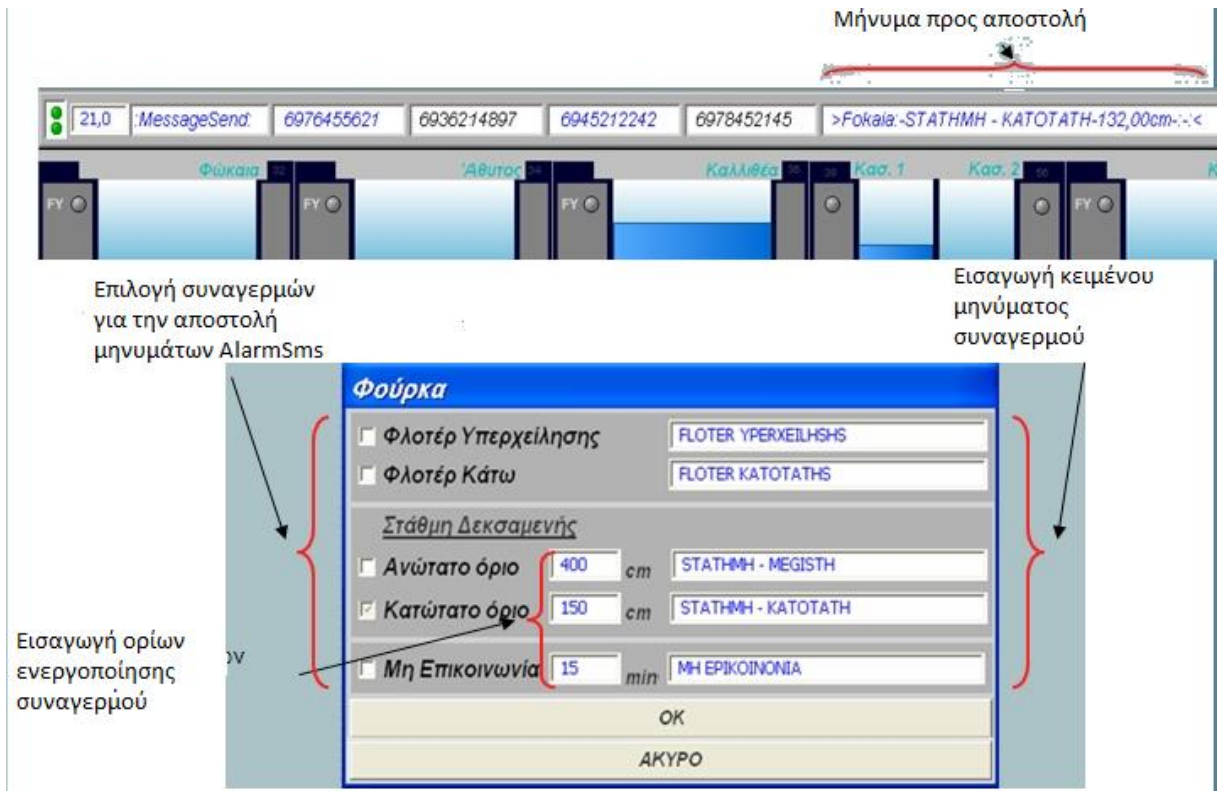
Στο παρόν υποκεφάλαιο θα αναλύσουμε την μέθοδο Alarm Sms, η οποία χρησιμοποιείται για να ενημερώνονται οι αρμόδιοι ανά πάσα ώρα και στιγμή για συναγερμούς, σε όποιο μέρος και αν βρίσκονται. Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιείται και στο δίκτυο ύδρευσης της Ε.ΥΔ.Α.Π. Το μεγάλο της πλεονέκτημα είναι πως ο υπεύθυνος τεχνικός ενημερώνεται ανά πάσα ώρα για συναγερμούς, χωρίς να είναι απαραίτητη η πρόσβασή του σε Η/Υ στον οποίο λειτουργεί το SCADA.

Όταν υπάρξει πρόβλημα σε κάποια εγκατάσταση, το κέντρο ελέγχου ενημερώνεται αμέσως. Έπειτα στέλνει αντίστοιχο μήνυμα κειμένου (Alarm Sms), στο κινητό τηλέφωνο του ατόμου το οποίο είναι υπεύθυνο για την εγκατάσταση, όπως φαίνεται και στην ακόλουθη εικόνα. [32] :



Εικόνα 11.15 Ενημέρωση μέσω Alarm Sms του υπεύθυνου για πολύ χαμηλή τιμή της στάθμης της δεξαμενής. [32].

Ο χρήστης εισάγει μέσω SCADA: τους αριθμούς κινητού τηλεφώνου των υπευθύνων, τα όρια ενεργοποίησης των συναγερμών, το συναγερμό για τον οποίο θα ενεργοποιείται η αποστολή μηνυμάτων και το μήνυμα προς αποστολή όπως στο ακόλουθο παράδειγμα:

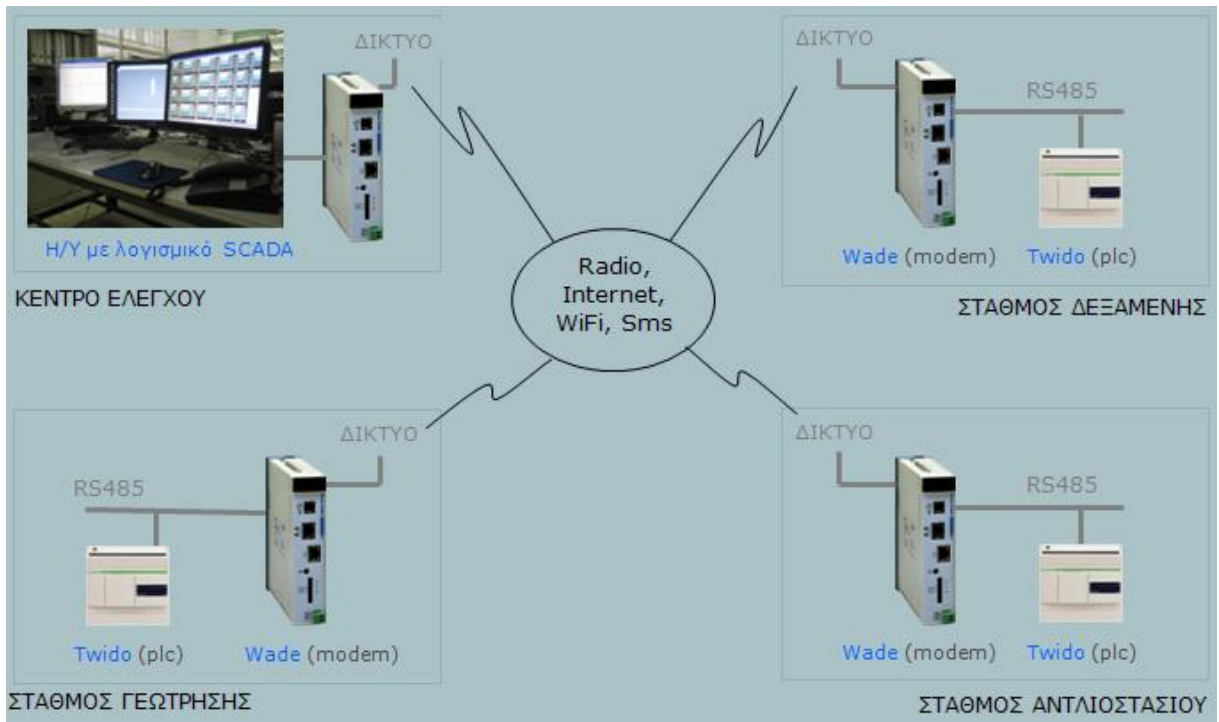


Εικόνα 11.16 Μενού εισαγωγής παραμέτρων για αποστολή μηνυμάτων Alarm Sms. [32].

Οι συνηθέστεροι συναγερμοί για τους οποίους στέλνονται μηνύματα Alarm Sms, είναι οι ίδιοι με αυτούς που αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 11.6.

11.8 PLC και SCADA.

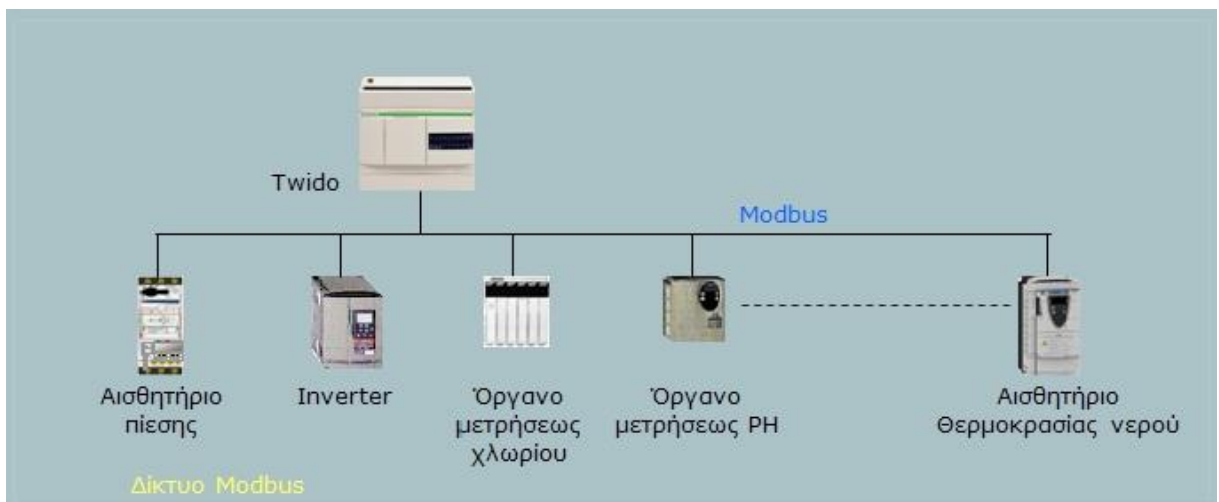
Το PLC συλλέγει όλες τις απαραίτητες μετρήσεις και τιμές και τις προωθεί στο SCADA. Όλοι οι έλεγχοι, οι ειδοποιήσεις και οι καταχωρήσεις που πραγματοποιεί το λογισμικό του SCADA, δεν θα μπορούσαν να γίνουν αν δεν υπήρχε το PLC. PLC υπάρχουν στο σύνολο σχεδόν των ΗΜ εγκαταστάσεων ενός δικτύου ύδρευσης. Έτσι το PLC αποτελεί ένα από τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου SCADA. Η διαπίστωση αυτή φαίνεται και στην επόμενη εικόνα:



Εικόνα 11.17 Δίκτυο τηλεδιαχείρισης τριών σταθμών. [32].

Κάθε τοπικός σταθμός, δηλαδή κάθε ΗΜ εγκατάσταση στην εικόνα 11.17 περιέχει και ένα PLC. Μέσω του τοπικού δικτύου επικοινωνίας (εδώ RS485), το PLC συνδέεται με τον κόμβο επικοινωνίας modem RTU και έπειτα με τα εξωτερικά δίκτυα, για να φτάσουν τα δεδομένα που στέλνει στον ΚΣΕ. Ουσιαστικά λοιπόν το PLC φροντίζει να είναι παρών το SCADA σε όλα τα σημεία που χρειάζεται η παρουσία του.

Το PLC βέβαια δεν παίρνει μετρήσεις, αλλά είναι συνδεδεμένο με διάφορα αισθητήρια όπως μανόμετρα, μηχανήματα όπως αντλίες και άλλα όργανα μέσω του τοπικού δικτύου.



Εικόνα 11.18 Σύνδεση PLC (Twido) με αισθητήρια και μηχανήματα στο τοπικό δίκτυο. [32].

Μεταβλητές, μεγέθη και συσκευές των οποίων οι τιμές και οι καταστάσεις φτάνουν στο PLC είναι: Στάθμη, Πίεση, ΡΗ, χλώριο, συχνότητα, θερμοκρασία νερού, υπολειμματικό χλώριο, τιμές μεγεθών που σχετίζονται με την καθοδική προστασία, παροχή, λειτουργία αντλίας, θερμίστορ, θερμικό κλπ. [32].

11.9 Δυνατότητες και οικονομικά οφέλη του συστήματος SCADA.

Οι δυνατότητες που μας δίνει ένα σύστημα SCADA για τη διαχείριση δικτύου ύδρευσης είναι οι ακόλουθες:

1. Συνεχής εποπτεία των εγκαταστάσεων και λήψη στατιστικών στοιχείων. Δυνατότητα άμεσης επέμβασης οποιαδήποτε στιγμή. Όλα τα παραπάνω στοχεύουν στον σχεδιασμό και προγραμματισμό του γενικότερου συστήματος τηλεεποπτείας, σε βραχυχρόνια αλλά και μακροχρόνια βάση. [35].
2. Αναβάθμιση του τομέα της παροχής υπηρεσιών. Αυτή η αναβάθμιση είναι εφικτή καθώς κάποιες αστοχίες στο σύστημα ύδρευσης, μπορούν να προβλεφθούν προτού οι καταναλωτές αντιληφθούν τα αποτελέσματά τους. Τέτοια αστοχία μπορεί να είναι η παύση της λειτουργίας κάποιων αντλιών ή η προβληματική λειτουργία τους. Η πτώση της στάθμης μίας δεξαμενής ή κάποιο πρόβλημα στον αγωγό για την τροφοδότηση των καταναλωτών. Ή η παύση λειτουργίας κάποιων χλωριωτών. [35]. Τα αποτελέσματα των παραπάνω αστοχιών, η εμφάνιση των οποίων μπορεί να προληφθεί μέσω του SCADA, είναι η ελλιπής ή μηδενική παροχή σε καταναλωτές, ή κάποια προβλήματα με την ποιότητα του νερού που θα φθάνει στους καταναλωτές.
3. Πρόληψη έκτακτων περιστατικών και κατά συνέπεια περισσότερη ασφάλεια για τις εγκαταστάσεις του δικτύου, αλλά και τους ίδιους τους καταναλωτές. Παραδείγματα έκτακτων περιστατικών είναι η ύπαρξη νερών στο δάπεδο και η χωρίς άδεια είσοδος σε χώρο εγκαταστάσεων του δικτύου από μη έχοντες εργασία. [35].
4. Διαχείριση των υδατικών πόρων που παρέχουν οι πηγές υδροληψίας με ορθολογισμό. Για να επιτευχθεί μία ορθολογική διαχείριση, ελέγχεται συνεχώς η στάθμη των δεξαμενών και γίνονται ενέργειες για τη μείωση των αφανών διαρροών. Συνέπεια των παραπάνω είναι τελικά η μείωση της ποσότητας του αντλούμενου νερού. [35].
5. Αύξηση της αποτελεσματικότητας στον τομέα της οργάνωσης και του διοικητικού ελέγχου. [38].

6. Έγκαιρη διαπίστωση δυσλειτουργιών στο δίκτυο και κατ' επέκταση έγκαιρος προγραμματισμός της αποκατάστασής τους. [34].
7. Ορθολογική προσέγγιση στο σχεδιασμό και την ιεράρχηση επενδύσεων που θα γίνουν στο μέλλον . Το παραπάνω επιτυγχάνεται αφού επεξεργαστεί ένας τεράστιος όγκος πληροφοριών. Οι πληροφορίες αυτές συγκεντρώνονται μέσω του συστήματος SCADA (στη βάση δεδομένων που διαθέτει το σύστημα), μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. [34].

Τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από την χρήση του συστήματος SCADA είναι τα εξής:

1. Οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η οικονομία επιτυγχάνεται μέσω της αδιάλειπτης παρακολούθησης της στάθμης των δεξαμενών, καθώς επίσης και της αποφυγής υπερχειλίσεων. [34].
2. Μείωση των διαρροών του συστήματος. Η μείωση αυτή είναι αποτέλεσμα της καταγραφής των παροχομέτρων με τη μέθοδο της ελάχιστης νυχτερινής παροχής. Έτσι διαπιστώνονται οι διαρροές και ακολουθεί άμεση επέμβαση. [34].
3. Μείωση του χρόνου λειτουργίας γεωτρήσεων και αντλιοστασίων, μέσω του χρονικού προγραμματισμού της λειτουργίας τους και του ελέγχου για επάρκεια στάθμης των δεξαμενών. [34].
4. Μείωση του κόστους συντήρησης, ενέργειας και μεταφορικών. [38].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

SCADA ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ Ε.ΥΔ.Α.Π, ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

12.1 Εισαγωγή.

Στην παρούσα εργασία έχουν ως τώρα παρουσιαστεί οι εγκαταστάσεις οι οποίες τηλεελέγχονται σε ένα δίκτυο ύδρευσης, τα βασικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις αυτές και τα συστήματα SCADA γενικά αλλά και ειδικότερα στα δίκτυα ύδρευσης. Η εργασία αυτή θα κλείσει με την παρουσίαση της λειτουργίας του συστήματος SCADA στο δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π, πριν παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που αφορούν την εργασία συνολικά.

Πιο συγκεκριμένα, θα παρουσιαστεί η διεπαφή χρήστη-συστήματος σε έναν περιφερειακό σταθμό ελέγχου. Η διεπαφή αυτή γίνεται μέσω οθόνης Η/Υ. Οι εικόνες που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 12, προέρχονται από τον Η/Υ του κέντρου ΗΜ εγκαταστάσεων του τομέα Αθηνών, που βρίσκεται στα κτήρια της Ε.ΥΔ.Α.Π της οδού Λαοδικείας στα Ιλίσια. Οι περισσότερες από αυτές τις εικόνες αφορούν εγκαταστάσεις που υπάγονται στον τομέα Αθηνών.

12.2 Περιφερειακοί Σταθμοί Ελέγχου (ΠΣΕ).

Όπως έχει αναφερθεί και στην αρχή της εργασίας, το δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π χωρίζεται σε τέσσερα μέρη-τομείς. Κάθε τομέας έχει τις δικές του κεντρικές εγκαταστάσεις στις οποίες μεταξύ των άλλων, εδρεύουν και συνεργεία διαφόρων ειδικοτήτων, όπως υδρονομείο, τμήμα αυτοκατασκευών και βεβαίως τμήμα ΗΜ εγκαταστάσεων.

Κάθε ένα από τα τμήματα ΗΜ εγκαταστάσεων είναι εφοδιασμένο με Η/Υ στον οποίο είναι εγκατεστημένο λογισμικό SCADA. Το λογισμικό αυτό βεβαίως δεν έχει ίσες δυνατότητες με αυτό που είναι εγκατεστημένο στον ΚΣΕ, εντούτοις έχει αρκετές δυνατότητες ώστε να παρέχει μια πλήρη εικόνα του τομέα ανά πάσα ώρα και στιγμή. Το λογισμικό αυτό καθιστά τα τμήματα ΗΜ εγκαταστάσεων Περιφερειακούς Σταθμούς Ελέγχου (ΠΣΕ). Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 11, αμέσως επόμενοι μετά τον ΚΣΕ στην ιεραρχία είναι οι ΠΣΕ. Για την διαχείριση μικρών δικτύων ύδρευσης δεν είναι απαραίτητοι οι ΠΣΕ, αλλά στην περίπτωση της Ε.ΥΔ.Α.Π, γίνεται λόγος για ένα δίκτυο με μεγάλη έκταση και έτσι δικαιολογείται η παρουσία των ΠΣΕ.

Οι ΠΣΕ συλλέγουν δεδομένα που προέρχονται από τις ΗΜ εγκαταστάσεις. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για:

- Εποπτεία-έλεγχο των εγκαταστάσεων του τομέα.
- Εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ εγκαταστάσεων. Για παράδειγμα το πώς επηρεάζουν οι αλλαγές στις πιέσεις ενός αντλιοστασίου, τα επίπεδα της στάθμης δεξαμενής που τροφοδοτείται από το εν λόγω αντλιοστάσιο.
- Κατανόηση των αιτιών στις οποίες οφείλονται προβλήματα στο δίκτυο. Οι τεχνικοί έχουν στα χέρια τους μεγάλο όγκο πληροφοριών τον οποίο τους παρέχει ο ΠΣΕ. Τους είναι έτσι πολύ πιο εύκολο να κατανοήσουν τις αιτίες των διαφόρων προβλημάτων, από ότι θα τους ήταν εάν απλά είχαν φυσική παρουσία στον τόπο που εμφανίστηκε το πρόβλημα.
- Υποστήριξη συνεργείου το οποίο εργάζεται σε κάποια εγκατάσταση. Η υποστήριξη αυτή παρέχεται συνήθως τηλεφωνικά, από μέλος του συνεργείου το οποίο έμεινε στον ΠΣΕ για αυτό το λόγο. Το άτομο αυτό μπορεί να δώσει λεπτομερές πληροφορίες για την εξέλιξη των τιμών διαφόρων μεγεθών, καθώς έχει πρόσβαση στο SCADA. Επίσης μπορεί να ενημερώσει άμεσα το υπόλοιπο συνεργείο, για το αντίκτυπο που μπορεί να έχουν οι ενέργειές του σε κάποιες άλλες εγκαταστάσεις ή γενικά στο δίκτυο.
- Διαπίστωση της αναγκαιότητας για αναβαθμίσεις σε εγκαταστάσεις του τομέα. Τα δεδομένα που φθάνουν σε έναν ΠΣΕ μπορούν να δώσουν σαφή εικόνα για το εάν μια εγκατάσταση ανταπεξέρχεται στις απαιτήσεις του δικτύου ή όχι, καθώς και για το πόσο εύκολα εκτελεί την αποστολή της. Σε περίπτωση που δεν τα καταφέρνει ή τα καταφέρνει με δυσκολία, είναι πολύ πιθανόν να χρειάζεται αναβάθμιση.

Ένας ΠΣΕ είναι επίσης σε τηλεφωνική επαφή με το ΚΣΕ όποτε υπάρχει η ανάγκη. Το προσωπικό του ΚΣΕ λαμβάνει υπόψη τα στοιχεία που παίρνει από το SCADA. Λαμβάνει επίσης υπόψη και τηλεφωνήματα από καταναλωτές, τα οποία αφορούν βλάβες ή δυσλειτουργίες του δικτύου και προβλήματα στην ποιότητα ή την παροχή του νερού. Έπειτα πρέπει να επιβεβαιώσει πως το αρμόδιο συνεργείο των ΗΜ εγκαταστάσεων είναι ενήμερο για κάποια βλάβη, της οποίας η ένδειξη υφίσταται για υπολογίσιμο χρονικό διάστημα. Διαφορετικά ενημερώνει για την αναγκαιότητα κάποιας επέμβασης, την οποία το συνεργείο δεν έχει ακόμα πραγματοποιήσει. Μέσω τηλεφώνου γίνεται επίσης και έλεγχος για το ποιός/οι βρίσκονται στο χώρο της εγκατάστασης, όταν υπάρχει ένδειξη για είσοδο στο χώρο.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθούν και οι δυνατότητες ενός ΠΣΕ στον τομέα του τηλεέλεγχου. Το SCADA προσφέρει μεγάλες δυνατότητες στον τομέα αυτό. Ουσιαστικά υπάρχουν πολλές ενέργειες που μπορούν να εκτελεστούν, δίχως να μεταβεί το συνεργείο στην εγκατάσταση που μας ενδιαφέρει. Εντούτοις οι περισσότερες εντολές για τηλεέλεγχο μπορούν να δοθούν αποκλειστικά από τον ΚΣΕ. Οι ΠΣΕ δεν είναι εξουσιοδοτημένοι για πολλές ενέργειες που αφορούν των τηλεέλεγχου. Ακριβέστερα ο ΠΣΕ από τον οποίο προέρχεται το υλικό του κεφαλαίου 12, είναι εξουσιοδοτημένος για να πραγματοποιεί από απόσταση reset σε PLC και καμία άλλη ενέργεια που αφορά τηλεχειρισμό.

12.3 Χαρακτηριστικά λογισμικού SCADA.

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του λογισμικού SCADA που χρησιμοποιείται σε ένα τμήμα ΗΜ εγκαταστάσεων. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι αντιπροσωπευτικά για το SCADA με το οποίο λειτουργεί ένας ΠΣΕ και όχι ένας ΚΣΕ. Το λογισμικό λοιπόν πληροί τις εξής προδιαγραφές:

- Είναι ανοικτής αρχιτεκτονικής και έχει την ικανότητα να επικοινωνεί με πολλά PLC. Τα οποία PLC μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου και να έχουν διαφορετικούς κατασκευαστές. [39].
- Ευκολία στην εκμάθηση. Ένας χρήστης χωρίς σχετική εμπειρία, θα πρέπει να μπορεί να αποκτήσει εξοικείωση μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα. [39].
- Να υποστηρίζει την εμφάνιση των γραφικών που αντιπροσωπεύουν τα διάφορα στοιχεία, λειτουργίες κλπ της εγκατάστασης, ενώ ταυτόχρονα ανταλλάσει δεδομένα με αυτή. [39].
- Να μπορεί να αναπαραστήσει εξαρτήματα όπως αντλίες, βάνες κλπ. [39].
- Τα γραφήματα και οι γραφικές παραστάσεις που παρέχει στο χρήστη θα πρέπει να είναι πραγματικού χρόνου. Θα πρέπει επίσης να προσφέρει και ιστορικά γραφήματα. [39].
- Να μπορεί να εκτελεί ταυτόχρονα πολλές ενέργειες. Να είναι δηλαδή multitasking. [39]
- Να διαχειρίζεται με απλότητα τα διάφορα σήματα συναγερμού. [39].

12.4 Διεπαφή χρήστη-προγράμματος.

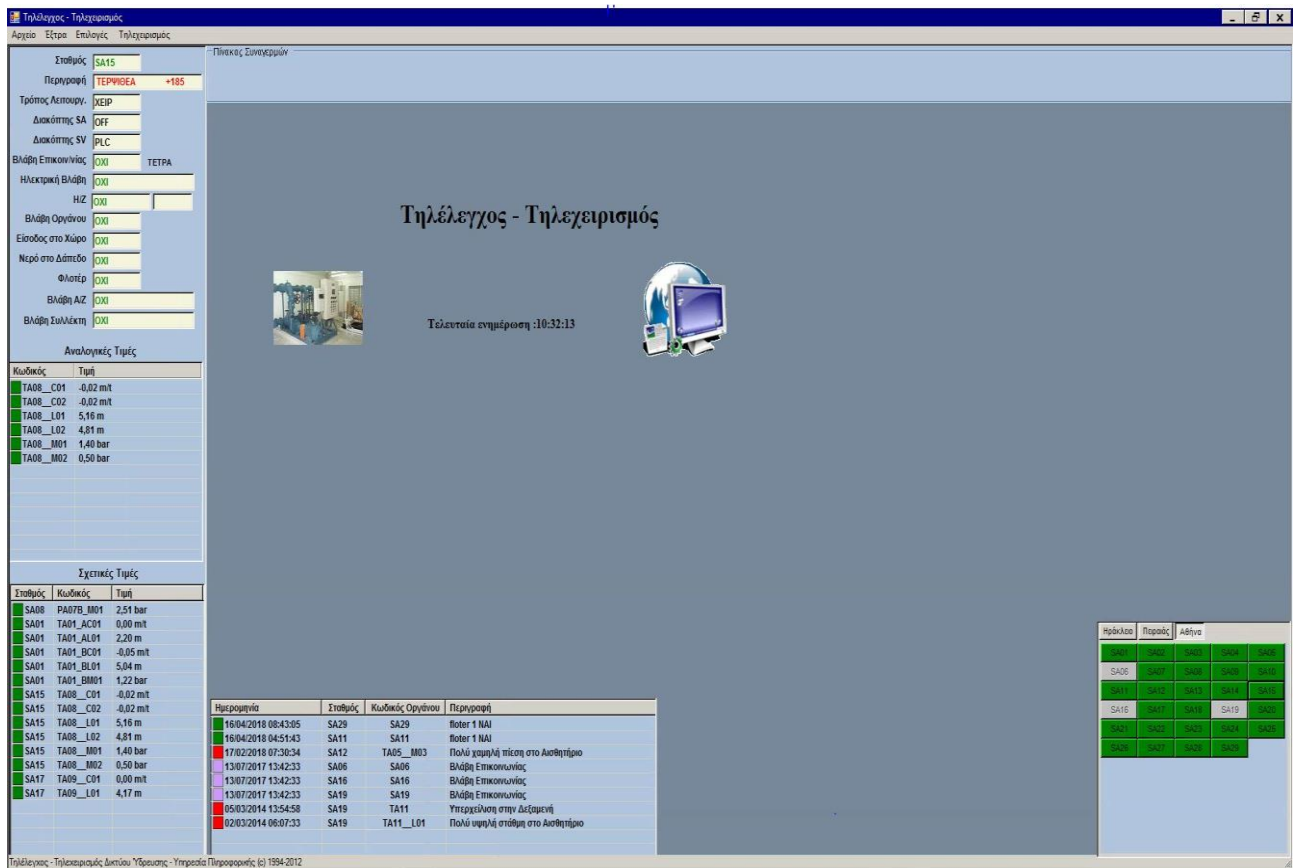
Ο χρήστης επικοινωνεί με το πρόγραμμα μέσω του Η/Υ που βρίσκεται στο συνεργείο, δηλαδή στον ΠΣΕ. Η κατάσταση του δικτύου ύδρευσης απεικονίζεται στην οθόνη του Η/Υ

μέσω μιμικών διαγραμμάτων, γραφικών παραστάσεων, λιστών τιμών, υδραυλικών-μηχανολογικών σχεδίων. Στην οθόνη εμφανίζεται το σύνολο των πληροφοριών που συλλέγεται από τα διάφορα σημεία ελέγχου. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να αφορούν τιμές φυσικών μεγεθών, καταστάσεις λειτουργίας μηχανημάτων, διάφορους συναγερμούς καθώς επίσης και ζητήματα επικοινωνίας. Ενδεικτικές πληροφορίες που μπορούμε να λάβουμε από το σύστημα είναι οι ακόλουθες: βλάβη επικοινωνίας, βλάβη αισθητηρίου ή οργάνου, λειτουργία ή μη αντλιών, διάφοροι συναγερμοί όπως νερά στο δάπεδο, είσοδος στο χώρο του σταθμού κ.ά. Τα παραπάνω θα αναλυθούν στην πορεία του κεφαλαίου 12.

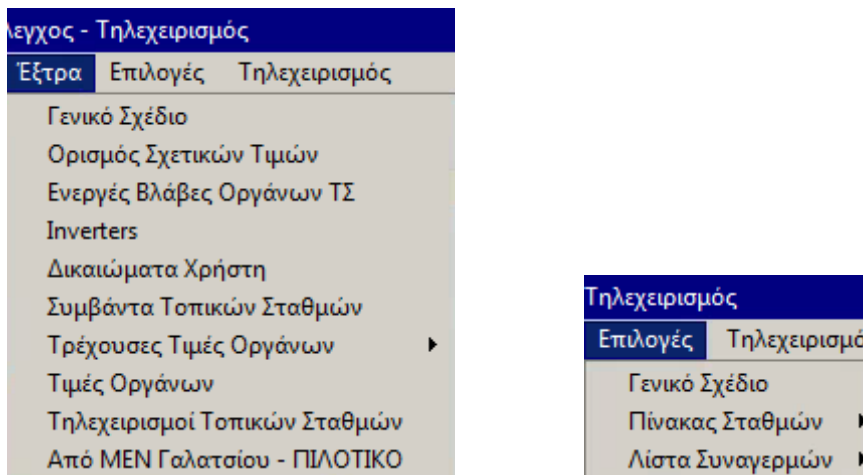
Σημαντικό ρόλο όπως θα δούμε και στη συνέχεια του κεφαλαίου, παίζουν τα χρώματα με τα οποία αναπαριστούνται διάφορες καταστάσεις. Η σημασία των χρωμάτων φαίνεται κυρίως στα σήματα συναγερμού αλλά και στην ένδειξη της κατάστασης λειτουργίας κάποιου στοιχείου του συστήματος.

Μολονότι ο υπολογιστής του ΠΣΕ παρέχει αρκετές δυνατότητες στον χρήστη μέσω του λογισμικού SCADA που υποστηρίζει, οι δυνατότητες αυτές είναι εμφανώς κατώτερες από τις αντίστοιχες του υπολογιστή του ΚΣΕ. Από τον υπολογιστή του ΠΣΕ δεν υπάρχει πρόσβαση: στις βάσεις δεδομένων, στην προσπέλαση στο σύστημα, στις λεπτομέρειες σχετικά με τα δίκτυα επικοινωνιών. Τέλος όπως έχει ήδη αναφερθεί, υπάρχουν πολύ περιορισμένες δυνατότητες όσον αφορά το κομμάτι του τηλεελέγχου.

Τα υπόλοιπα υποκεφάλαια του κεφαλαίου 12, θα αναλύσουν τις δυνατότητες που παρέχει το σύστημα SCADA στο προσωπικό του συνεργείου ΗΜ εγκαταστάσεων του τομέα Αθηνών. Η ανάλυση αυτή θα πραγματοποιηθεί με την παρουσίαση της διεπαφής χρήστη-προγράμματος. Όπως έχει αναφερθεί, η διεπαφή αυτή πραγματώνεται μέσω του Η/Υ που βρίσκεται στο συνεργείο. Ως εισαγωγή παρουσιάζεται η κεντρική οθόνη του προγράμματος και κάποιες από τις επιλογές που μας εμφανίζονται με ένα απλό κλικ.



Εικόνα 12.1 Κεντρική οθόνη του προγράμματος SCADA. [28].



Εικόνα 12.2 Βασικές επιλογές από την άνω μπάρα της κεντρικής οθόνης. [28].

Με μια πρώτη ματιά είναι φανερό πως μπορούμε ανά πάσα στιγμή να έχουμε εικόνα αναφορικά με την κατάσταση των σταθμών, τους πιο πρόσφατους συναγερμούς και τα βασικά μεγέθη που μας ενδιαφέρουν. Κάνοντας κλικ σε αντίστοιχες επιλογές, έχουμε πρόσβαση σε αναλυτικότερες αναφορές όπως γενικά σχέδια ή λίστες με τιμές οργάνων στο

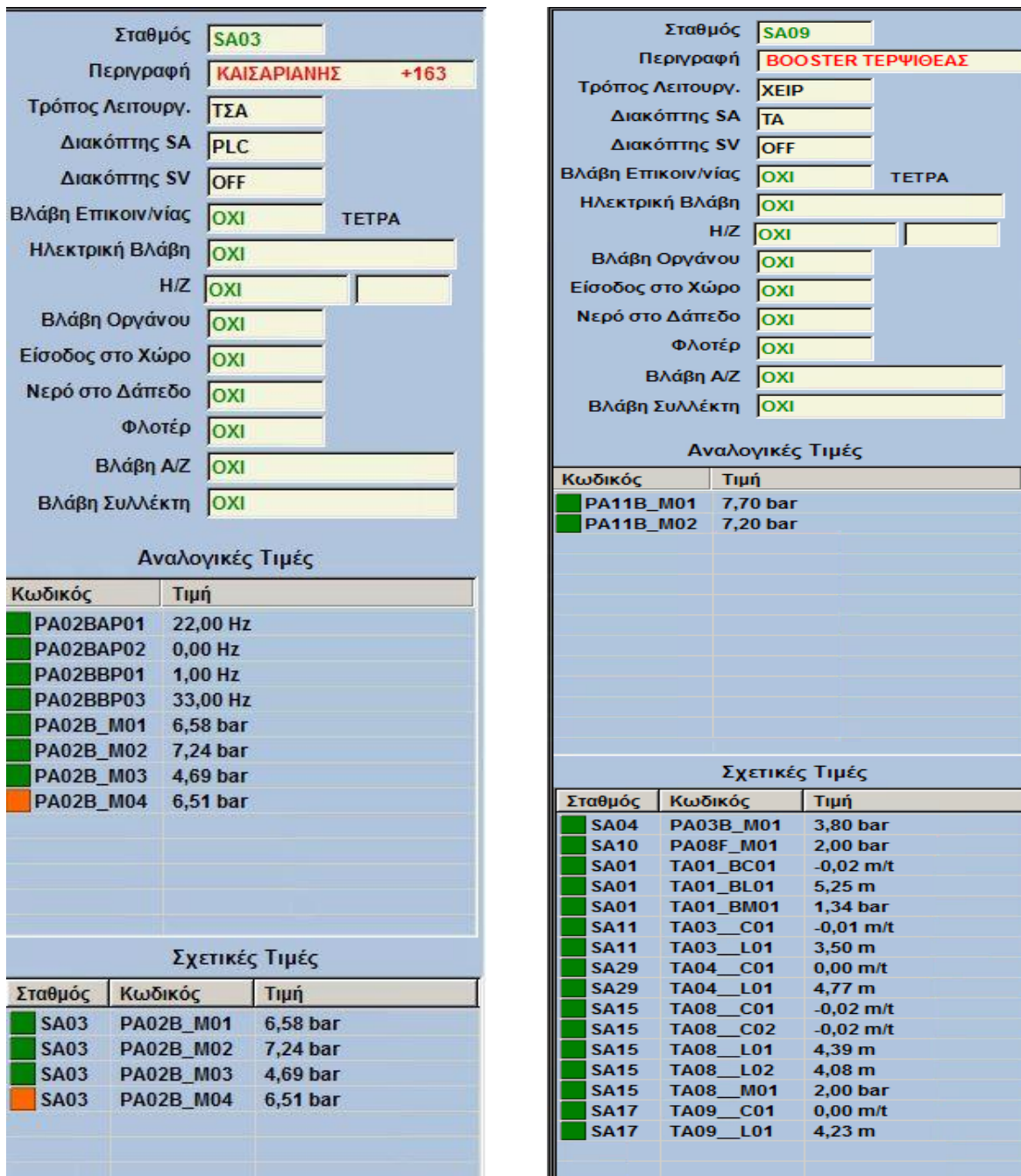
πρόσφατο παρελθόν. Τα υποκεφάλαια που έπονται θα αναλύσουν το σύνολο των δυνατοτήτων που μας παρέχονται.

12.5 Στοιχεία σταθμών αναλυτικά.

Στο υποκεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται η λίστα με τα δεδομένα που βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της κεντρικής οθόνης του προγράμματος. Η λίστα αυτή μας παρέχει τιμές και πληροφορίες που αφορούν:

1. Τον τρόπο λειτουργίας του Τοπικού Σταθμού.
2. Βλάβες και συναγερμοί διάφορων τύπων.
3. Τιμές των κρίσιμων για την εγκατάσταση μεγεθών.
4. Τιμές των ίδιων κρίσιμων μεγεθών, που μπορεί να προέρχονται από άλλους τοπικούς σταθμούς.

Ακολουθούν δύο παραδείγματα:



Εικόνα 12.3 Αριστερή στήλη της κεντρικής οθόνης με αναλυτικά στοιχεία για τοπικό σταθμό. [28].

Ας αναλύσουμε τα στοιχεία που παίρνουμε από τη στήλη αυτή στα δύο παραδείγματα της εικόνας 12.3, το οποία αμφότερα αναφέρονται σε booster δηλαδή ωστικά αντλιοστάσια. Λαμβάνουμε λοιπόν τις ακόλουθες, χρήσιμες πληροφορίες:

Παράδειγμα 1:

5. Το booster λειτουργεί μέσω τοπικού σταθμού. Ο έλεγχος γίνεται αποκλειστικά από το PLC, το οποίο ελέγχει την κάθε αντλία ξεχωριστά. Για τον διακόπτη SA, υπάρχει η

ένδειξη PLC. Όπερ σημαίνει, ότι ο επιλογικός διακόπτης SA που βρίσκεται στην εγκατάσταση θα είναι ρυθμισμένος στη θέση ΤΣ.

6. Δεν υπάρχει κάποια βλάβη σε όργανο ή αισθητήριο, είτε κάποιος συναγερμός.
7. Στα πόσα bar δουλεύει το κάθε μανόμετρο και πόσα Hz η κάθε αντλία.
8. Τα bar που αναφέραμε προηγουμένως.

Παράδειγμα 2:

1. Το booster λειτουργεί χειροκίνητα. Όπερ σημαίνει ότι οι αντλίες λειτουργούν μέσω των χειριστηρίων. Γίνεται χρήση των button start, stop που υπάρχουν στην πρόσοψη κάθε μονάδας και οι αντλίες λειτουργούν σύμφωνα με τους επί τόπου χειρισμούς. Κάθε αντλία λειτουργεί ξεχωριστά. Ο διακόπτης SA βρίσκεται σε θέση ΤΑ, επομένως ο έλεγχος των αντλιών γίνεται μέσω φλοτέρ. Βλέπουμε πως υπάρχουν 2 αντλίες οι οποίες θα αποτελέσουν μία ομάδα αντλιών και έτσι θα ελέγχονται από το ίδιο φλοτέρ.
2. Δεν υπάρχει κάποια βλάβη σε όργανο ή αισθητήριο, είτε κάποιος συναγερμός.
3. Στα πόσα bar δουλεύει το κάθε μανόμετρο.
4. Τιμές στις οποίες δουλεύουν μανόμετρα σε άλλες εγκαταστάσεις, καθώς επίσης και τιμές που δουλεύουν άλλα όργανα σε παρόμοιες ΗΜ εγκαταστάσεις

Για το παράδειγμα 2, θα πρέπει να τονιστεί πως κάποιες ή ίσως και όλες οι σχετικές τιμές που αναγράφονται, δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε βλάβη στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα την χρονική περίοδο από την οποία προέρχονται τα παραδείγματα. Τιμές που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα θα εμφανιστούν και στο υπόλοιπο κεφάλαιο 12 και αφορούν διάφορα μεγέθη και καταστάσεις. Επίσης οι ημερομηνίες στο σύνολο των παραδειγμάτων που εκθέτονται, δεν είναι οι πραγματικές ημερομηνίες στις οποίες τα παραδείγματα συλλέχθηκαν.

Τέλος παρατηρούμε πώς υπάρχουν διαφορετικά χρώματα στα εικονίδια που προηγούνται του κωδικού του εκάστοτε σταθμού. Η σημασία των χρωματικών ενδείξεων θα αναλυθεί στη συνέχεια του υποκεφαλαίου αυτού, καθώς επίσης και σε επόμενο υποκεφάλαιο.

12.6 Γενικό σχέδιο.




12.6.1 Χρησιμότητα.

Η συγκεκριμένη επιλογή προσφέρει τη δυνατότητα της παρατήρησης μιας εγκατάστασης από μία πιο γενική σκοπιά. Δηλαδή την παρατήρηση της θέσης της μέσα στο δίκτυο, των εγκαταστάσεων με τις οποίες αλληλεπιδρά άμεσα, του συνόλου των υδραυλικών-μηχανολογικών στοιχείων και των οργάνων με τα οποία έρχεται σε άμεση επαφή κ.ά. Υπάρχουν δύο τρόποι να οδηγηθούμε στο γενικό σχέδιο: Άνω μπάρα κεντρικής οθόνης\έξτρα\γενικό σχέδιο ή πίνακας σταθμών\κλικ πάνω σε σταθμό\γενικό σχέδιο.

Τα σημαντικότερα στοιχεία που δύναται να δώσει ένα γενικό σχέδιο είναι τα ακόλουθα:

1. Για μία δεξαμενή: Υψόμετρο, χωρητικότητα, στάθμη, διάγραμμα πίεσης στην κατάθλιψη και την αναρρόφηση. Το υψόμετρο και η χωρητικότητα είναι στοιχεία που αναγράφονται πάνω στο σχέδιο. Η στάθμη συμβολίζεται μέσω του ύψους που έχει το χρωματισμένο περιεχόμενο του συμβόλου της δεξαμενής. Για να ενημερωθούμε σχετικά με την πίεση στην κατάθλιψη ή την αναρρόφηση, κάνουμε κλικ στο σύμβολο του αντίστοιχου μανομέτρου για να δούμε το διάγραμμα.
2. Απλό ή ωστικό αντλιοστάσιο: Διάγραμμα πίεσης στην κατάθλιψη και την αναρρόφηση, υψόμετρο.
3. Δεδομένα υδραυλικού-μηχανολογικού ενδιαφέροντος όπως: Θέσεις βαλβίδων, βανών, παροχών, διατομές αγωγών.
4. Από που τροφοδοτείται μία εγκατάσταση και πού δίνει νερό.
5. Εγκαταστάσεις που συνδέονται άμεσα μεταξύ τους.
6. Πληροφορίες για βλάβες ή για καταστάσεις λειτουργίας μέσω των χρωματικών ενδείξεων.

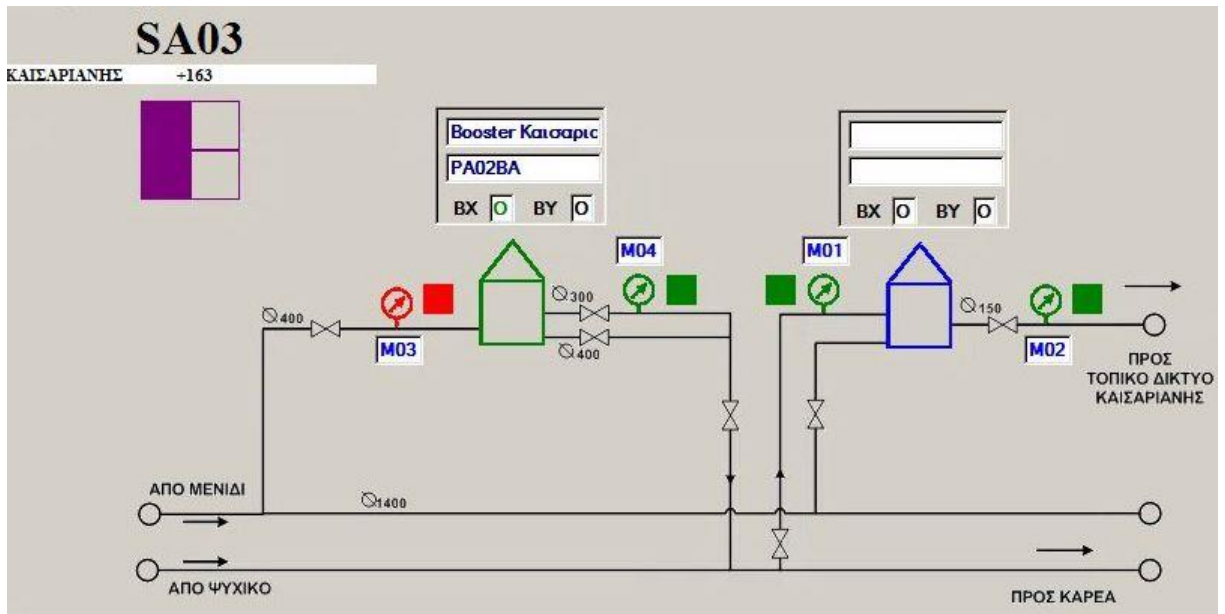
Πριν προχωρήσουμε σε παραδείγματα, διευκρινίζεται ποιά είναι τα σύμβολα για το κάθε αισθητήριο:

-  [28] : Μανόμετρο.
-  [28] : Παροχόμετρο
-  [28] : Σταθμήμετρο

12.6.2 Ενδείξεις χρωμάτων στο γενικό σχέδιο.




Σε ένα γενικό σχέδιο, κάποια στοιχεία ή εγκαταστάσεις μπορεί να μην έχουν το σύνηθες χρώμα με το οποίο παρουσιάζονται, δηλαδή το πράσινο. Διαφορετικά χρώματα στην απεικόνισή τους, σημαίνουν και διάφορους συναγερμούς ή προβληματικές καταστάσεις. Για

την κατανόηση του περιεχομένου της παραγράφου που προηγήθηκε, ακολουθεί ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα:

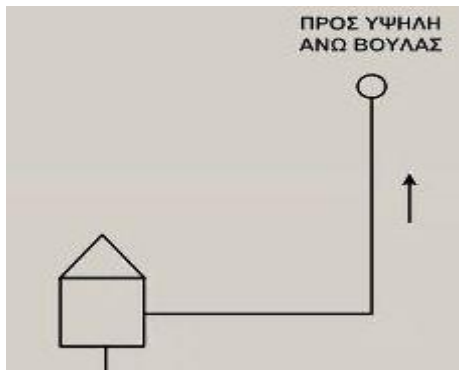


Εικόνα 12.4 Γενικό σχέδιο με ενδείξεις χρωμάτων. [28].

Η εικόνα 12.4 παρουσιάζει ένα γενικό σχέδιο, οι εγκαταστάσεις του οποίου αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα. Έχουμε:

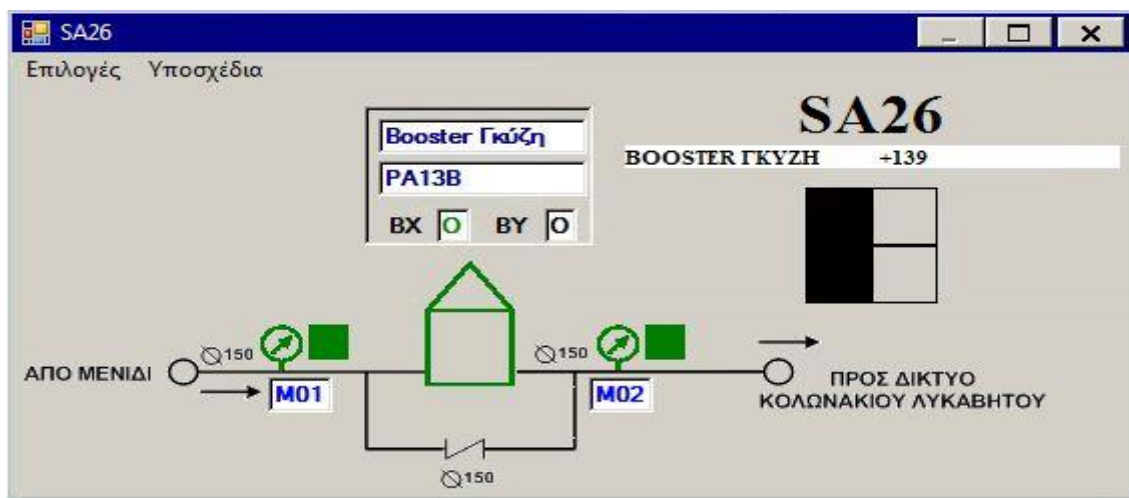
-  [28] : Κόκκινο χρώμα στην απεικόνιση του μανομέτρου. Υπάρχει κάποια βλάβη στο όργανο ή οι τιμές της πίεσης είναι ανησυχητικές.
-  [28] :Μπλε χρώμα στη απεικόνιση του αντλιοστασίου. Υπάρχει κάποιο πρόβλημα στη λειτουργία του αντλιοστασίου.
-  [28] : Μωβ χρώμα στη γενική απεικόνιση. Υπάρχει κάποιο πρόβλημα στην επικοινωνία των εγκαταστάσεων με τον ΚΣΕ.

Τέλος εγκαταστάσεις των οποίων τα σύμβολα αποτελούνται από μαύρες γραμμές, είναι εγκαταστάσεις οι οποίες πλέον δεν χρησιμοποιούνται καθόλου. Ακολουθεί παράδειγμα.

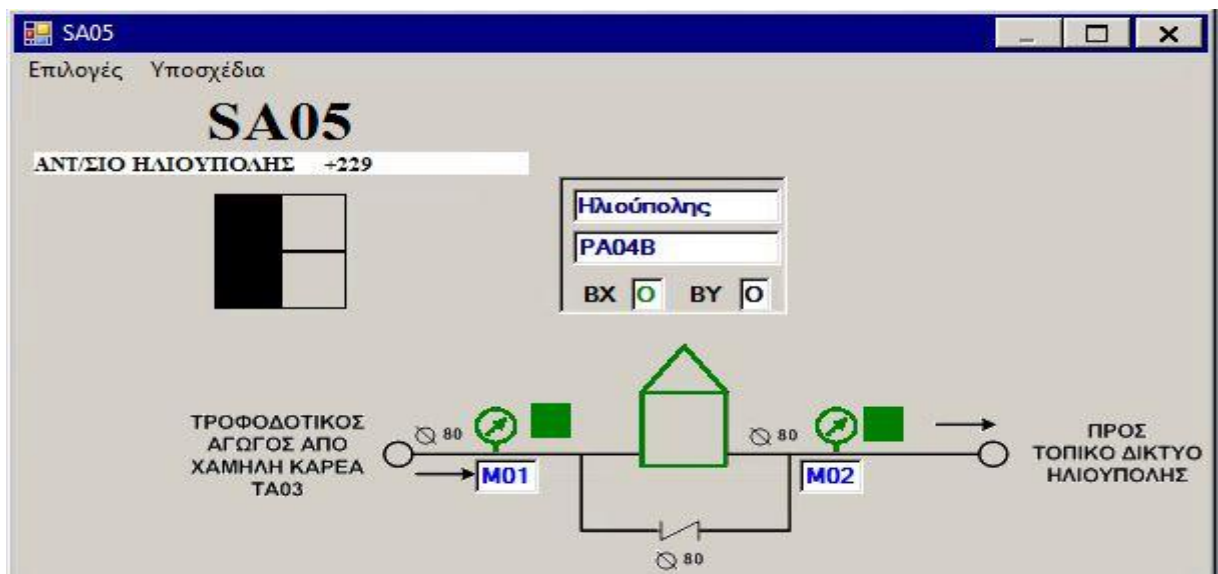


Εικόνα 12.5 Συμβολισμός εγκατάστασης αντλιοστασίου το οποίο πλέον δε χρησιμοποιείται. [28].

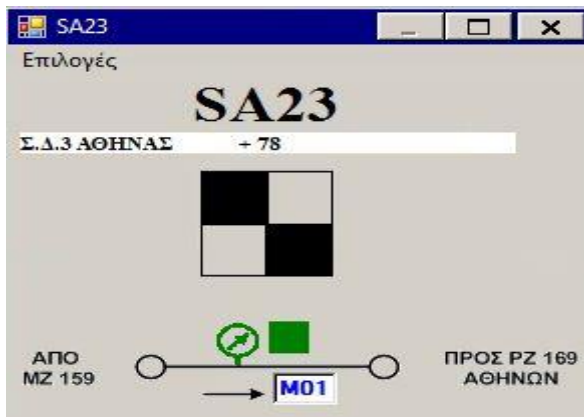
12.6.3 Γενικό σχέδιο μεμονωμένης εγκατάστασης.



Εικόνα 12.6 Γενικό σχέδιο booster. [28].



Εικόνα 12.7 Γενικό σχέδιο αντλιοστασίου. [28].



Εικόνα 12.8 Γενικό σχέδιο σημείου δικτύου. [28].

Τα τρία γενικά σχέδια που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες εικόνες, απεικονίζουν εγκαταστάσεις ως μεμονωμένες. Ήτοι παρουσιάζουν τις εγκαταστάσεις όχι σαν σύνολο με άλλες εγκαταστάσεις με τις οποίες αλληλεπιδρούν άμεσα, αλλά σαν μεμονωμένες. Αυτή η επιλογή για την παρουσίαση στο γενικό σχέδιο, οφείλεται στο ότι οι εν λόγω εγκαταστάσεις δεν αλληλοεξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό με άλλες. Στοιχεία που μπορούμε να πάρουμε από αυτά τα παραδείγματα και μας ενδιαφέρουν συνήθως είναι:

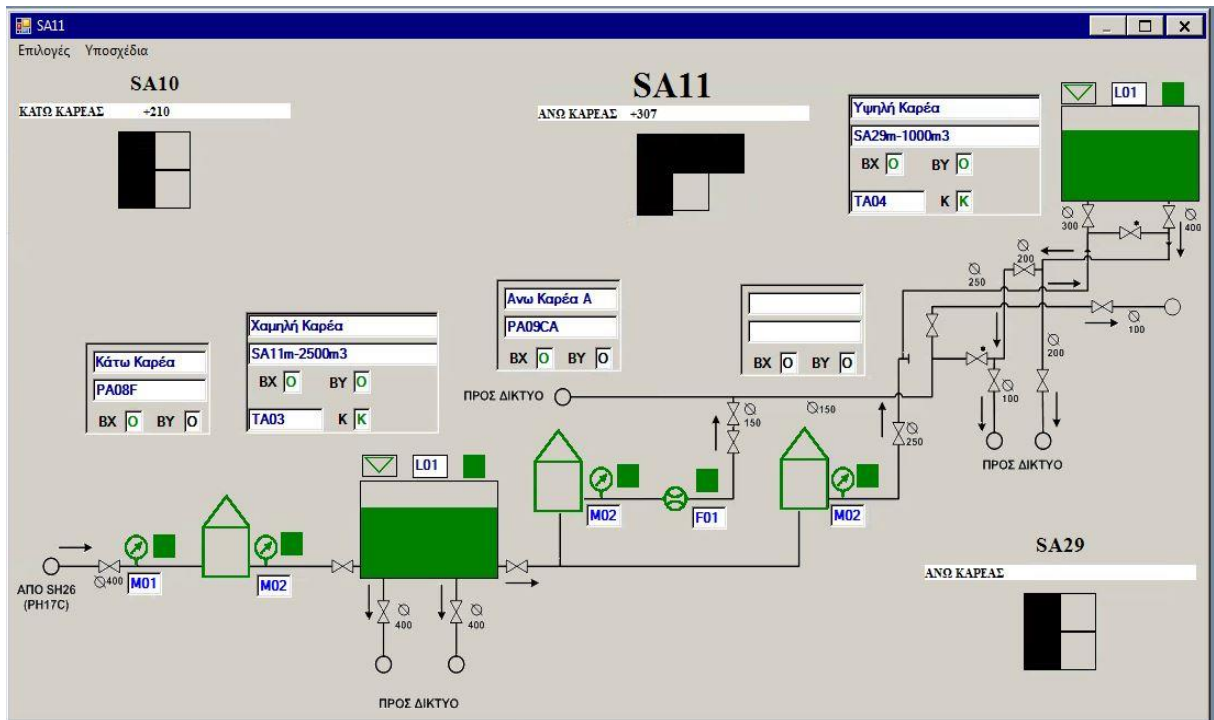
1. Από πού τροφοδοτείται και τι τροφοδοτεί η κάθε εγκατάσταση.
2. Γραφήματα πίεσης κάνοντας κλικ στο εικονίδιο του μανομέτρου.

Βεβαίως μπορούμε να πάρουμε και πληροφορίες αναφορικά με τα υδραυλικά-μηχανολογικά στοιχεία της κάθε εγκατάστασης και το υψόμετρο στο οποίο αυτή είναι εγκατεστημένη. Εντούτοις δεν θα ασχοληθούμε με αυτές στο παρόν υποκεφάλαιο, καθώς δεν αφορούν εφαρμογές και ενέργειες που να υπάγονται στις αρμοδιότητες του τμήματος των ΗΜ εγκαταστάσεων.

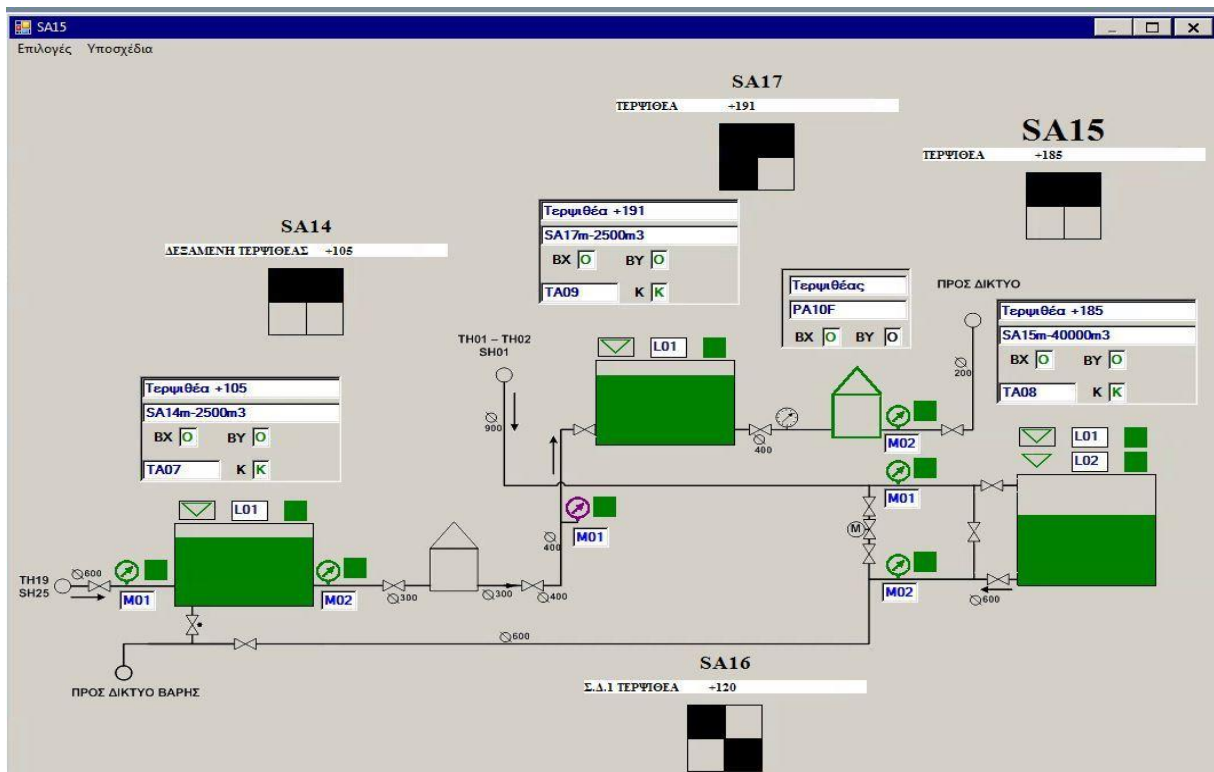
Στη εικόνα 12.6 παρουσιάζεται ένα σημείο δικτύου. Ουσιαστικά δεν πρόκειται για μία ΗΜ εγκατάσταση, αλλά απλά για ένα σημείο στο δίκτυο που τοποθετούμε όργανα για να μετράμε διάφορα μεγέθη. Στο σημείο δικτύου του οποίου το γενικό σχέδιο παρουσιάζουμε στην εικόνα 12.6, έχει τοποθετηθεί ένα μανόμετρο για να μπορούμε να ελέγχουμε τις τιμές πίεσης του νερού.

12.6.4 Γενικό σχέδιο μιας ομάδας εγκαταστάσεων.

Σε πολλές περιπτώσεις, περισσότερες από μια εγκαταστάσεις παρουσιάζονται στο ίδιο γενικό σχέδιο. Ακολουθούν δύο παραδείγματα.



Εικόνα 12.9 Γενικό σχέδιο ομάδας εγκαταστάσεων N1. [28].



Εικόνα 12.10 Γενικό σχέδιο ομάδας εγκαταστάσεων N2. [28].

Τις χρήσιμες πληροφορίες τις οποίες μπορεί να μας δώσει ένα γενικό σχέδιο μεμονωμένης εγκατάστασης, μπορεί να μας τις δώσει και ένα γενικό σχέδιο ομάδας εγκαταστάσεων. Το ερώτημα λοιπόν είναι τι παραπάνω μπορεί να μας προσφέρει ένα τέτοιο σχέδιο.

Σε ένα γενικό σχέδιο ομάδας εγκαταστάσεων, απεικονίζεται ουσιαστικά ένα μικρό δίκτυο που σχηματίζουν κάποιες εγκαταστάσεις, οι οποίες είναι τοποθετημένες σχετικά κοντά η μία στην άλλη. Αυτή η απεικόνιση είναι ωφέλιμη γιατί μας δείχνει ποιά εγκατάσταση επηρεάζει άμεσα κάποια άλλη. Αυτό το όφελος θα γίνει κατανοητό με ένα παράδειγμα.

Έστω ότι η δεξαμενή που φέρει το όνομα υψηλή Καρέα στο παράδειγμα της εικόνας 12.9, παρουσιάζει συνεχώς πρόβλημα χαμηλής στάθμης. Έχουμε βεβαιωθεί πως τα όργανα για τη μέτρηση της στάθμης και την αποστολή των τιμών δουλεύουν άριστα και πως δεν υπάρχουν διαρροές. Είναι λοιπόν έκδηλο πως υπάρχει πρόβλημα στην τροφοδοσία της δεξαμενής. Τότε θα ανατρέξουμε στο γενικό σχέδιο (ομάδας εγκαταστάσεων), για να καταλάβουμε γρήγορα πως το πρόβλημα βρίσκεται σε ένα από τα δύο αντλιοστάσια που τροφοδοτούν τη δεξαμενή, ακόμα και αν δεν είχαμε σχετικό συναγερμό. Δεν θα φτάναμε τόσο γρήγορα στο συμπέρασμα αυτό, εάν κάθε εγκατάσταση απεικονίζονταν μεμονωμένα.

Τέλος έχοντας μια εικόνα για τα μικρότερα δίκτυα που συνθέτουν το γενικό δίκτυο ύδρευσης, είναι ευκολότερη η εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων. Τα συμπεράσματα αυτά σχετίζονται με το πού πρέπει να γίνουν αναβαθμίσεις, για να δουλεύει το δίκτυο ακόμα καλύτερα.

12.6.5 Στοιχεία εγκατάστασης.

Κάνοντας κλικ στο σύμβολο μίας εγκατάστασης, μας εμφανίζονται τα στοιχεία της. Παραδείγματα στις επόμενες εικόνες:

ΓΕΝΙΚΑ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

ΚΩΔ. ΑΝΤ/ΣΙΟΥ: PA10F
 ΑΡ. ΑΝΤΛΙΩΝ: 4
 ΙΣΧΥΣ ΔΕΗ: 40
 ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ: 30
 ΑΠΟΡ/ΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ: 0
 ΒΛΑΒΗ ΑΝΤ/ΣΙΟΥ: ΟΧΙ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΑΤΑΣΤ.	ΛΕΙΤΟΥΡ.	ΒΛΑΒΗ	HP	ΜΑΝΟΜ.	ΠΑΡΟΧΗ
PA10F_P01	OFF	ΧΕΙΡ	ΟΧΙ	010	30	40
PA10F_P02	OFF	ΕΚΤΟΣ	ΟΧΙ	010	30	40
PA10F_P03	OFF	ΑΥΤΟΜ	ΟΧΙ	010	30	40
PA10F_P04	ON	ΧΕΙΡ	ΟΧΙ	000		

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

Κωδικός Οργάνου / Είδος	Όριο 1	Όριο 2	Όριο 3	Όριο 4
PA10F_M01 Μανόμετρο				
PA10F_M02 Μανόμετρο	3,3 bar	4,5 bar		
PA10F_M03 Μανόμετρο				

Ημερομηνία Ενημέρωσης Παραμέτρων Αντ/σιου: 06/02/1999 13:46

Εικόνα 12.11 Στοιχεία εγκατάστασης αντλιοστασίου. [28].

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ	
ΚΩΔΙΚΟΣ	TA07
Τ.Σ.	SA14
ΧΩΤΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	2500 m3
ΥΨ.ΠΥΘΜΕΝΑ	
ΥΨ.ΥΠΕΡΧ.	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ	105
ΕΛΑΧΙΣΤΟ	0
ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ	1.5
ΧΑΜΗΛΟ	2
ΥΨΗΛΟ	4.5
ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ	4.6
ΜΕΓΙΣΤΟ	5

Εικόνα 12.12 Στοιχεία εγκατάστασης δεξαμενής. [28].

Από τις πληροφορίες που παίρνουμε για τα στοιχεία ενός αντλιοστασίου, ενημερωνόμαστε σχετικά με το σενάριο λειτουργίας του. Αναλυτικότερη αναφορά για το σενάριο λειτουργίας ενός αντλιοστασίου ακολουθεί στο επόμενο υποκεφάλαιο.

Για μία δεξαμενή αν συμβουλευτούμε την επιλογή <<στοιχεία δεξαμενής>>, μπορούμε να έχουμε σαφέστερη εικόνα για την πληρότητα της. Αν γνωρίζουμε την τιμή του σταθμήμετρου, μπορούμε να συμπεράνουμε εάν για τα δεδομένα της δεξαμενής (τα οποία ο χρήστης έχει ορίσει), η στάθμη της είναι χαμηλή, υψηλή, πολύ υψηλή κλπ. Αναφέρουμε πως λόγω προβλημάτων λογισμικού, οι τιμές μέγιστη στάθμη, χαμηλό κλπ της εικόνας 12.12 δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Είναι σημαντικό να εξηγήσουμε τι σημαίνει το γεγονός ότι ο χρήστης ορίζει τα δεδομένα της δεξαμενής. Χωρίς αυτό τον ορισμό, δεν θα ήταν απαραίτητη η ύπαρξη των πεδίων πολύ χαμηλό, χαμηλό κλπ στον πίνακα των στοιχείων εγκατάστασης μίας δεξαμενής. Ο χρήστης θα έβλεπε την ένδειξη του σταθμήμετρου και έχοντας γνώση της μέγιστης επιτρεπόμενης στάθμης της δεξαμενής, θα μπορούσε πολύ απλά να συμπεράνει εάν τη δεδομένη στιγμή η δεξαμενή έχει υψηλή, χαμηλή κλπ στάθμη. Το ζήτημα όμως του χαρακτηρισμού της στάθμης μίας δεξαμενής είναι λίγο πιο σύνθετο. Ο όρος σύνθετο αναφέρεται στο ότι για να

χαρακτηρίσουμε την στάθμη μίας δεξαμενής, θα πρέπει να έχουμε και μία γενική-μέση εικόνα για την ζήτηση την οποία αυτή καλύπτει.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα για να γίνουν κατανοητά τα όσα παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Έστω πως έχουμε δύο δεξαμενές οι οποίες έχουν ίδια χωρητικότητα και μέγιστη στάθμη. Έστω ότι η μέγιστη τιμή της στάθμης τους είναι τα 6 m. Η παροχή της δεξαμενής A κυμαίνεται από 0 έως 250 m³/h και της B από 0 έως 150 m³/h στη διάρκεια της ημέρας. Παρατηρώντας τα γραφήματα που σχετίζονται με την παροχή της δεξαμενής A βλέπουμε πως το περισσότερο χρόνο η παροχή παίρνει τιμές από 80 έως 180 m³/h. Κάνοντας την ίδια παρατήρηση για τη B καταλήγουμε στις τιμές 30 έως 100 m³/h. Έστω ότι και οι δύο δεξαμενές έχουν στάθμη 2.5 m. Λόγω των απαιτήσεων που καλείται να καλύψει η A, η τιμή της στάθμης της θεωρείται χαμηλή. Αντιθέτως η ίδια τιμή στάθμης θεωρείται υψηλή για την δεξαμενή B, καθώς οι απαιτήσεις που καλείται να καλύψει είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές της A. Έτσι λοιπόν είναι απαραίτητο να ορίζει ο χρήστης τις τιμές του οργάνου, που αντιστοιχούν σε χαρακτηρισμούς για το μετρούμενο μέγεθος.

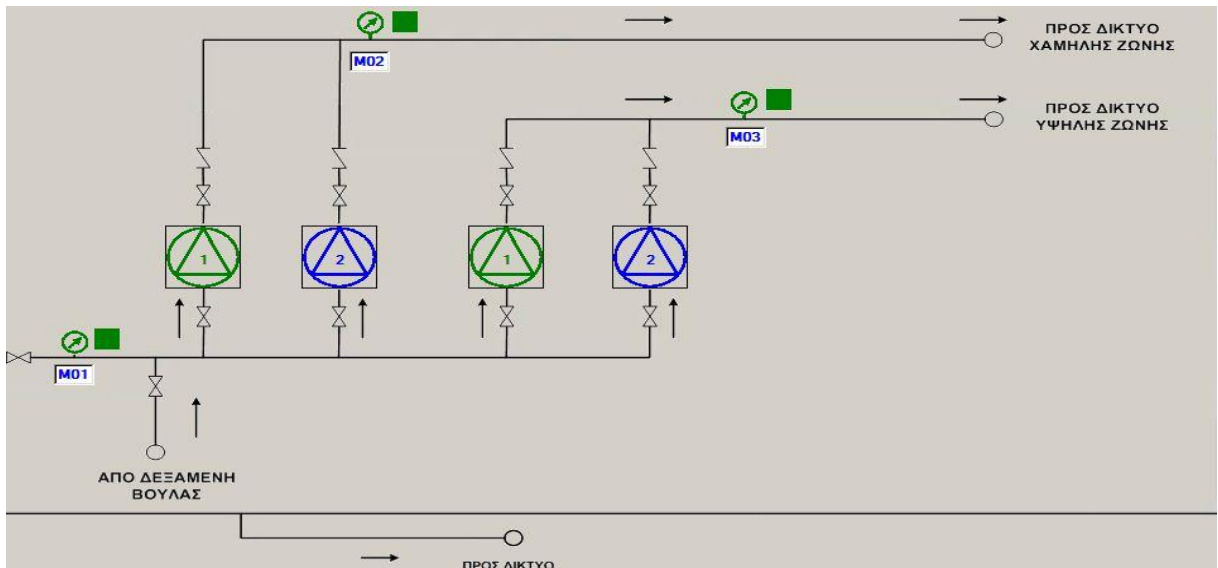
Στην υποενότητα 12.8.3 παρουσιάζονται παραδείγματα από τον ορισμό των ορίων λειτουργίας μανομέτρου. Τα όρια αντιστοιχούν σε χαρακτηρισμούς για το μέγεθος της πίεσης.

12.7 Υποσχέδιο.

Το υποσχέδιο μίας εγκατάστασης μας δίνει την δυνατότητα να την παρατηρήσουμε με ακόμη μεγαλύτερη λεπτομέρεια, απ' ό,τι την παρατηρούμε στο γενικό σχέδιο. Παρέχει όγκο πληροφοριών που είναι εφάμιλλος με αυτόν που παρέχει η επιλογή <<στοιχεία εγκατάστασης>> και επιπλέον δίνει στο χρήστη πρόσβαση σε σχέδια που αφορούν το εσωτερικό της εγκατάστασης.

Για να εμφανιστεί το υποσχέδιο κάνουμε κλικ στην αντίστοιχη επιλογή, που βρίσκεται στην άνω μπάρα του παραθύρου του γενικού σχεδίου. Εάν πρόκειται για αντλιοστάσιο εμφανίζονται δύο παράθυρα, ένα με πληροφορίες για την κατάσταση των αντλιών και ένα με σχέδιο για το εσωτερικό της εγκατάστασης. Εάν πρόκειται για δεξαμενή εμφανίζεται ένα παράθυρο, το οποίο περιέχει σχέδιο για το εσωτερικό της εγκατάστασης. Ακολουθούν παραδείγματα:

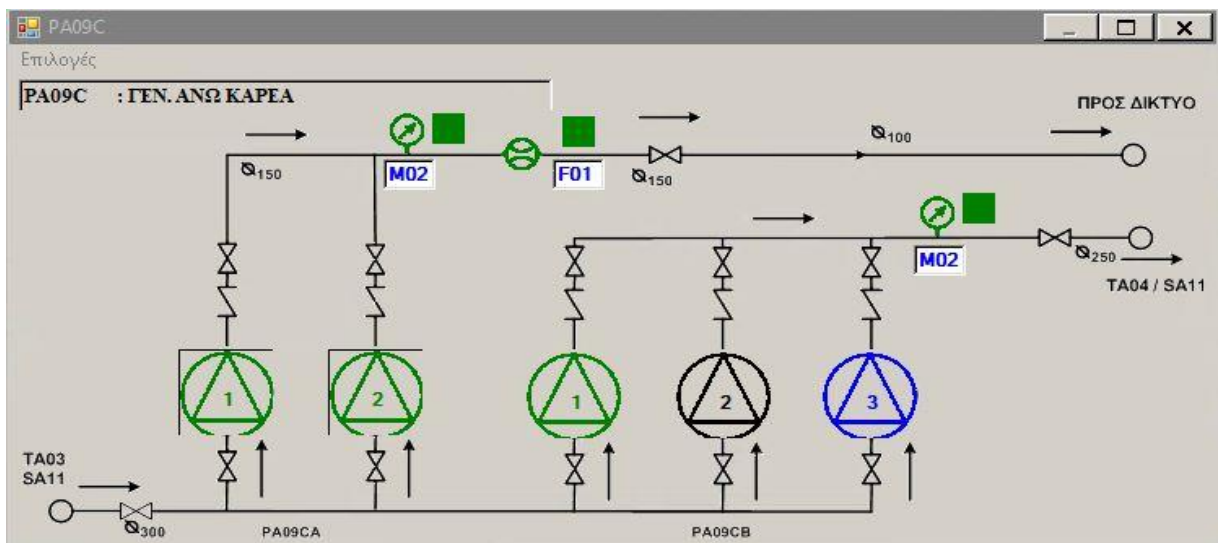
- Αντλιοστάσια.



Εικόνα 12.13 Εσωτερικό αντλιοστασίου N1. [28].

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ				
ΑΝΤ/ΣΙΟ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ			
ΕΓΚΑΤ/ΜΕΝΗ	80			
ΠΑΡΟΧΗ ΔΕΗ	0			
ΑΠΟΡ/ΜΕΝΗ	40			
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΒΛΑΒΗ			
PA16FA	OXI			
PA16FB	OXI			
ΑΝΤΛΙΑ	PA16FAP01	PA16FAP02	PA16FBP01	PA16FBP02
ΒΛΑΒΗ	OXI	OXI	OXI	OXI
Δ.ΒΛΑΒΗ	OXI	OXI	OXI	OXI
ΙΣΧΥΣ	15	15	25	25
ΔΕΙΤ.	AUTO	AUTO	AUTO	AUTO
ΕΝΤΟΛΗ	START	STOP	START	STOP
ΚΑΤΑΣΤ	ON	OFF	ON	OFF
Hz	44	0	45	1
SetPoint	12	12	12	12

Εικόνα 12.14 Στοιχεία αντλιοστασίου N1. [28].



Εικόνα 12.15 Εσωτερικό αντλιοστασίου N2. [28].

ΑΝΤ/ΣΙΟ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ
ΕΓΚΑΤ/ΜΕΝΗ: 115	ΑΝΤΛΙΑ: PA09CAP01, PA09CAP02, PA09CBP01, PA09CBP02, PA09CBP03
ΠΑΡΟΧΗ ΔΕΗ: 100	ΒΛΑΒΗ: ΟΧΙ, ΟΧΙ, ΟΧΙ, ΟΧΙ, ΟΧΙ
ΑΠΟΡ/ΜΕΝΗ: 50	Λ.ΒΛΑΒΗ: ΟΧΙ, ΟΧΙ, ΟΧΙ, ΟΧΙ, ΟΧΙ
ΚΩΔΙΚΟΣ: PA09CA, PA09CB	ΙΣΧΥΣ: 15, 15, 20, 50, 15
ΒΛΑΒΗ: ΟΧΙ, ΟΧΙ	ΛΕΙΤ.: AUTO, AUTO, AUTO, ΕΚΤΟΣ, AUTO
	ΕΝΤΟΛΗ: START, START, START, STOP, STOP
	ΚΑΤΑΣΤ: ON, ON, ON, OFF, OFF
	Hz: 47, 0, 0, 0, 0
	SetPoint: 6, , , ,

Εικόνα 12.16 Στοιχεία αντλιοστασίου N2. [28].

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, μία αντλία δεν τοποθετείται ποτέ μόνη της. Αντιθέτως για την ορθή λειτουργία των αντλιοστασίων, χρησιμοποιούμε τουλάχιστον δύο αντλίες για την ίδια παροχή. Αυτό συμβαίνει για 2 λόγους:

1. Για να υπάρχει εφεδρεία σε περίπτωση βλάβης. Έστω ότι υπάρχει βλάβη και η αντλία σταματάει να δουλεύει. Μέχρι να αποκατασταθεί η λειτουργία της πρώτης αντλίας, δουλεύει η εφεδρική και η τροφοδοσία δεν διακόπτεται.
2. Για υποστήριξη. Εάν υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις και η βασική αντλία δυσκολεύεται να ανταπεξέλθει, ενεργοποιείται η εφεδρική και λειτουργούν ταυτόχρονα για όση ώρα χρειάζεται. Το φαινόμενο αυτό συναντάται περισσότερο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Αναφορικά με τα χρώματα, ισχύει:

- Πράσινο: Η αντλία βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας (στα παραδείγματά μας σε κατάσταση αυτόματης λειτουργίας) και λειτουργεί κανονικά.
- Μπλε: Η αντλία βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας, ωστόσο είναι σε αναμονή και όταν χρειαστεί είναι σε θέση να εκκινήσει.
- Μαύρο: Η αντλία δεν λειτουργεί.

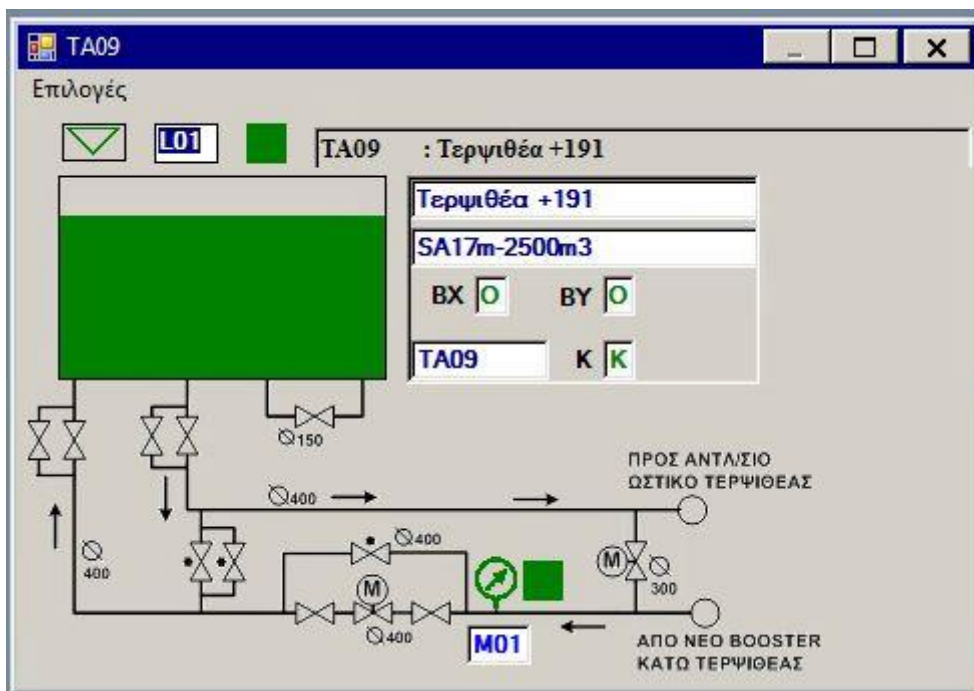
Από ένα υποσχέδιο αντλιοστασίου μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για:

1. Βλάβες σε αντλίες. Ο χρωματισμός των αντλιών μας δείχνει άμεσα ποιά αντλία έχει πρόβλημα.

2. Το σενάριο λειτουργίας του αντλιοστασίου. Πρόκειται για τη σειρά και τον τρόπο με τα οποία λειτουργούν οι αντλίες. Ποιά είναι βασική, ποιά εφεδρική σε τι κατάσταση λειτουργίας είναι η κάθε αντλία (AUTO, χειροκίνητη κλπ). Μέσω του υποσχεδίου μπορούμε να μάθουμε ανά πάσα στιγμή το σενάριο λειτουργίας κάθε αντλιοστασίου, καθώς επίσης και να ελέγξουμε εάν το σενάριο λειτουργεί, όταν υπάρξει περίπτωση ανάγκης.

- Δεξαμενές.

Αναφορικά με τις δεξαμενές, το υποσχέδιο περιλαμβάνει ένα αναλυτικό σχέδιο του εσωτερικού της εγκατάστασης. Όπως θα φανεί και στο παράδειγμα, στο σχέδιο αυτό απεικονίζεται το σύνολο των οργάνων και των μηχανολογικών-υδραυλικών στοιχείων που βρίσκονται στο εσωτερικό της δεξαμενής.



Εικόνα 12.17 Υποσχέδιο δεξαμενής. [28].

12.8 Όργανα μέτρησης.

12.8.1 Εισαγωγή.

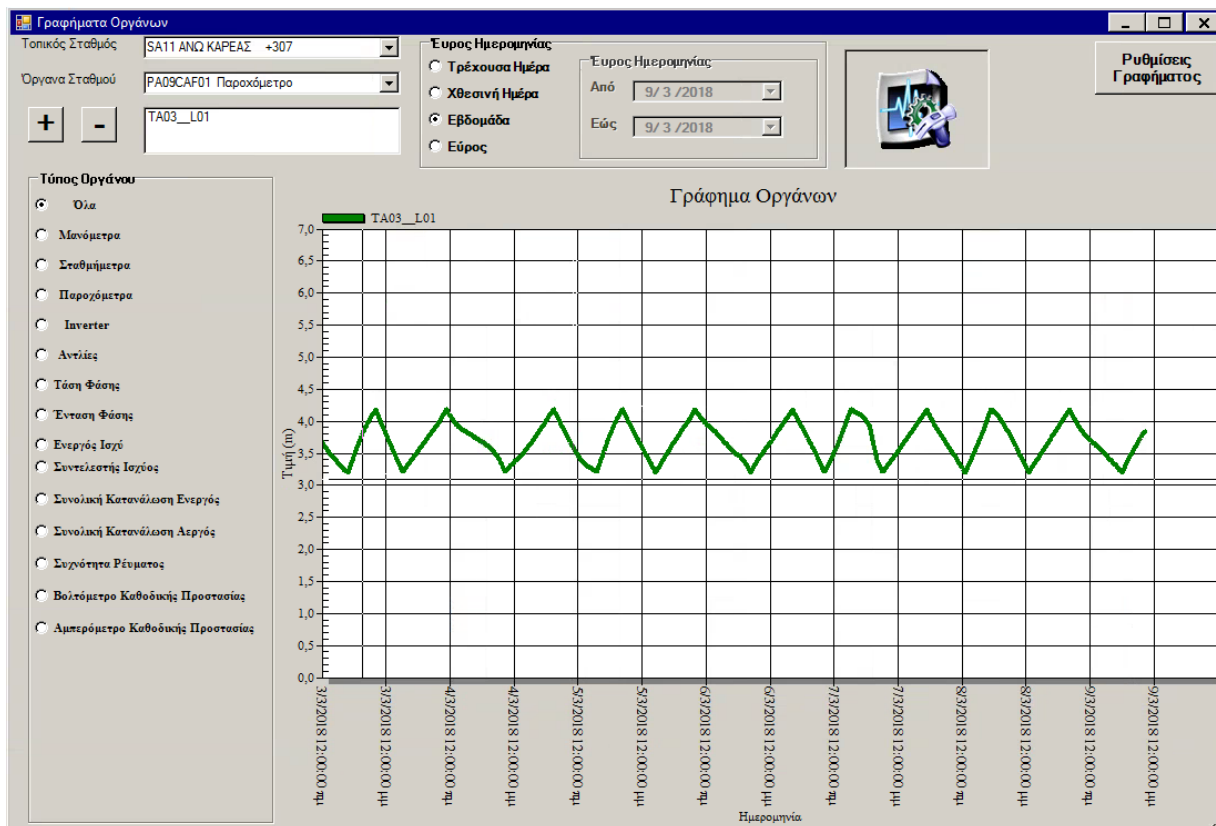
Τα όργανα που ενδιαφέρουν το τμήμα των ΗΜ εγκαταστάσεων είναι:

1. Μονόμετρο. Μετράει την πίεση του νερού. Μονάδα μέτρησης bar.
2. Παροχόμετρο. Μετράει την παροχή σε νερό. Μονάδα μέτρησης m³/h.
3. Σταθμήμετρο. Μετράει τη στάθμη του νερού που βρίσκεται σε μία δεξαμενή. Μονάδα μέτρησης m.

Για να πάρουμε πληροφορίες σχετικά με κάποιο όργανο, κάνουμε κλικ πάνω στο αντίστοιχο εικονίδιο. Μπορούμε να δούμε γραφήματα οργάνων καθώς επίσης και τα όρια λειτουργίας τους.

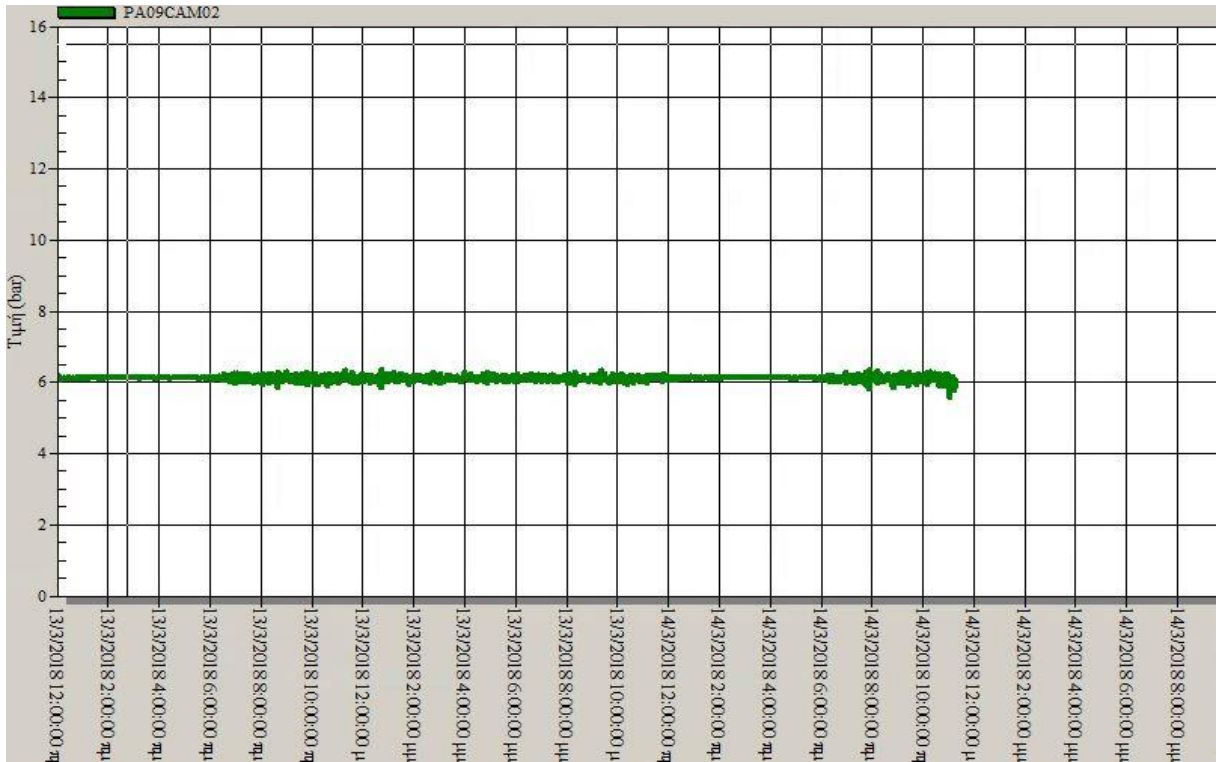
12.8.2 Γραφήματα οργάνων.

Για το γράφημα ενός οργάνου, μπορούμε πέρα από το όργανο να επιλέξουμε και το εύρος ημερομηνίας το οποίο επιθυμούμε. Πρόκειται ουσιαστικά για την χρονική διάρκεια η οποία θα αποτυπώνεται στον οριζόντιο άξονα, δηλαδή τον άξονα του χρόνου. Μπορούμε να επιλέξουμε μεταξύ: τρέχουσας ημέρας, χθεσινής ημέρας, εβδομάδας, άλλο εύρος που ορίζουμε εμείς. Ακολουθεί παράδειγμα που δείχνει όλο το παράθυρο που αναφέρεται στο γράφημα οργάνου.

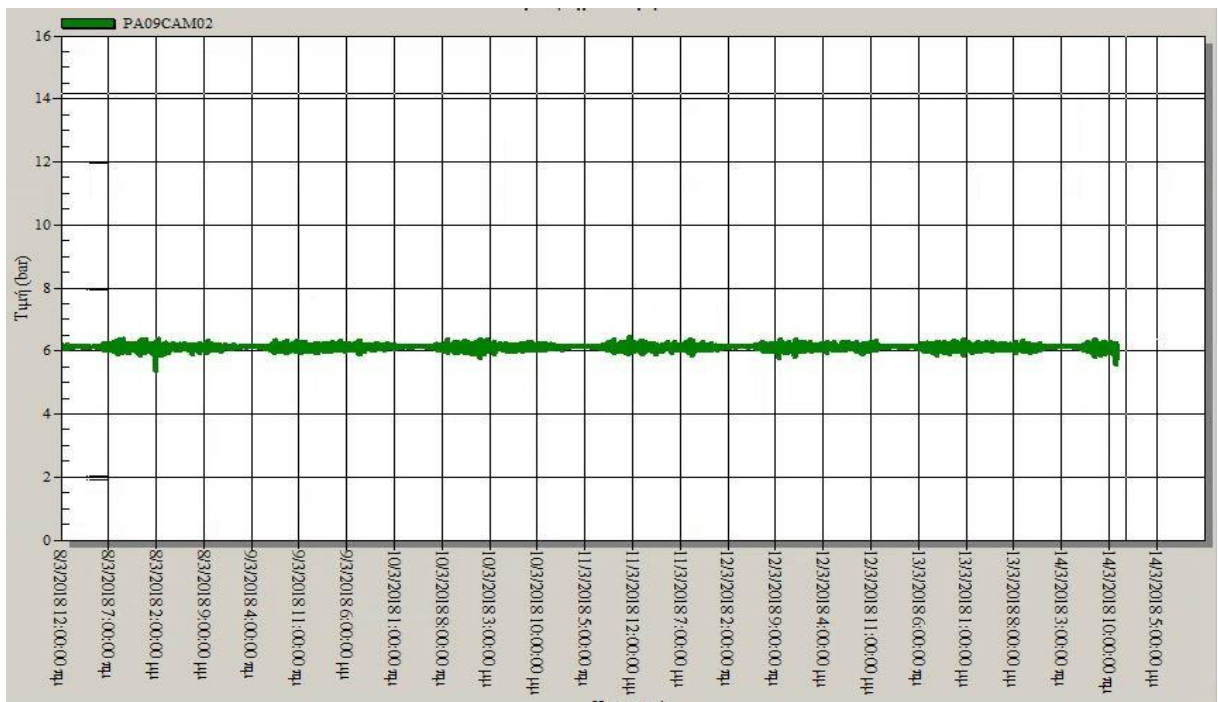


Εικόνα 12.18 Παράθυρο γραφήματος οργάνου. Γράφημα σταθμήμετρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα. [28].

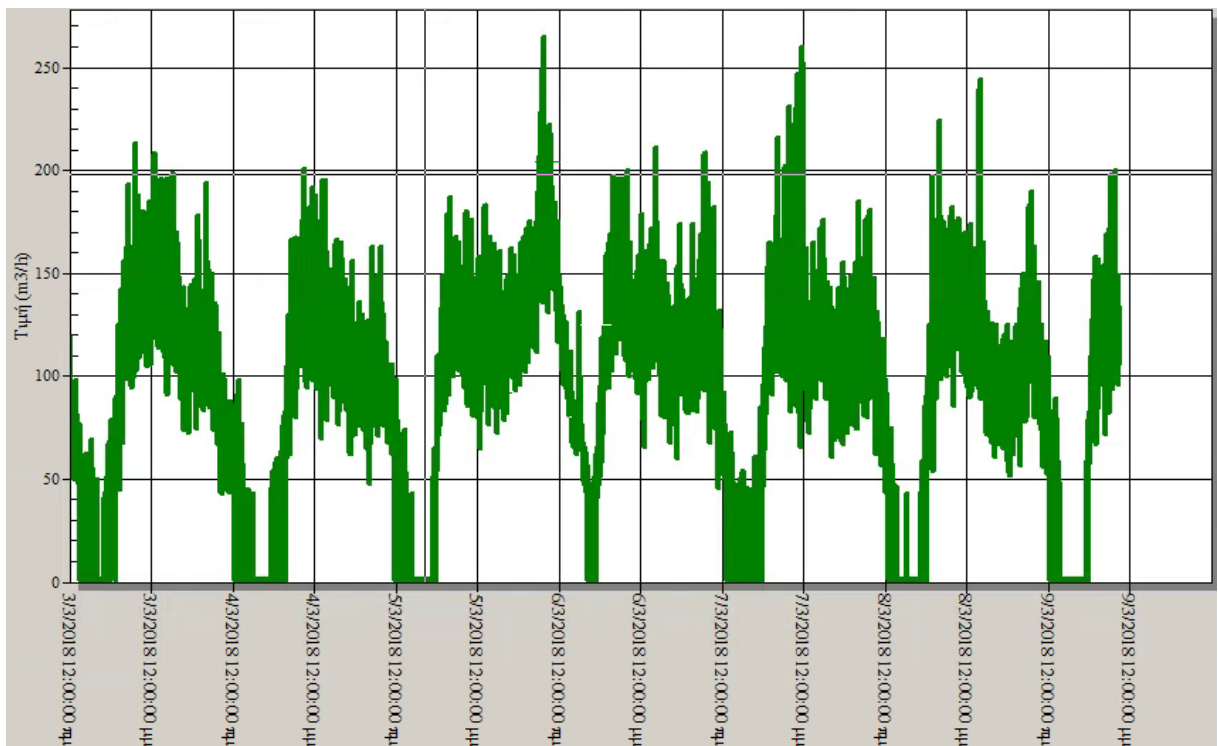
Το πρώτο παράδειγμα μας δείχνει την πορεία του μεγέθους της στάθμης δεξαμενής σε μια εβδομάδα (Στο παράθυρο όργανα σταθμού αναγράφεται <<παροχόμετρο>> αλλά αυτό αποτελεί λάθος του συστήματος). Ακολουθούν παραδείγματα απεικόνισης της πορείας μεγεθών σε διαφορετικό χρονικό εύρος.



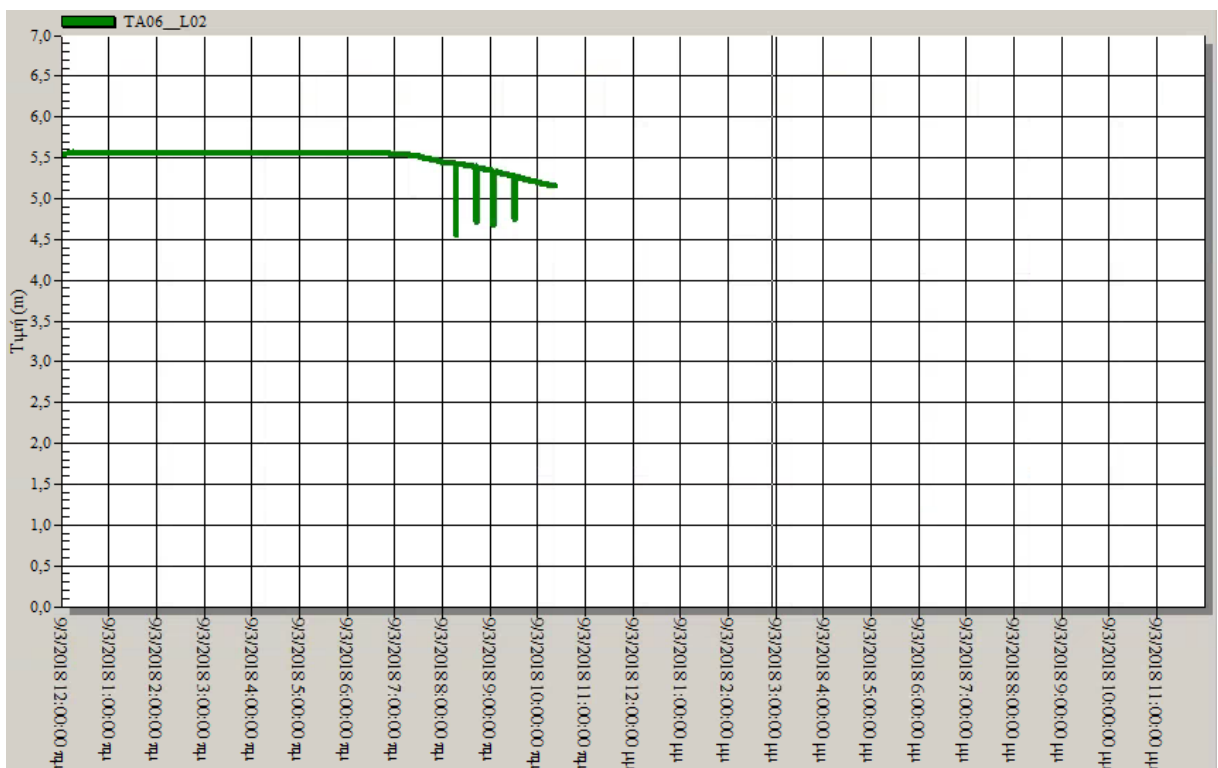
Εικόνα 12.19 Γράφημα μανομέτρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα. [28].



Εικόνα 12.20 Γράφημα μανομέτρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα. [28].



Εικόνα 12.21 Γράφημα παροχόμετρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα. [28].



Εικόνα 12.22 Γράφημα σταθμήμετρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα. [28].

Στα εβδομαδιαία γραφήματα παρατηρούμε την πορεία του φαινομένου μέσα σε μία εβδομάδα, χωρίς προβλήματα. Η αυξομείωση των τιμών είναι ομαλή. Παραδείγματος χάρη στο εβδομαδιαίο διάγραμμα της παροχής, παρατηρούμε πως η παροχή πέφτει και ανεβαίνει σε συγκεκριμένες ώρες της κάθε ημέρας.

Τα διαγράμματα που αναφέρονται σε κάποιες ώρες μίας και μόνο ημέρας δεν παρουσιάζουν κάποιο πρόβλημα. Για να γίνει αυτό αντιληπτό, πρέπει να μελετάμε από κοινού τα διαγράμματα μίας ή λίγων ημερών και μίας βδομάδας ή περισσότερων ημερών. Παραδείγματος χάρη παρατηρώντας την εικόνα 12.22 μεμονωμένα, θα μπορούσαμε να βγάλουμε το συμπέρασμα πως υπάρχει κάποιο πρόβλημα στην εγκατάσταση, εφόσον η τιμή της στάθμης ήταν σταθερή μέχρι τις 7 το πρωί, ενώ έπειτα μειώνεται. Αν όμως παρατηρήσουμε και την εικόνα 12.18 θα καταλάβουμε πως πρόκειται για μία φυσιολογική μεταβολή. Τα δύο διαγράμματα αφορούν την ίδια εγκατάσταση.

Γραφήματα τα οποία παρουσιάζουν βλάβες περιέχονται σε σχετικό κεφάλαιο στη συνέχεια.

12.8.3 Όρια λειτουργίας οργάνων.

Ακολουθούν δύο παραδείγματα τα οποία απεικονίζουν το παράθυρο που εμφανίζεται, εάν κάνουμε κλικ στην επιλογή <<όρια λειτουργίας>>. Αμφότερα τα παραδείγματα αναφέρονται σε μανόμετρα. Οι αντιστοιχίες μεταξύ χρωμάτων και ορίων δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Λειτουργικά Όρια	Εμφάνιση Συναγερμού
Βάση: -1	Υψηλό (Red)
Πολύ Χαμηλό: 6,5	Χαμηλό (Yellow)
Χαμηλό: 6,61	Κανονικό (Green)
Υψηλό: 8,8	Χαμηλό (Yellow)
Πολύ Υψηλό: 9,2	Υψηλό (Red)

Εικόνα 12.23 Όρια λειτουργίας μανομέτρου N1. [28].

Πληροφοριακά Στοιχεία	
Κωδικός Οργάνου	NA01_M01
Part Number	
Serial Number	
Κατασκευαστής	GEFRAN
H/M Αγοράς	

Λειτουργικά Όρια				
Βάση	-1	>	Υψηλό	Red
Πολύ Χαμηλό	5,5	>	Χαμηλό	Yellow
Χαμηλό	6	>	Κανονικό	Green
Υψηλό	10	>	Χαμηλό	Yellow
Πολύ Υψηλό	11	>	Υψηλό	Red
Μέγιστο	16			

Υπαρξη Βλάβης Οργάνου	Εμφάνιση Συναγερμού
Όχι	OXI (Green)
Ναι	NAI (Red)

Εικόνα 12.24 Όρια λειτουργίας μανομέτρου N2. [28].

Βλέπουμε λοιπόν την αντιστοίχιση μεταξύ τιμών πίεσης και χαρακτηρισμών όπως κανονικό, υψηλό κλπ. Η αντιστοίχιση αυτή είναι σημαντική γιατί ορίζει τις τιμές της πίεσης οι οποίες χρήζουν προσοχής, άρα στις τιμές αυτές αναφέρονται τα σήματα συναγερμού.

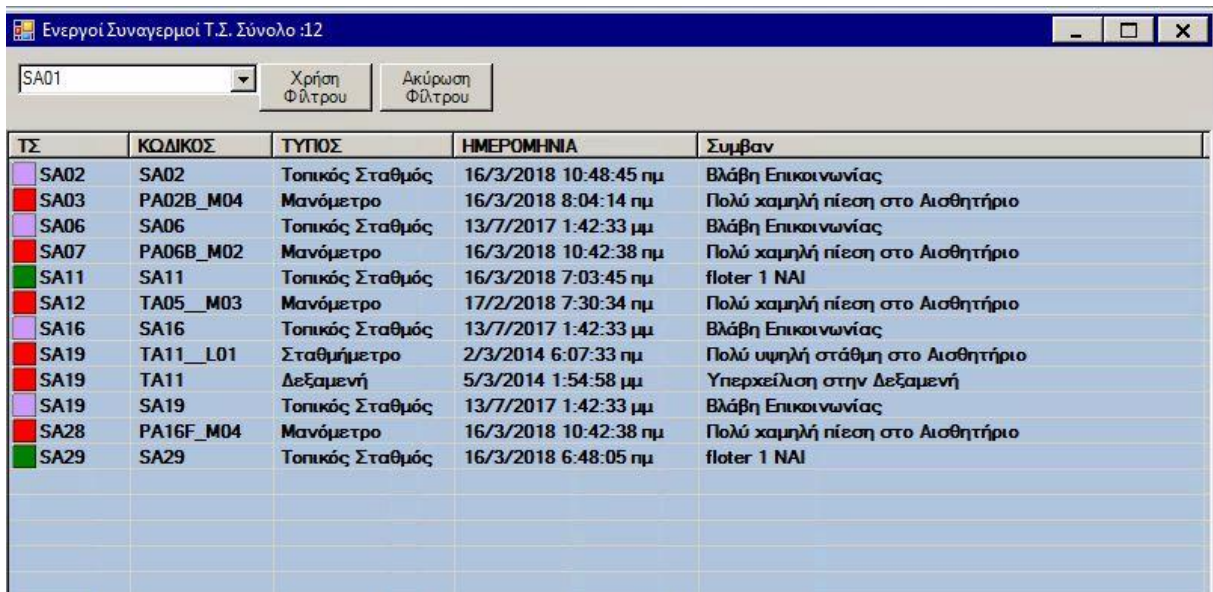
12.9 Δυνατότητες από τις επιλογές του έξτρα της άνω μπάρας της κεντρικής οθόνης.

12.9.1 Εισαγωγή.

Στην εικόνα 12.2 του υποκεφαλαίου 12.4 παρουσιάστηκαν οι επιλογές που μας προσφέρει η άνω μπάρα της κεντρικής οθόνης του προγράμματος. Κάποιες έχουν ήδη αναφερθεί, ενώ κάποιες άλλες δεν προσφέρουν κάτι το ουσιαστικό στο χρήστη που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα από έναν ΠΣΕ. Στο υποκεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε όσες δεν έχουν αναφερθεί ως τώρα και προσφέρουν κάποια δυνατότητα στο χρήστη, την οποία θα θέλαμε να αναφέρουμε.

12.9.2 Ενεργές βλάβες οργάνων ΤΣ.

Κάνοντας κλικ σε αυτή την επιλογή μας εμφανίζονται συγκεντρωμένες όλες οι βλάβες οργάνων, που υφίστανται στους τοπικούς σταθμούς του τομέα την στιγμή που κάνουμε το κλικ. Καθώς επίσης και βλάβες από το κοντινό παρελθόν που έχουν πια παρέλθει ή αποκατασταθεί. Στο παράδειγμα που ακολουθεί τα στοιχεία της ημερομηνίας δεν ανταποκρίνονται στη πραγματικότητα.



ΤΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΥΠΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Συμβαν
SA02	SA02	Τοπικός Σταθμός	16/3/2018 10:48:45 ημ	Βλάβη Επικοινωνίας
SA03	PA02B_M04	Μανόμετρο	16/3/2018 8:04:14 ημ	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
SA06	SA06	Τοπικός Σταθμός	13/7/2017 1:42:33 μμ	Βλάβη Επικοινωνίας
SA07	PA06B_M02	Μανόμετρο	16/3/2018 10:42:38 ημ	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
SA11	SA11	Τοπικός Σταθμός	16/3/2018 7:03:45 ημ	floter 1 NAI
SA12	TA05_M03	Μανόμετρο	17/2/2018 7:30:34 ημ	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
SA16	SA16	Τοπικός Σταθμός	13/7/2017 1:42:33 μμ	Βλάβη Επικοινωνίας
SA19	TA11_L01	Σταθμήμετρο	2/3/2014 6:07:33 ημ	Πολύ υψηλή στάθμη στο Αισθητήριο
SA19	TA11	Δεξαμενή	5/3/2014 1:54:58 μμ	Υπερχειλίση στην Δεξαμενή
SA19	SA19	Τοπικός Σταθμός	13/7/2017 1:42:33 μμ	Βλάβη Επικοινωνίας
SA28	PA16F_M04	Μανόμετρο	16/3/2018 10:42:38 ημ	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
SA29	SA29	Τοπικός Σταθμός	16/3/2018 6:48:05 ημ	floter 1 NAI

Εικόνα 12.25 Ενεργές βλάβες οργάνων τοπικών σταθμών. [28].

Λεπτομέρειες για βλάβες οργάνων περιέχονται σε επόμενο υποκεφάλαιο.

12.9.3 Inverters.

Η επιλογή αυτή εμφανίζει παράθυρο με βασικά στοιχεία των inverter που χρησιμοποιούνται στο σύνολο των τοπικών σταθμών του τομέα.

ΤΣ	Αντλ/σιο	Κωδ. Αντλίας	Συχνότητα	SetPoint	Πίεση (bar)	Μανόμετρο
SA01	PA14F	PA14F_P03	0			
SA01	PA14F	PA14F_P04	50			
SA02	PA01F	PA01F_P02	-13			
SA03	PA02BA	PA02BAP01	23	7,50	7,33	PA02B_M02
SA03	PA02BA	PA02BAP02	0			
SA03	PA02BB	PA02BBP03	46			
SA03	PA02BB	PA02BBP01	1			
SA04	PA03B	PA03B_P01	0	7,60	7,10	PA03B_M02
SA04	PA03B	PA03B_P02	40			
SA05	PA04B	PA04B_P01	40	9,50	8,44	PA04B_M02
SA05	PA04B	PA04B_P02	0			
SA07	PA06B	PA06B_P01	0	13,50	12,50	PA06B_M02
SA07	PA06B	PA06B_P02	50	0,00		
SA08	PA07B	PA07B_P01	40	6,60	7,93	PA07B_M02
SA08	PA07B	PA07B_P02	0			
SA11	PA09CA	PA09CAP01	48	6,00	6,26	PA09CAM02
SA11	PA09CA	PA09CAP02	0			
SA17	PA10F	PA10F_P03	-1	0,00	3,80	PA10F_M02
SA17	PA10F	PA10F_P01	0	0,00	3,80	PA10F_M02
SA17	PA10F	PA10F_P04	-13	0,00		
SA25	PA12B	PA12B_P02	0	0,00	8,50	PA12B_M02
SA25	PA12B	PA12B_P01	0	0,00	8,50	PA12B_M02
SA25	PA12B	PA12B_P03	37	0,00	8,50	PA12B_M02
SA26	PA13B	PA13B_P02	0			PA13_M02
SA26	PA13B	PA13B_P01	32			PA13_M02
SA28	PA16FA	PA16FAP01	44			
SA28	PA16FB	PA16FBP02	1			
SA28	PA16FA	PA16FAP02	0			
SA28	PA16FB	PA16FBP01	45			

Εικόνα 12.26 Πίνακας της επιλογής <<inverters>>.[28].

12.9.4 Συμβάντα τοπικών σταθμών.

Πρόκειται για μία πολύ χρήσιμη επιλογή, η οποία παρέχει πληροφορίες για συμβάντα τοπικών σταθμών. Καλύπτει μεγάλο χρονικό εύρος και είναι πολύ καλά οργανωμένη. Για να πάρουμε τις επιθυμητές πληροφορίες ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Επιλέγουμε τον τοπικό σταθμό που μας ενδιαφέρει.
2. Επιλέγουμε το όργανο για του οποίου τα συμβάντα επιθυμούμε να πληροφορηθούμε.
3. Επιλέγουμε το χρονικό εύρος που μας ενδιαφέρει.

Έπειτα εμφανίζεται λίστα με τα συμβάντα. Ανάλογα με το χρονικό εύρος που έχουμε επιλέξει, η λίστα αυτή μπορεί να συνεχίζει σε πολλές σελίδες. Ο χρήστης πληροφορείται για όλα τα είδη των συμβάντων που σχετίζονται με το κάθε όργανο, από μία άλλη μικρή λίστα. Ακολουθεί παράδειγμα:

Συμβάντα Τοπικών Σταθμών

SA11 ΑΝΩ ΚΑΡΕΑΣ +307 1/3/2018 16/3/2018

Όργανο	Είδος Συμβάν	Στοιχείο	Είδος Συμβάν
PA09CAM02	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο	PA09CA...	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CBM02	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο	PA09CA...	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο	PA09CA...	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
	Υψηλή πίεση στο Αισθητήριο	PA09CA...	Υψηλή πίεση στο Αισθητήριο
	Πολύ υψηλή πίεση στο Αισθητήριο	PA09CA...	Πολύ υψηλή πίεση στο Αισθητήριο
		PA14F_F...	Αρση λειτουργικής Βλάβης Αντλίας
		PA14F_F...	Λειτουργική Βλάβη Αντλίας
		PA14F_F...	Αρση Βλάβης Οργάνου
		PA14F_F...	Βλάβη Οργάνου

Κωδικός Στοιχείου	Ημερομηνία	Συμβάν
PA09CAM02	Τετάρτη, 7 Μαρτίου 2018 11:40:52 πμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 7 Μαρτίου 2018 11:44:58 πμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 7 Μαρτίου 2018 11:57:14 πμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 7 Μαρτίου 2018 11:58:34 πμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Πέμπτη, 8 Μαρτίου 2018 1:58:47 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Πέμπτη, 8 Μαρτίου 2018 2:01:41 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 11:03:46 πμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 11:04:52 πμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 11:45:54 πμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 11:48:32 πμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 11:53:56 πμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 11:55:28 πμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:05:06 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:06:13 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:08:50 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:11:46 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:13:04 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:14:40 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:20:00 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:21:06 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:22:42 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:24:02 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:28:02 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:29:38 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:32:16 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:33:22 μμ	Κανονική πίεση στο Αισθητήριο
PA09CAM02	Τετάρτη, 14 Μαρτίου 2018 12:33:26 μμ	Χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο

Εικόνα 12.27 Συμβάντα τοπικών σταθμών. [28].

Όταν κάποιο όργανο παρουσιάσει υπολογίσιμο αριθμό συμβάντων, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την επιλογή <<συμβάντα τοπικών σταθμών>> και να ανατρέξουμε στο σχετικό ιστορικό. Έτσι συμπεραίνουμε αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα γενικά ή απλά κάποια σποραδικά συμβάντα. Η επιλογή <<συμβάντα τοπικών σταθμών>> είναι επίσης χρήσιμη και για την γενική παρατήρηση της πορείας συγκεκριμένων μεγεθών, αφού μας δείχνει συγκεντρωτικά το πότε συνέβη ένα ορισμένο συμβάν. Για παράδειγμα έχοντας πρόσβαση στο ιστορικό των συμβάντων των μανομέτρων ενός αντλιοστασίου, μπορούμε να συμπεράνουμε πότε υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις. Τέλος μπορούμε να εκτιμήσουμε και την ορθότητα των ορίων που έχουν τεθεί για ένα όργανο (για τα όρια λειτουργίας οργάνου έγινε λόγος στο υποκεφάλαιο 12.8). Για παράδειγμα εάν από το ιστορικό δούμε πως σε ένα μανόμετρο έχουμε συχνά την εμφάνιση συμβάντων υψηλής ή πολύ υψηλής πίεσης στο αισθητήριο, μπορεί να προβούμε σε αλλαγές στην εγκατάσταση που βρίσκεται αυτό ή στην είσοδο ή έξοδό της. Τότε υπάρχει η πιθανότητα να σταματήσουν να εμφανίζονται τα συμβάντα με τον

ίδιο ρυθμό ενώ η εγκατάσταση λειτουργεί ορθά, γεγονός που σημαίνει πως το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε. Υπάρχει επίσης και η πιθανότητα να σταματήσουν να εμφανίζονται τα συμβάντα, αλλά να υπάρξουν προβλήματα στη λειτουργία της εγκατάστασης. Τότε πρέπει να αναιρεθούν οι αλλαγές που έγιναν και να προσδιοριστούν τα όρια εκ νέου.

12.9.5 Τιμές οργάνων.

Η επιλογή αυτή μας εμφανίζει μια λίστα με τις τιμές του οργάνου που επιθυμούμε, όπως στα παραδείγματα που ακολουθούν:

The screenshot shows a software interface for monitoring water supply systems. At the top, it displays 'SA03 ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ +163'. Below this, there are icons for different instruments: Μανόμετρα (Manometers), Σταθμήμετρα (Flowmeters), Παροχόμετρα (Flowmeters), Αντλίες (Pumps), and Δοσολογίες (Dosing). A sidebar on the right lists organs: PA02B_M01, PA02B_M02, PA02B_M03, and PA02B_M04 (selected). The main report area is titled 'ΕΥΔΑΠ Σύστημα Τ/Ε - Τ/Χ Εσωτερικού Δικτύου Υδρευσης' and shows the date and time '14/03/2018 10:22:15πμ'. The report title is 'Τρέχουσες τιμές Οργάνων' and the selected organ is 'Κωδικός Οργάνου PA02B_M04'. The table below shows the following data:

Ημερομηνία	Τιμή
14/03/2018 10:08:26	6,480 -
14/03/2018 10:08:59	6,470 -
14/03/2018 10:09:16	6,450 -
14/03/2018 10:09:33	6,480 +
14/03/2018 10:09:49	6,470 -
14/03/2018 10:10:18	6,500 +
14/03/2018 10:10:35	6,010 -
14/03/2018 10:10:51	6,270 +
14/03/2018 10:11:08	6,460 +
14/03/2018 10:11:25	6,500 +
14/03/2018 10:11:41	6,470 -
14/03/2018 10:11:58	6,450 -
14/03/2018 10:12:10	6,470 +
14/03/2018 10:12:27	6,450 -
14/03/2018 10:12:43	6,470 +
14/03/2018 10:13:00	6,500 +
14/03/2018 10:13:16	6,490 -
14/03/2018 10:13:33	6,470 -
14/03/2018 10:13:50	6,480 +
14/03/2018 10:14:02	6,440 -
14/03/2018 10:14:19	6,460 +
14/03/2018 10:14:35	6,470 +
14/03/2018 10:14:52	6,480 +
14/03/2018 10:15:08	6,500 +
14/03/2018 10:15:25	6,450 -
14/03/2018 10:15:42	6,470 +
14/03/2018 10:15:54	6,480 +
14/03/2018 10:16:11	6,460 -
14/03/2018 10:16:27	6,490 +
14/03/2018 10:16:44	6,480 -
14/03/2018 10:17:00	6,460 -
14/03/2018 10:17:17	6,480 +
14/03/2018 10:17:34	6,470 -
14/03/2018 10:17:46	6,460 -
14/03/2018 10:18:03	6,480 +

At the bottom of the interface, it shows 'Current Page No.: 38', 'Total Page No.: 38', and 'Zoom Factor: 100%'.

Εικόνα 12.28 Παράθυρο της επιλογής <<τιμές οργάνων >>. Επιλεγμένο όργανο: μανόμετρο. [28].

Κωδικός Οργάνου PA02BAP01

Ημερομηνία	Τιμή	
14/03/2018 00:00:00	20,000	
14/03/2018 00:01:00	19,000	-
14/03/2018 00:01:16	18,000	-
14/03/2018 00:03:25	19,000	+
14/03/2018 00:09:34	20,000	+
14/03/2018 00:09:50	19,000	-
14/03/2018 00:11:09	20,000	+
14/03/2018 00:11:26	19,000	-
14/03/2018 00:12:11	20,000	+
14/03/2018 00:12:28	19,000	-
14/03/2018 00:14:04	18,000	-
14/03/2018 00:14:20	19,000	+
14/03/2018 00:15:10	18,000	-
14/03/2018 00:15:26	19,000	+
14/03/2018 00:17:18	18,000	-
14/03/2018 00:18:04	19,000	+
14/03/2018 00:19:10	18,000	-
14/03/2018 00:21:02	19,000	+
14/03/2018 00:21:19	18,000	-
14/03/2018 00:21:31	19,000	+
14/03/2018 00:23:24	18,000	-
14/03/2018 00:25:03	19,000	+
14/03/2018 00:25:15	18,000	-
14/03/2018 00:28:14	17,000	-
14/03/2018 00:29:16	18,000	+
14/03/2018 00:30:06	19,000	+
14/03/2018 00:30:52	18,000	-
14/03/2018 00:31:08	19,000	+
14/03/2018 00:31:41	18,000	-
14/03/2018 00:32:15	19,000	+
14/03/2018 00:32:27	18,000	-

Εικόνα 12.29 Λίστα τιμών από την επιλογή <<τιμές οργάνων>>. Επιλεγμένο όργανο: αντλία. [28].

Μολονότι τα γραφήματα των οργάνων μας δίνουν πληροφορίες για τα μεγέθη που μας ενδιαφέρουν, πολύ συχνά ανατρέχουμε στις λίστες τιμών της επιλογής <<τιμές οργάνων>>. Οι λόγοι που η επιλογή αυτή αποτελεί βασικό εργαλείο για τους τεχνικούς είναι οι ακόλουθοι:

1. Οι τιμές ανανεώνονται ανά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα, εάν υπάρξει μεταβολή του μεγέθους. Ας ανατρέξουμε στη λίστα της εικόνας 12.29. Παρατηρούμε πως αν υπάρχει κάποια μεταβολή στην τιμή του μεγέθους, η νέα τιμή αναγράφεται στην επόμενη γραμμή της λίστας, ακόμη και αν απέχει χρονικά μόνο λίγα δευτερόλεπτα από την προηγούμενη. Γίνεται λοιπόν λόγος για μικρή συχνότητα δειγματοληψίας, η

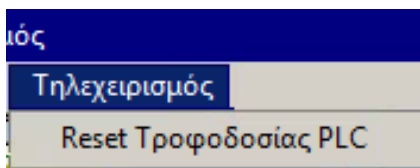
οποία μας παρέχει μια λεπτομερή εικόνα της πορείας του μεγέθους. Ένα γράφημα οργάνου που μας παρέχει η εφαρμογή SCADA που μελετάμε, δεν μπορεί να εστιάσει τόσο πολύ στη λεπτομέρεια.

2. Ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων.
3. Ένδειξη για άνοδο ή κάθοδο της τιμής (+, -).
4. Μεγάλο πλήθος τιμών. Εάν παρατηρήσουμε την εικόνα 12.28, θα δούμε ότι στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι διαθέσιμες συνολικά 38 λίστες τιμών, που αναφέρονται στην εξέλιξη του μεγέθους στο χρόνο.

Η επιλογή τρέχουσες τιμές οργάνων προσφέρει παρόμοιες δυνατότητες.

12.10 Τηλεχειρισμός.

Κάνοντας κλικ στο εικονίδιο <<τηλεχειρισμός>> της άνω μπάρας της κεντρικής οθόνης του προγράμματος, εμφανίζεται η ακόλουθη επιλογή:



Εικόνα 12.30 Δυνατότητες τηλεχειρισμού. [28].

Πρόκειται για την μοναδική ενέργεια τηλεχειρισμού που μπορεί να εκτελεστεί από τον Υ/Η του ΠΣΕ του τομέα Αθηνών. Με το Reset σε ένα PLC, υπάρχει η δυνατότητα να παρέλθουν κάποια σήματα βλαβών ή συναγερωμών. Σε αυτή την περίπτωση αντιλαμβανόμαστε πως δεν συντρέχει λόγος ανησυχίας και η όποια ένδειξη βλάβης ή συναγερωμού εξαφανίστηκε μετά το reset, οφείλεται σε αναμενόμενα σφάλματα του software.

Βεβαίως η ενέργεια αυτή εξοικονομεί χρόνο και πόρους για την εταιρία. Καθώς εάν δεν υπήρχε η δυνατότητα τηλεχειρισμού, κάθε φορά που θα έπρεπε για να γίνει ένα απλό reset σε PLC, θα ήταν απαραίτητο να μεταβεί τεχνικός του συνεργείου στην εκάστοτε εγκατάσταση.

12.11 Παράθυρο συμβάντων-Συναγερωμοί.

12.11.1 Εισαγωγή.

Το παράθυρο συμβάντων είναι το παράθυρο που βρίσκεται στο κάτω δεξιά μέρος της κεντρικής οθόνης. Είναι διαχωρισμένο σε μικρά κομμάτια. Κάθε κομμάτι αντιστοιχεί σε έναν

τοπικό σταθμό ή σε ένα σημείο ελέγχου δικτύου και φέρει την κωδική του ονομασία. Το κάθε κομμάτι χρωματίζεται ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας του αντίστοιχου σταθμού ή σημείου ελέγχου. Εάν ο σταθμός λειτουργεί χωρίς προβλήματα και δεν υπάρχει παρουσία ανθρώπου στο χώρο, το κομμάτι που του αντιστοιχεί έχει πράσινο χρωματισμό. Αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα ή είσοδος στο χώρο τότε θα έχει διαφορετικό χρωματισμό. Τα γκρι κομμάτια αντιπροσωπεύουν σταθμούς που πλέον δεν χρησιμοποιούνται. Υπάρχει πρόσβαση στα κομμάτια που αντιπροσωπεύουν όλους τους σταθμούς του δικτύου, αλλά το παρών υποκεφάλαιο εκθέτει στοιχεία αποκλειστικά από τον τομέα Αθηνών. Πριν αναφέρουμε τους χρωματισμούς πέραν του πράσινου, ακολουθεί εικόνα του παραθύρου συμβάντων με πλήρη απουσία συμβάντων για όλο τον τομέα.

Ηράκλειο	Παλαιάς	Αθήνα		
SA01	SA02	SA03	SA04	SA05
SA06	SA07	SA08	SA09	SA10
SA11	SA12	SA13	SA14	SA15
SA16	SA17	SA18	SA19	SA20
SA21	SA22	SA23	SA24	SA25
SA26	SA27	SA28	SA29	

Εικόνα 12.31 Παράθυρο συμβάντων. Δεν υπάρχει κάποιο συμβάν σε ολόκληρο τον τομέα. [28].

12.11.2 ΣΕΤ.

Το ΣΕΤ είναι μια υπηρεσία του ΚΣΕ. Σκοπός της είναι η οργάνωση και ο συντονισμός όλων των τμημάτων του δικτύου. Σε αντίθεση με έναν ΠΣΕ, το ΣΕΤ έχει πρόσβαση δε δεδομένα και πληροφορίες που αφορούν ολόκληρο το δίκτυο και περιλαμβάνουν και τους τέσσερις τομείς του. Έχει πρόσβαση στις τιμές των διάφορων μεγεθών και ενημερώνεται συνεχώς από το τηλεφωνικό κέντρο της εταιρίας, για τυχόν παράπονα καταναλωτών. Τα παράπονα αυτά αφορούν συνήθως την παροχή και την ποιότητα του νερού.

Το ΣΕΤ επικοινωνεί τηλεφωνικά με όλα τα τμήματα της εταιρίας όπως χημείο, ΗΜ εγκαταστάσεων, υδρονομείο, πληροφορικής κ.ά. Είναι η υπηρεσία που θα συντονίσει διαφορετικά τμήματα, εάν κάποια ενέργεια-επέμβαση δεν αφορά ένα μόνο τμήμα. Το ίδιο ισχύει και με τους συναγερμούς-συμβάντα. Ήτοι αν ένα συμβάν ή ένας συναγερμός δεν αφορούν μόνο ένα τμήμα, το ΣΕΤ θα πρέπει να ορίσει ποίο τμήμα θα επέμβει και να έχει

ξεκάθαρη εικόνα για τις κινήσεις που έχουν γίνει και αφορούν το εν λόγω συμβάν- συναγερμό. Έτσι πολύ συχνά το ΣΕΤ επικοινωνεί τηλεφωνικά με το τμήμα ΗΜ εγκαταστάσεων, για ζητήματα που αφορούν συναγερμούς-συμβάντα.

12.11.3 Χρωματισμοί στο παράθυρο συμβάντων.

Περνάμε λοιπόν στην παρουσίαση των χρωματισμών που μπορεί να φέρουν τα κομμάτια του παραθύρου συμβάντων πέρα του πράσινου, καθώς και στην ανάλυση των καταστάσεων που αυτά συμβολίζουν.

Ηράκλειο	Πειραιάς	Αθήνα		
SA001	SA002	SA003	SA004	SA005
SA006	SA007	SA008	SA009	SA010
SA011	SA012	SA013	SA014	SA015
SA016	SA017	SA018	SA019	SA020
SA021	SA022	SA023	SA024	SA025
SA026	SA027	SA028	SA029	

Εικόνα 12.32 Παράθυρο συμβάντων. Τρία συμβάντα στον τομέα, ένα από κάθε πιθανή κατηγορία. [28].

Το παράδειγμα της εικόνας 12.32 δείχνει τους πιθανούς χρωματισμούς που μπορούμε να συναντήσουμε σε ένα παράθυρο συμβάντων. Πέραν του πράσινου και του γκρι που έχουν αναφερθεί, μπορεί να υπάρξει και κάποιο κομμάτι με κόκκινο, μωβ ή κίτρινο χρωματισμό. Κάθε χρωματισμός βεβαίως έχει το δικό του νόημα, το οποίο θα αναλυθεί ακολούθως. Έχουμε λοιπόν ανά χρώμα:

- Κόκκινο.

Υπάρχει πρόβλημα που σχετίζεται με όργανο ή κάποιος άλλος συναγερμός που δεν εντάσσεται σε κάποια κατηγορία. Μπορεί να υπάρχει βλάβη οργάνου ή ανησυχητικές τιμές (υψηλές ή χαμηλές) του μετρούμενου μεγέθους. Για παράδειγμα κόκκινο χρωματισμό σε τοπικό σταθμό μπορεί να έχουμε εάν ένα σταθμήμετρο έχει υποστεί βλάβη, με αποτέλεσμα να μην στέλνει πλέον καθόλου μετρήσεις ή να στέλνει συνεχώς την ίδια τιμή στάθμης. Ίδιο χρωματισμό θα έχουμε εάν η στάθμη της δεξαμενής είναι πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή. Το ΣΕΤ επικοινωνεί με το τμήμα ΗΜ εγκαταστάσεων εάν κάποιος κόκκινος χρωματισμός παραμένει στον πίνακα συμβάντων για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Αναφορικά με τη βλάβη οργάνου, εάν διαπιστωθεί πως το όργανο δυσλειτουργεί τότε αντικαθίσταται. Υπάρχει όμως και η περίπτωση το όργανο να δουλεύει ορθά, αλλά να μην φτάνουν οι μετρήσεις που στέλνει στον ΚΣΕ και τον ΠΣΕ. Τότε το πρόβλημα είναι επικοινωνιακής φύσεως και θα το αναλάβει το αντίστοιχο τμήμα.

Σε περίπτωση ανησυχητικών τιμών υπάρχει πιθανότητα να επέμβει το τμήμα ΗΜ εγκαταστάσεων ή το υδρονομείο. Το πρώτο επεμβαίνει εάν τελικά διαπιστωθεί πως οι τιμές που προκάλεσαν το συναγερμό, οφείλονται σε δυσλειτουργία κάποιας αντλίας, κάποιου inverter, PLC και γενικά κάποιου οργάνου για το οποίο είναι υπεύθυνο. Το δεύτερο επεμβαίνει σε περίπτωση που το πρόβλημα σχετίζεται με βάνες, αγωγούς κλπ. Υπάρχει βέβαια και η περίπτωση (όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο), να μην υφίσταται πραγματικά πρόβλημα, απλά να πρέπει να ορισθούν εκ νέου τα όρια λειτουργίας του οργάνου. Εάν γίνει αυτός ο καθορισμός, θα πάψει να εμφανίζεται η συγκεκριμένη ένδειξη.

Αναφορικά με τους συναγερμούς που δεν εντάσσονται σε κάποια κατηγορία, κόκκινος χρωματισμός μπορεί να εμφανιστεί σε περιπτώσεις όπως νερό στο δάπεδο, βλάβη στα Η/Ζ και άλλα.

- Κίτρινο.

Όταν εμφανίζεται κίτρινος χρωματισμός στο κομμάτι που αντιστοιχεί σε μία εγκατάσταση, αυτό σημαίνει πως υπάρχει είσοδος στο χώρο της εγκατάστασης. Το ΣΕΤ επικοινωνεί με όλα τα τμήματα που ενδέχεται να έχουν μεταβεί στην εγκατάσταση και εισέλθει στο εσωτερικό του χώρου της, μέχρι να διαπιστώσει την ταυτότητα των τεχνικών που βρίσκονται στο χώρο. Εάν κάτι τέτοιο δεν συμβεί, τότε στο χώρο βρίσκονται άτομα που δεν σχετίζονται με την Ε.ΥΔ.Α.Π και δεν έχουν την άδεια να εισέλθουν σε αυτόν. Προφανώς λοιπόν ο εξοπλισμός της εγκατάστασης κινδυνεύει από φθορές ή/και κλοπές και έτσι ειδοποιούνται οι αρμόδιες υπηρεσίες έγκαιρα.

Η κίτρινη ένδειξη παραμένει στον πίνακα συμβάντων για όσο χρόνο βρίσκονται άτομα μέσα στο χώρο της εγκατάστασης. Τα σήματα εισόδου στο χώρο βοηθούν το ΣΕΤ στο να μπορεί να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή ποιοί βρίσκονται μέσα στις εγκαταστάσεις.

- Μωβ.

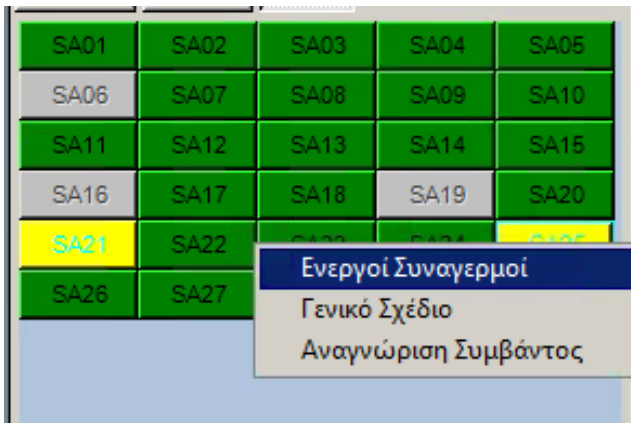
Ο μωβ χρωματισμός μεταφράζεται σε βλάβη επικοινωνίας. Ο τοπικός σταθμός λοιπόν του οποίου το κομμάτι στον πίνακα συμβάντων έχει το χρωματισμό αυτό, παρουσιάζει πρόβλημα στην επικοινωνία του με τον ΚΣΕ (άρα και με τον εκάστοτε ΠΣΕ). Πρόκειται για μία κατάσταση η οποία καθιστά αδύνατο κάθε τηλεέλεγχο και κάθε τηλεεποπτεία. Η αδυναμία των τεχνικών να εποπτεύσουν μία εγκατάσταση από απόσταση, δηλαδή από έναν ΠΣΕ, οφείλεται στο γεγονός ότι δεν έχουν εικόνα της κατάστασης του σταθμού. Αν υπάρχει κάποια συνεχής βλάβη επικοινωνίας, το σύστημα SCADA παύει να τροφοδοτείται με νέες τιμές και δεδομένα από την εγκατάσταση. Υπάρχει λοιπόν άγνοια για τη λειτουργία του σταθμού. Υπεύθυνοι για την επικοινωνία των εγκαταστάσεων με τον ΚΣΕ είναι οι κόμβοι επικοινωνίας RTU. Για τα RTU έχουν γίνει αναλύσεις στα κεφάλαια 9 και 11 της παρούσας εργασίας. Στις ΗΜ εγκαταστάσεις του δικτύου που μελετάμε χρησιμοποιείται ο τύπος TETRA RTU.

Το ΣΕΤ επικοινωνεί με το τμήμα ΗΜ εγκαταστάσεων όταν υπάρχει στο παράθυρο συμβάντων μωβ χρωματισμός για μεγάλο χρονικά διάστημα, ή όταν ένας μωβ χρωματισμός εμφανίζεται και εξαφανίζεται συνεχώς στο κομμάτι ενός σταθμού. Οι τεχνικοί του τμήματος ελέγχουν εάν υπάρχει βλάβη στο TETRA και αν ναι, το αντικαθιστούν. Αν δεν υπάρχει τέτοια βλάβη, το ΣΕΤ επικοινωνεί με το τμήμα που είναι αρμόδιο για την πληροφορική ή τις τηλεπικοινωνίες.

Υπάρχει τέλος και η πιθανότητα να εμφανίζονται παρατεταμένα βλάβες επικοινωνίας για κάποιο σταθμό, ενώ η ροή πληροφοριών προς το σύστημα SCADA είναι κανονική και αδιάλειπτη. Σε αυτές τις περιπτώσεις η μωβ ένδειξη οφείλεται σε αναμενόμενα σφάλματα του λογισμικού και αγνοείται. Χρειάζεται βέβαια πείρα από την πλευρά των τεχνικών για να γνωρίζουν πότε πρέπει να αγνοήσουν μία ένδειξη βλάβης.

12.11.4 Επιλογές που προσφέρει το παράθυρο συμβάντων.

Κάνοντας κλικ πάνω στο κομμάτι που αντιστοιχεί σε έναν τοπικό σταθμό, στο παράθυρο συμβάντων εμφανίζονται οι επιλογές που φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 12.33 Επιλογές που προσφέρει το παράθυρο συμβάντων. [28].

Για την κάθε επιλογή, έχουμε:

- Ενεργοί συναγερμοί.

Εμφανίζει τους συναγερμούς οι οποίοι είναι την στιγμή εκείνη ενεργοί στον τοπικό σταθμό και εκείνους που εμφανίστηκαν στο κοντινό παρελθόν. Ακολουθούν παραδείγματα:

Συναγερμος	Οργανο	Ημερομηνία
Βλάβη Επικοινωνίας	SA03	29/03/2018 09:59
Είσοδος στην Χώρα του Σταθμού	SA03	29/03/2018 09:46
Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο	PA02B_M03	28/03/2018 12:16
Βλάβη Οργάνου	PA02B_M03	28/03/2018 11:33

Εικόνα 12.34 Ενεργοί συναγερμοί σταθμού N1. [28].

Συναγερμος	Οργανο	Ημερομηνία
Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο	PA02B_M04	16/03/2018 08:04

Εικόνα 12.35 Ενεργοί συναγερμοί σταθμού N2. [28].

- Γενικό σχέδιο. Η επιλογή έχει τις ίδιες δυνατότητες με την αντίστοιχη της άνω μπάρας της κεντρικής οθόνης οι οποίες αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 12.6.
- Αναγνώριση συμβάντος. Κάνοντας κλικ στην επιλογή αυτή, ο τεχνικός που χειρίζεται το πρόγραμμα δηλώνει πως ενημερώθηκε για το συμβάν, το οποίο σχετίζεται με την χρωματική ένδειξη στο εικονίδιο του τοπικού σταθμού. Ουσιαστικά όμως η επιλογή αυτή δεν χρησιμοποιείται, γιατί η λειτουργία της καλύπτεται μέσω της συχνής τηλεφωνικής επικοινωνίας που έχει το ΣΕΤ με το τμήμα ΗΜ εγκαταστάσεων.

12.11.5 Πίνακας συναγερμών και συμβάντων.

Πέραν της παρουσίασης των συναγερμών που αφορούν μία ορισμένη εγκατάσταση, το SCADA μας ενημερώνει και για συναγερμούς-συμβάντα που αφορούν το σύνολο του τομέα. Η ενημέρωση αυτή πραγματοποιείται μέσω του πίνακα συναγερμών και συμβάντων ο οποίος βρίσκεται στο κάτω μέρος της κεντρικής οθόνης της διεπαφής προς τα αριστερά. Στον πίνακα αυτό αναγράφονται οι συναγερμοί και τα συμβάντα που εμφανίστηκαν πιο πρόσφατα σε οποιονδήποτε τοπικό σταθμό του τομέα. Ακολουθούν παραδείγματα στα οποία για λόγους που έχουν αναφερθεί σε αυτό το κεφάλαιο, κάποιες από τις ημερομηνίες και τις ώρες που αναγράφονται δεν αντιστοιχούν στην πραγματικότητα.

Ημερομηνία	Σταθμός	Κωδικός Οργάνου	Περιγραφή
29/03/2018 09:59:09	SA03	SA03	Βλάβη Επικοινωνίας
29/03/2018 09:45:21	SA03	SA03	Είσοδος στον Χώρο του Σταθμού
29/03/2018 06:23:26	SA29	SA29	floter 1 NAI
29/03/2018 06:09:02	SA11	SA11	floter 1 NAI
28/03/2018 12:16:51	SA03	PA02B_M03	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
28/03/2018 11:33:49	SA03	PA02B_M03	Βλάβη Οργάνου
17/02/2018 07:30:34	SA12	TA05_M03	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
13/07/2017 13:42:33	SA06	SA06	Βλάβη Επικοινωνίας
13/07/2017 13:42:33	SA16	SA16	Βλάβη Επικοινωνίας
13/07/2017 13:42:33	SA19	SA19	Βλάβη Επικοινωνίας

Εικόνα 12.36 Πίνακας συναγερμών N1. [28].

Ημερομηνία	Σταθμός	Κωδικός Οργάνου	Περιγραφή
16/04/2018 08:43:05	SA29	SA29	floter 1 NAI
16/04/2018 04:51:43	SA11	SA11	floter 1 NAI
17/02/2018 07:30:34	SA12	TA05_M03	Πολύ χαμηλή πίεση στο Αισθητήριο
13/07/2017 13:42:33	SA06	SA06	Βλάβη Επικοινωνίας
13/07/2017 13:42:33	SA16	SA16	Βλάβη Επικοινωνίας
13/07/2017 13:42:33	SA19	SA19	Βλάβη Επικοινωνίας
05/03/2014 13:54:58	SA19	TA11	Υπερχείλιση στην Δεξαμενή
02/03/2014 06:07:33	SA19	TA11_L01	Πολύ υψηλή στάθμη στο Αισθητήριο

Εικόνα 12.37 Πίνακας συναγερμών N1. [28].

Αξίζει να αναφερθούμε στο γεγονός ότι υπάρχουν πράσινες ενδείξεις στους πίνακες. Πρόκειται για την αναγγελία κάποιων ενεργειών-συμβάντων τα οποία δεν σχετίζονται με κάποια συναγερμό ή κάποια βλάβη, αλλά με την εκτέλεση κάποιας ενέργειας.

12.12 SCADA και διαχείριση βλαβών.

12.12.1 Εισαγωγή.

Μία από τις λειτουργίες που επιτελεί το SCADA και εντάσσονται στο κομμάτι του τηλεελέγχου, είναι να βοηθά τον χρήστη στη διαχείριση καταστάσεων βλαβών από απόσταση. Η βοήθεια αυτή περιλαμβάνει δύο βασικές ενέργειες:

1. Λήψη αποφάσεων σχετικά με την αναγκαιότητα ή μη της μετάβασης συνεργείου στην εγκατάσταση. Ο χρήστης αφού ενημερωθεί από το πρόγραμμα για κάποιο σήμα συναγερμού, παρακολουθεί την πορεία των σχετικών μεγεθών για ορισμένο χρονικό διάστημα. Το διάστημα αυτό διαφέρει ανάλογα με την περίπτωση. Εάν χρειαστεί συγκρίνει τα δεδομένα που λαμβάνει με δεδομένα από το παρελθόν, τα οποία βεβαίως του παρέχει το πρόγραμμα. Τα δεδομένα αφορούν πάντα την ίδια εγκατάσταση. Εν τέλει αποφασίζει για το εάν πρέπει να μεταβεί συνεργείο στην εγκατάσταση για έλεγχο, επισκευές κλπ, ή εάν πρόκειται απλά για μία παροδική βλάβη ή κάποιο άλλο γεγονός. Γίνεται λόγος για γεγονός, το οποίο δεν θα προκαλέσει τελικά προβλήματα στη λειτουργία της εγκατάστασης.
2. Την παροχή υποστήριξης σε συνεργείο που έχει μεταβεί σε εγκατάσταση. Πολύ συχνά δεν μεταβαίνουν όλοι οι τεχνικοί στην εγκατάσταση, αλλά ένα άτομο μένει στον ΠΣΕ και επικοινωνεί τηλεφωνικά μαζί τους. Ο τεχνικός αυτός εργάζεται ουσιαστικά μέσω του προγράμματος SCADA και υποστηρίζει τους συναδέλφους του. Μπορεί να τους παρέχει πληροφορίες σχετικά με:
 - Τις ακριβείς τιμές των οργάνων της εγκατάστασης για μεγάλο χρονικό εύρος.
 - Τα αποτελέσματα που μπορεί να έχουν οι ενέργειές που εκτελούν, σε άλλους τοπικούς σταθμούς.
 - Τη γενική κατάσταση του δικτύου στην ευρύτερη περιοχή.

Οι υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζουν παραδείγματα από περιπτώσεις βλαβών σε ΗΜ εγκαταστάσεις του τομέα Αθηνών. Στις περιπτώσεις αυτές το πρόγραμμα SCADA έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην λήψη απόφασης, σχετικά με τη μετάβαση ή μη συνεργείου στην εκάστοτε εγκατάσταση. Θα πρέπει να τονιστεί ότι μειώνοντας τις εν λόγω μεταβάσεις, η εταιρία καταφέρνει να κάνει σημαντική οικονομία πόρων και χρόνου.

12.12.2 Περιπτώσεις που η μετάβαση στην εγκατάσταση δεν κρίθηκε αναγκαία.

Στο πρώτο παράδειγμα για μία εγκατάσταση έχουμε την εμφάνιση δύο σημάτων συναγερμού, το δεύτερο από τα οποία εμφανίστηκε σχεδόν ταυτόχρονα με το πρώτο. Για να ακριβολογούμε, έχουμε την εμφάνιση δύο σημάτων συναγερμού μέσα σε ένα λεπτό. Ακολουθούν οι σχετικές ενδείξεις που προέρχονται από την επιλογή <<ενεργοί

συναγερμοί>> του παραθύρου συμβάντων. Στην δεύτερη ένδειξη, το κίτρινο αντί για κόκκινο χρώμα οφείλεται σε σφάλμα του συστήματος.

Ενεργοί Συναγερμοί Σταθμού :SA11		
Συναγερμος	Οργανο	Ημερομηνία
Πολύ χαμηλή παροχή στο Παροχομετρο floter 1 NAI	PA09CAF01 SA11	29/03/2018 10:12 29/03/2018 06:09

Εικόνα 12. 38 Πρώτη ένδειξη συναγερμού. [28].

Ενεργοί Συναγερμοί Σταθμού :SA11		
Συναγερμος	Οργανο	Ημερομηνία
Υψηλή παροχή στο Παροχομετρο floter 1 NAI	PA09CAF01 SA11	29/03/2018 10:13 29/03/2018 06:09

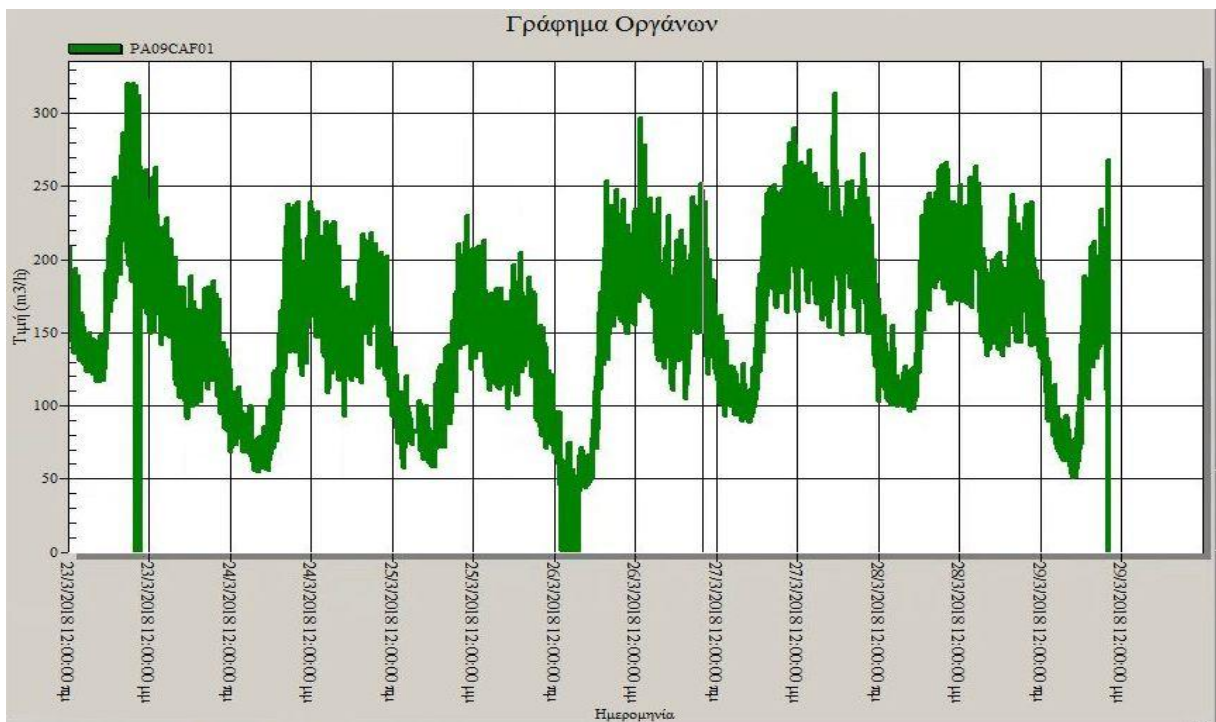
Εικόνα 12. 39 Δεύτερη ένδειξη συναγερμού. [28].

Οι ενδείξεις αυτές αναφέρονται σε εγκατάσταση δεξαμενής. Παρατηρούμε λοιπόν πως η παροχή του νερού που εισέρχεται στη δεξαμενή παρουσιάζει πολύ χαμηλή τιμή στις 10.12, ενώ ένα λεπτό αργότερα η τιμή της παροχής χαρακτηρίζεται ως υψηλή. Το λογικότερο συμπέρασμα βάση αυτής της απότομης αυξομείωσης, είναι πως υπάρχει πρόβλημα στην τροφοδοσία της δεξαμενής. Η πρώτη ενέργεια μετά από την εξαγωγή αυτού του συμπεράσματος είναι ο έλεγχος του γραφήματος του οργάνου. Αρχικά ελέγχεται η πορεία του μεγέθους της παροχής σε ημερήσια βάση.



Εικόνα 12.40 Γράφημα παροχόμετρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα. [28].

Μολονότι έχουμε στη διάθεσή μας την πορεία του μεγέθους της παροχής στη διάρκεια της ημέρας μέσα στην οποία εμφανίστηκαν οι συναγερμοί, αυτό δεν είναι αρκετό για να ληφθεί απόφαση σχετικά με το αν υπάρχει όντως πρόβλημα στην εγκατάσταση ή όχι. Η τιμή της παροχής στη διάρκεια της ημέρας δεν είναι φυσικά σταθερή. Για να ληφθεί η σωστή απόφαση, πρέπει να υπάρξει μια πιο γενική εικόνα για τη συμπεριφορά του μεγέθους της παροχής. Επομένως ανατρέχουμε στο εβδομαδιαίο γράφημα.

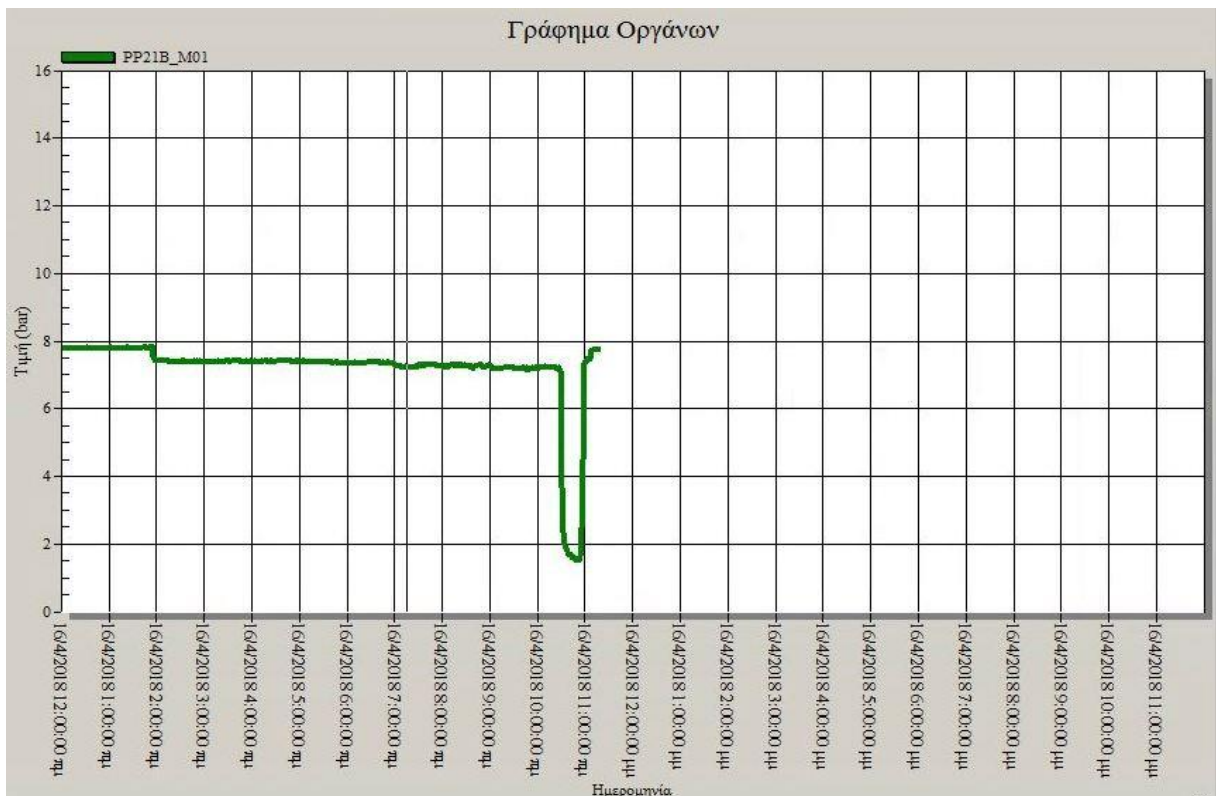


Εικόνα 12.41 Γράφημα παροχόμετρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα [28].

Τώρα μπορούμε να κρίνουμε την σημερινή συμπεριφορά του μεγέθους της παροχής, έχοντας όμως μια πιο σφαιρική εικόνα. Παρατηρούμε λοιπόν πως στην διάρκεια της εβδομάδος υπάρχει και άλλη απότομη αυξομείωση του μεγέθους. Υπάρχουν επίσης και άλλες χρονικές στιγμές στις οποίες το μέγεθος παρουσιάζει πολύ χαμηλές και ακόμη και μηδενικές τιμές. Η συμπεριφορά που προκάλεσε τις ενδείξεις συναγερμών, είναι λοιπόν κομμάτι της ομαλής εξέλιξης των τιμών της παροχής στο χρόνο. Με τον όρο συμπεριφορά αναφερόμαστε στην απότομη αυξομείωση της τιμής της παροχής στην αναρρόφηση. Η εμφάνιση της συμπεριφοράς αυτής, εξαρτάται από τη συχνότητα με την οποία γεμίζει και αδειάζει η δεξαμενή. Βεβαίως τα ρήματα γεμίζει και αδειάζει δεν αντιπροσωπεύουν συνήθως μία εντελώς γεμάτη ή άδεια δεξαμενή στις εφαρμογές που μελετάμε. Τις περισσότερες φορές τα ρήματα αυτά σχετίζονται με τις τιμές που έχουν τεθεί σαν όρια οργάνων.

Τελικά τα σήματα συναγερμού δεν οφείλεται σε κάποιο πραγματικό πρόβλημα στην δεξαμενή. Έτσι δεν θα μεταβεί συνεργείο σε αυτή και η περίπτωση πιθανής βλάβης διαχειρίστηκε εξ' ολοκλήρου από απόσταση, μέσω του συστήματος SCADA.

Ακολουθεί παράδειγμα μιας απλούστερης περίπτωσης, στην οποία επίσης η μετάβαση συνεργείου στην εγκατάσταση δεν κρίθηκε τελικά αναγκαία. Το παράδειγμα αυτό αφορά εγκατάσταση booster η οποία ανήκει στον τομέα Πειραιά.



Εικόνα 12.42 Γράφημα μανομέτρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα. [28].

Η πίεση του νερού πέφτει περίπου ένα bar, σταθεροποιείται και έπειτα πέφτει στα 2 bar, τιμή που σαφώς έχει σαν αποτέλεσμα κάποιο σήμα συναγερμού. Όμως, μέσα σε λίγα λεπτά επανέρχεται σε τιμή κοντά στα 8 bar και παραμένει σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έπειτα παύει η παρατήρηση του γραφήματος καθώς δεν συντρέχει πλέον λόγος ανησυχίας. Λόγω προβλήματος του λογισμικού δεν είναι διαθέσιμο το πλήρες γράφημα στο οποίο φαίνεται η μετέπειτα σταθερή πορεία της πίεσης. Τελικά πτώση της τιμής της πίεσης μπορεί να προέρχεται από διάφορες αιτίες, οι οποίες όμως δεν προκαλούν κάποιο σοβαρό πρόβλημα στην λειτουργία της εγκατάστασης. Έτσι χωρίς ιδιαίτερο προβληματισμό, καταδεικνύεται η μη αναγκαιότητα της μετάβασης τεχνικών στο χώρο της εγκατάστασης.

Σε όλα τα παραπάνω θα πρέπει να προστεθεί πως πέραν των ημερήσιων και εβδομαδιαίων διαγραμμάτων, κραταιό ρόλο στην λήψη αποφάσεων επιτελεί και η σχετική πείρα των τεχνικών. Η πείρα αυτή είναι αποτέλεσμα της μακροχρόνιας παρατήρησης των εγκαταστάσεων από τους τεχνικούς μέσω του συστήματος SCADA. Έτσι κάποιο σήμα συναγερμού που πιθανότατα θα ανησυχήσει άτομα χωρίς πείρα (όπως συμβασιούχους τεχνικούς ή φοιτητές), ή ακόμα και το ίδιο το ΣΕΤ, ενδεχομένως να αγνοηθεί ορθώς από τους έμπειρους τεχνικούς του τμήματος.

12.12.3 Διαχείριση πραγματικής βλάβης.

Ακολουθεί παράδειγμα στο οποίο το σήμα συναγερμού αντιστοιχεί όντως σε μία πραγματική βλάβη, όπερ σημαίνει μία βλάβη λόγω της οποίας είναι απαραίτητη η μετάβαση συνεργείου στην εγκατάσταση.

Αρχικά εμφανίζεται ένδειξη κόκκινου χρώματος στο παράθυρο συμβάντων. Για τις υπόλοιπες ενδείξεις που υπάρχουν στο παράθυρο, έχει γίνει έλεγχος και έχει διαπιστωθεί πως δεν συντρέχει σοβαρός λόγος ανησυχίας. Το παράδειγμα που θα παρουσιαστεί ασχολείται αποκλειστικά με την ένδειξη που αφορά τον τοπικό σταθμό με κωδικό SA29. Πρόκειται για δεξαμενή η οποία βρίσκεται στην περιοχή του Καρέα.

Ηράκλειο	Πειραιάς	Αθήνα		
SA01	SA02	SA03	SA04	SA05
SA06	SA07	SA08	SA09	SA10
SA11	SA12	SA13	SA14	SA15
SA16	SA17	SA18	SA19	SA20
SA21	SA22	SA23	SA24	SA25
SA26	SA27	SA28	SA29	

Εικόνα 12.43 Ένδειξη συναγερμού στον τοπικό σταθμό SA29. [28].

Επιλέγουμε από το παράθυρο συμβάντων την εγκατάσταση που μας ενδιαφέρει. Από την αριστερή στήλη της κεντρικής οθόνης του προγράμματος, παίρνουμε τις πρώτες πληροφορίες για το συμβάν.

Σταθμός	SA29	
Περιγραφή	ΑΝΩ ΚΑΡΕΑΣ	
Τρόπος Λειτουργ.	ΤΣΑ	
Διακόπτης SA	OFF	
Διακόπτης SV	OFF	
Βλάβη Επικοινωνίας	OXI	TETRA
Ηλεκτρική Βλάβη	OXI	
H/Z	OXI	
Βλάβη Οργάνου	OXI	
Είσοδος στο Χώρο	OXI	
Νερό στο Δάπεδο	OXI	
Φλοτέρ	NAI	FLOTER 1 και 2
Βλάβη A/Z	OXI	
Βλάβη Συλλέκτη	OXI	

Αναλογικές Τιμές	
Κωδικός	Τιμή
TA04_C01	0,00 m/t
TA04_L01	3,70 m
TA04_M01	0,36 bar

Εικόνα 12.44 Βασικές πληροφορίες για τον τοπικό σταθμό SA29. [28].

Αμέσως φαίνονται τα ακόλουθα σοβαρά προβλήματα:

1. Αμφότερα τα φλοτέρ που υπάρχουν στη δεξαμενή έχουν δώσει σήμα πως αυτή πρέπει να ξεκινήσει να γεμίζει.
2. Τα βασικά μεγέθη που μας ενδιαφέρουν αναφορικά με τη λειτουργία της δεξαμενής (παροχή, στάθμη, πίεση) παρουσιάζουν πολύ χαμηλές τιμές.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το σήμα συναγερμού, κάνουμε κλικ στο κομμάτι του παραθύρου συμβάντων το οποίο αντιστοιχεί στην δεξαμενή που μας ενδιαφέρει. Οι υπόλοιποι συναγερμοί συνεχίζουν να μην προκαλούν ουσιαστικό πρόβλημα και συνεπώς αγνοούνται στην παρούσα υποενότητα. Εμφανίζονται οι ακόλουθες επιλογές:



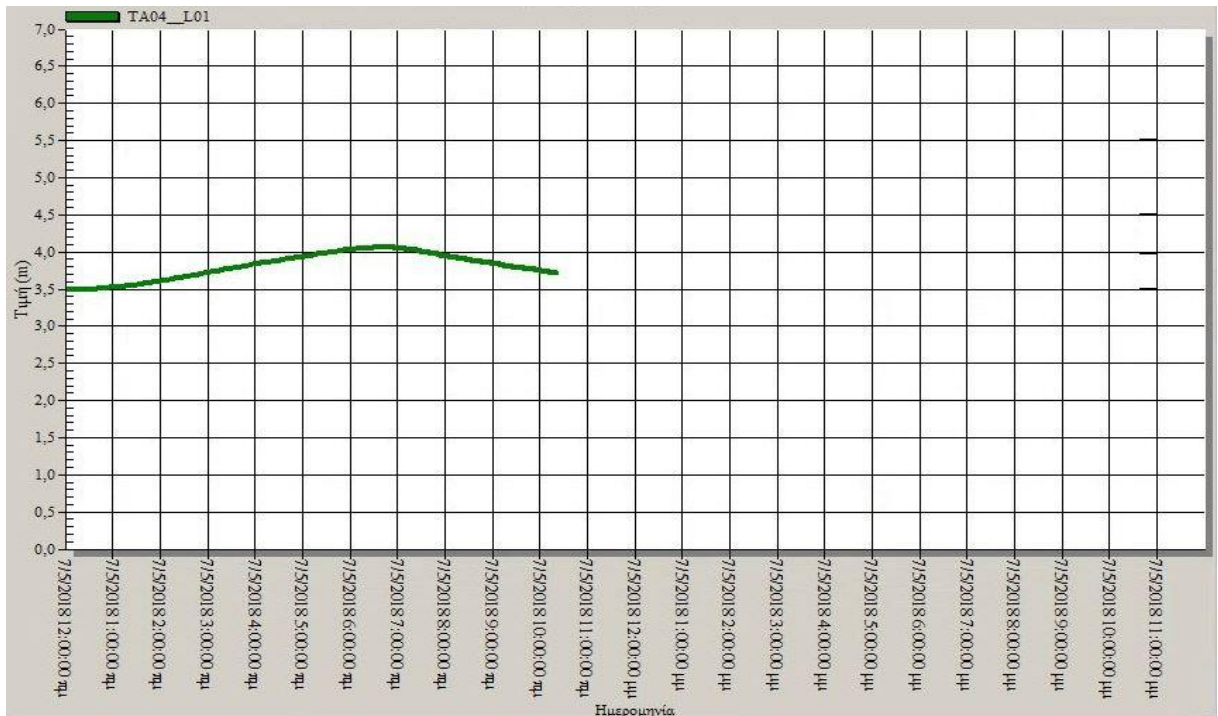
Εικόνα 12.45 Επιλογές παραθύρου συμβάντων. [28].

Αρχικά επιλέγουμε την πρώτη διαθέσιμη επιλογή για να ενημερωθούμε σχετικά με το είδος του συναγερμού ή των συναγερμών που αφορούν τη δεξαμενή. Εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο (στο οποίο για ακόμη μία φορά οι τιμές της ώρας δεν ανταποκρίνονται στη πραγματικότητα):

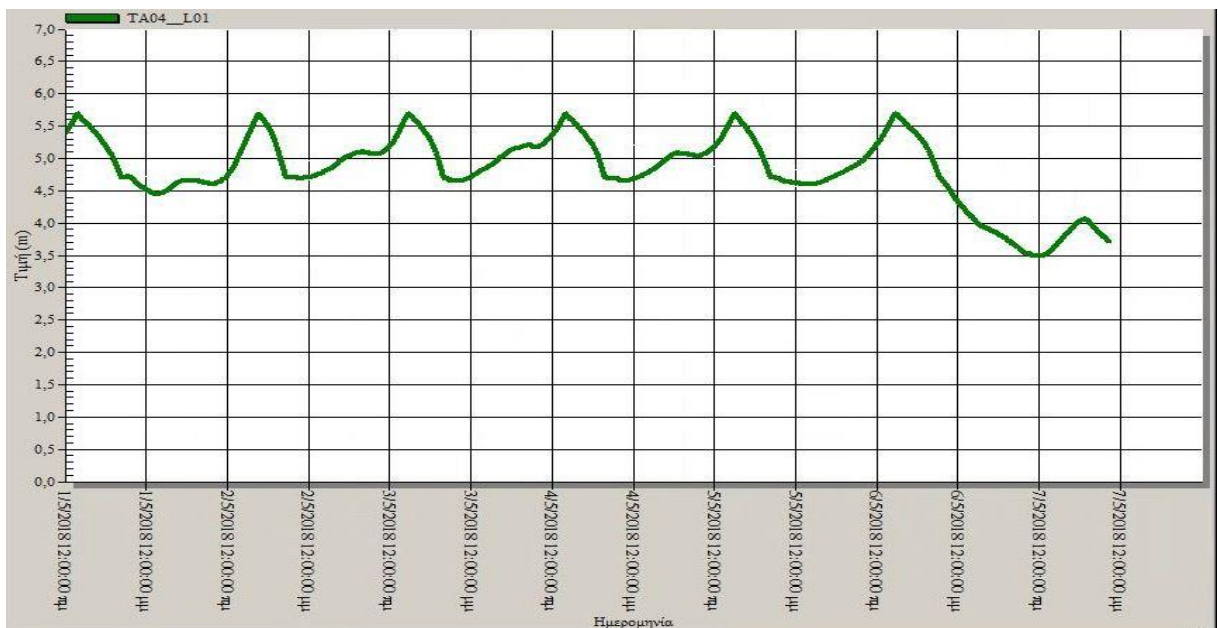
Ενεργοί Συναγερμοί Σταθμού :SA29		
Συναγερμος	Οργανο	Ημερομηνία
Άδεια η Δεξαμενή	TA04	07/05/2018 07:31
Πολύ χαμηλή στάθμη στο Αισθητήριο	TA04_L01	07/05/2018 07:31
floter 2 NAI	SA29	06/05/2018 13:37
floter 1 NAI	SA29	06/05/2018 09:19

Εικόνα 12.46 Ενεργοί συναγερμοί του σταθμού. [28].

Τα φλοτέρ έχουν δώσει σήμα για την πλήρωση των δεξαμενών. Εντούτοις η στάθμη στη δεξαμενή είναι πολύ χαμηλή και τελικά η δεξαμενή αδειάζει. Μία άδεια δεξαμενή είναι ένα σοβαρό περιστατικό, χωρίς καμία αμφιβολία. Μολονότι η αναγκαιότητα της μετάβασης στην εγκατάσταση είναι σχεδόν βέβαιη, πρέπει να αντληθούν ακόμα κάποιες πληροφορίες πριν η μετάβαση αυτή πραγματοποιηθεί. Τις πληροφορίες αυτές τις παρέχει φυσικά το SCADA. Όπως πάντα είναι χρήσιμη η παρατήρηση των γραφημάτων των οργάνων της εγκατάστασης. Καθώς το εν λόγω πρόβλημα έχει να κάνει με τη στάθμη της δεξαμενής, θα συμβουλευτούμε το γράφημα του σταθμήμετρου. Θα δούμε το γράφημα της τρέχουσας ημέρας καθώς επίσης και το εβδομαδιαίο.



Εικόνα 12.47 Γράφημα του σταθμίμετρου της δεξαμενής. Εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα. [28].



Εικόνα 12.48 Γράφημα του σταθμίμετρου της δεξαμενής. Εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα. [28].

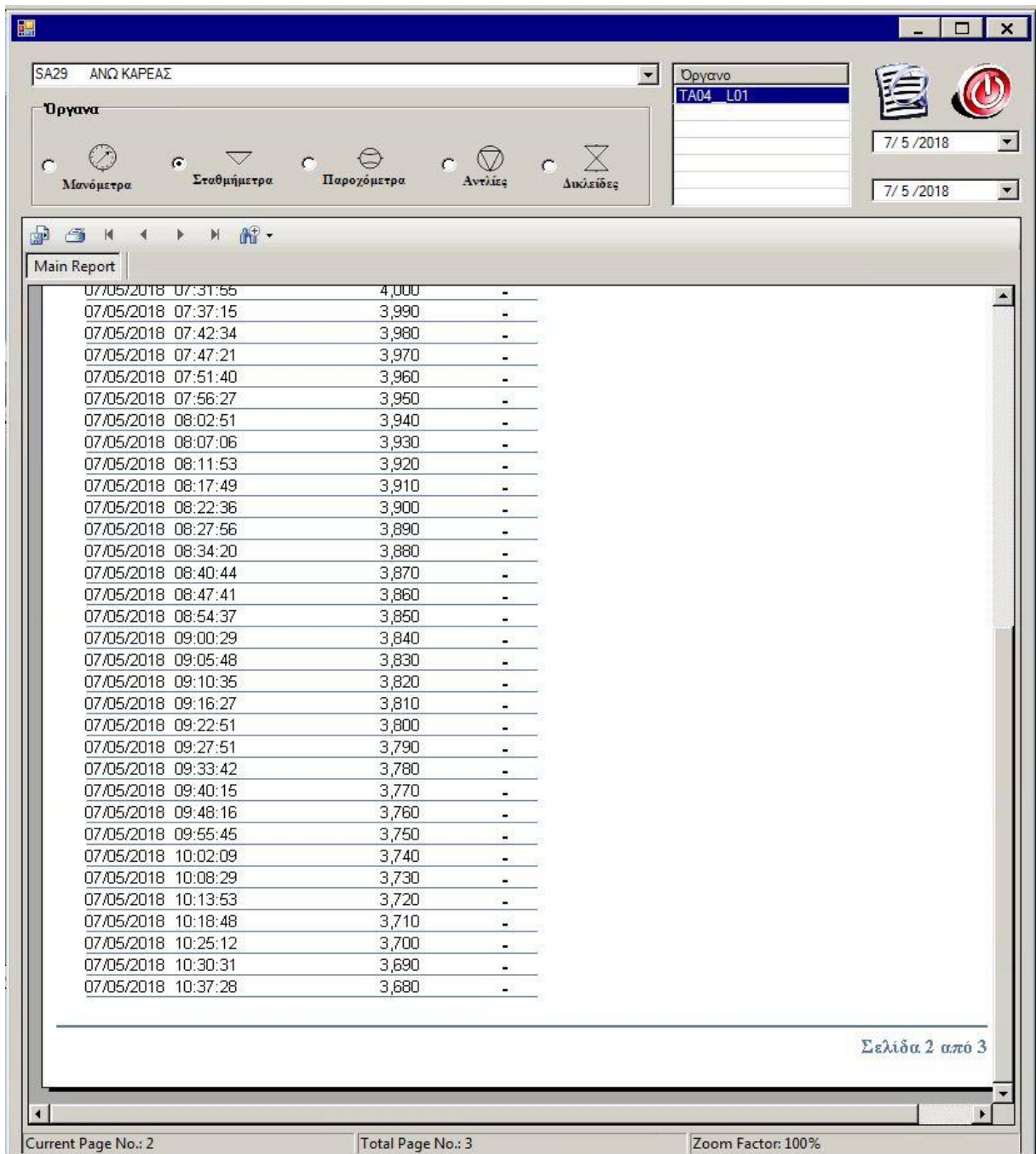
Συγκρίνοντας τα γραφήματα του μεγέθους της στάθμης, παρατηρούμε πως από την αρχή της ημέρας στην οποία εμφανίστηκε ο συναγερμός υπάρχει πρόβλημα στη δεξαμενή. Ειδικότερα μέχρι και την προηγούμενη ημέρα, το γράφημα της στάθμης παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο μοτίβο με παρόμοιες αυξομειώσεις. Έπειτα όμως στις 7/5/18, η τιμή της στάθμης μειώνεται

κατά πολύ και οι κατώτερες τιμές του γραφήματος ξεφεύγουν από τα όρια στα οποία κυμαίνονταν την υπόλοιπη εβδομάδα.

Για να κατανοήσουμε την σοβαρότητα της κατάστασης σε απόλυτο βαθμό, συμβουλευόμαστε τα όρια λειτουργίας του οργάνου και τις ακριβείς τιμές που αυτό μας δίνει.

Πληροφοριακά Στοιχεία	Λειτουργικά Όρια
Κωδικός Οργάνου: TA04_L01	Βάση: 0 (Υψηλό)
Part Number:	Πολύ Χαμηλό: 4 (Χαμηλό)
Serial Number: 97371919	Χαμηλό: 4.5 (Κανονικό)
Κατασκευαστής: GEFRAN	Υψηλό: 5.8 (Χαμηλό)
H/M Αγοράς:	Πολύ Υψηλό: 6 (Υψηλό)
	Μέγιστο: 6.5 (Υψηλό)
	Υπαρξη Βλάβης Οργάνου: Όχι (Ναι)
	Εμφάνιση Συναγερμού: ΟΧΙ (ΝΑΙ)

Εικόνα 12.49 Όρια λειτουργίας σταθμήμετρου. [28].

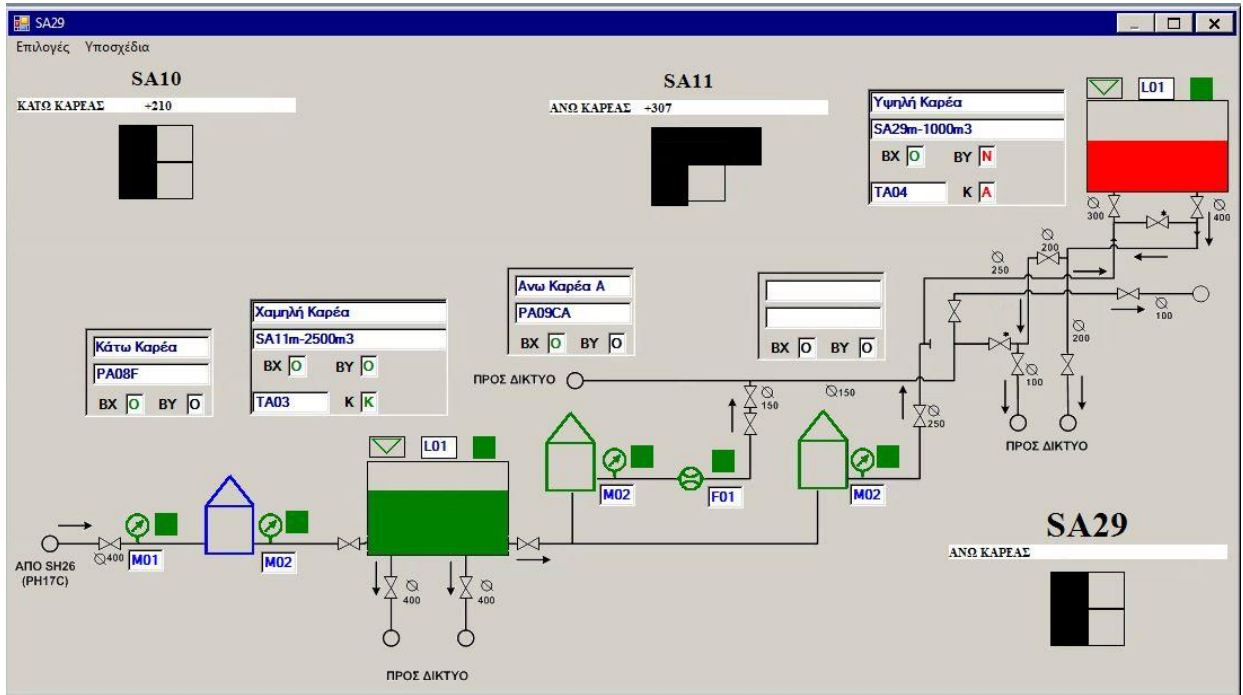


Εικόνα 12.50 Τιμές σταθμήμετρον. [28].

Παρατηρούμε λοιπόν πως στο σημαντικά μεγαλύτερο μέρος της τρέχουσας ημέρας έως τη στιγμή στην οποία πήραμε τα δεδομένα από το πρόγραμμα, η τιμή της στάθμης είναι κάτω από το όριο που την χαρακτηρίζει ως πολύ χαμηλή. Αυτός είναι και ο λόγος που το τελευταίο σήμα συναγερμού χαρακτηρίζει τη δεξαμενή άδεια.

Υπάρχει λοιπόν πρόβλημα στην τροφοδοσία της δεξαμενής ή στα όργανα της εγκατάστασης. Το γεγονός όμως πως όλα τα όργανα παρουσιάζουν χαμηλές τιμές, καθιστά το πρώτο ενδεχόμενο ως το πιθανότερο. Επομένως είναι απαραίτητη η κινητοποίηση του συνεργείου.

Αφού όμως ερευνάται κάποια βλάβη στην τροφοδοσία, το συνεργείο αρχικά πρέπει να ελέγξει εγκαταστάσεις και στοιχεία του δικτύου, τα οποία βρίσκονται αμέσως πριν την δεξαμενή και την τροφοδοτούν. Συμβουλευόμαστε λοιπόν και το γενικό σχέδιο της εγκατάστασης:



Εικόνα 12.51 Γενικό σχέδιο δεξαμενής. [28].

Είναι λοιπόν εμφανές ότι η δεξαμενή γεμίζει από το αντλιοστάσιο του άνω Καρέα με κωδικό SA11. Στο γενικό σχέδιο, το εν λόγω αντλιοστάσιο φαίνεται να λειτουργεί άψογα. Παρόλα αυτά υπάρχει πάντα η πιθανότητα να παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα, το οποίο δεν έχει γίνει αντιληπτό από το SCADA. Στην περίπτωση που μελετάμε, το αντλιοστάσιο που τροφοδοτεί τη δεξαμενή βρίσκεται πολύ κοντά της. Υπάρχει λοιπόν η δυνατότητα να γίνει ένας επί τόπου έλεγχος στο αντλιοστάσιο. Επομένως το συνεργείο θα μεταβεί στο αντλιοστάσιο SA11 και αν αυτό λειτουργεί άρτια, τότε θα μεταβεί στη δεξαμενή.

Αυτή ήταν λοιπόν όλη η πορεία της διαχείρισης μίας βλάβης μέσω του συστήματος SCADA.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

13.1 Τελικά συμπεράσματα.

Το κύριο συμπέρασμα στο οποίο οδηγούμαστε μετά το πέρας της εργασίας, αφορά την σημασία και την αναγκαιότητα της τηλεοπτείας σε ένα δίκτυο ύδρευσης. Μετά την ανάγνωση του συνόλου των δεδομένων και των παραδειγμάτων που εκτέθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, φτάνουμε με βεβαιότητα σε ένα συμπέρασμα. Αυτό είναι πως ένα δίκτυο ύδρευσης δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει τόσο αποτελεσματικά, εάν δεν τηλεελεγχόταν και τηλεχειριζόταν μέσω συστήματος SCADA. Η τηλεοπτεία μέσω SCADA είναι απαραίτητη για να υπάρχει αποτελεσματικότητα στις επεμβάσεις των συνεργείων, πλήρης εικόνα για τη συμπεριφορά ολόκληρου του δικτύου και κατανόηση εις βάθος της λειτουργίας των ΗΜ εγκαταστάσεων. Επίσης η τηλεοπτεία εξασφαλίζει οικονομία σε πόρους και χρόνο για την εταιρία.

Συμπεραίνουμε επίσης πως για την ορθή λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης απαιτείται ο συγκερασμός γνώσεων που προέρχονται από διαφορετικά επιστημονικά πεδία. Τέτοια πεδία είναι: ηλεκτρολογία, μηχανολογία, ηλεκτρονική, αυτοματισμός, πληροφορική, τηλεπικοινωνίες, τοπογραφία κ.ά. Είναι πολύ χρήσιμο για ένα τεχνικό με οποιαδήποτε εξειδίκευση, να λαμβάνει γνώσεις και από τα υπόλοιπα επιστημονικά πεδία πέραν αυτού με το οποίο είναι εξοικειωμένος.

Εξάγονται τέλος και κάποια συμπεράσματα αναφορικά με τον ανθρώπινο παράγοντα. Κύριο χαρακτηριστικό που πρέπει διακρίνει το σύνολο των εργαζομένων που απασχολούνται στον τομέα της ύδρευσης, είναι η συνεργασία. Για να μην υπάρξουν προβλήματα στην λειτουργία του δικτύου, είναι απαραίτητο τα άτομα που απαρτίζουν το κάθε τμήμα αλλά και τον κάθε τομέα να συνεργάζονται άψογα.

13.2 Μελλοντική έρευνα.

Στην εποχή μας είναι σχεδόν πάντοτε σφάλμα να ισχυριστούμε πως δεν υπάρχουν περιθώρια για εξέλιξη ενός τομέα, άρα εδάφη για μελλοντική έρευνα. Στο υποκεφάλαιο αυτό θα αναφερθεί το αντικείμενο μιας δυνητικής μελλοντικής έρευνας, που θα αφορά τους ίδιους τομείς τους οποίους αφορά η παρούσα εργασία.

Το αντικείμενο μίας μελλοντικής έρευνας πάνω στα δίκτυα ύδρευσης, θα μπορούσε να είναι το internet of things (I.O.T) στην διαχείριση δικτύων ύδρευσης. Πρόκειται για ένα αντικείμενο που αφορά τον τηλεέλεγχο και τον τηλεχειρισμό του συνόλου των εγκαταστάσεων του δικτύου. Εξυπακούεται πως το λογισμικό SCADA θα συνεχίσει να επιτελεί κύριο ρόλο, ενώ οι δυνατότητές του θα αυξάνονται με την εισαγωγή της τεχνολογίας I.O.T. Μέσω της τεχνολογίας αυτής όλα τα στοιχεία που αποτελούν το δίκτυο, θα είναι δυνατόν να έχουν τη δική τους υπόσταση στο εκάστοτε δίκτυο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι όργανα, PLC, inverter, ηλεκτρολογικοί ή ηλεκτρονικοί διακόπτες κ.ά. που συμπεριλαμβάνονται στον εξοπλισμό των ΗΜ εγκαταστάσεων. Μπορεί επίσης να είναι και βάνες, δικλίδες κ.ά. που δομούν το δίκτυο σωληνώσεων και γενικότερα το δίκτυο ύδρευσης πέραν των ΗΜ εγκαταστάσεων.

Έτσι η διαχείριση σημάτων συναγερμών και λοιπών συμβάντων, καθώς επίσης και η επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων θα γίνεται ευκολότερα και αποτελεσματικότερα. Οι τεχνικοί θα μπορούν ανά πάσα στιγμή να έχουν εικόνα για τα διάφορα συμβάντα μέσω smart phone. Θα έχουν εικόνα ακόμη και αν δεν βρίσκονται στον ΠΣΕ ή δεν μπορούν να έχουν τηλεφωνική επικοινωνία με το ΣΕΤ. Η επικοινωνία τους με το ΣΕΤ θα είναι πιο στοχευμένη και αποτελεσματική. Θα υπάρχει επίσης η δυνατότητα τηλεχειρισμού από οποιοδήποτε σημείο.

13.3 Περιορισμοί.

Η εργασία που παρουσιάστηκε θα μπορούσε να περιέχει περισσότερες και πιο εξειδικευμένες πληροφορίες. Κυριότερος περιορισμός λόγω του οποίου δεν περιείχε τελικά αυτές τις πληροφορίες, είναι ο περιορισμός στις πηγές. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, οι δυνατότητες σε επίπεδο τηλεχειρισμού που παρέχονται στον χρήστη του συστήματος μέσω ενός ΠΣΕ είναι εξαιρετικά περιορισμένες. Αποτέλεσμα αυτού είναι η εργασία να μην περιέχει αρκετές πληροφορίες για το κομμάτι του τηλεχειρισμού. Αναφορικά με το κομμάτι του τηλεέλεγχου το οποίο αναπτύχθηκε σε ικανοποιητικό θεωρούμε βαθμό, θα μπορούσαν να υπάρχουν και κάποια ακόμα παραδείγματα-πληροφορίες με μεγαλύτερο βαθμό εξειδίκευσης. Αυτά τα παραδείγματα και οι πληροφορίες βρίσκονται στα αρχεία και στο σύστημα του τμήματος ΗΜ εγκαταστάσεων του τομέα Αθηνών, στο οποίο πραγματοποίησε την πρακτική του άσκηση ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας. Όπως όμως είναι αναμενόμενο και λογικό, δεν υπάρχει πρόσβαση για έναν φοιτητή σε όλα τα αρχεία του τμήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. https://www.eydap.gr/userfiles/Presentations/etairika_entypa/eteriko_2011.pdf, προσπέλαση στις 20/2/2018.
2. Σταυρούλια Κωνσταντίνα, <<Διαχείριση Δικτύου Υδρευσης>>, Ε.ΥΔ.Α.Π-Γενική διεύθυνση ύδρευσης-Διεύθυνση δικτύου ύδρευσης, Περισσός, 2017.
3. <https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/DistributionNetwork/>, προσπέλαση στις 1/3/2018.
4. Κουτσογιάννης Δ. & Ευστρατιάδης Α., <<Σημειώσεις Αστικών Υδραυλικών Έργων - Υδρευτικά έργα. Κεφάλαιο 6: Γενική διάταξη υδρευτικών έργων>>, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τομέας υδατικών πόρων και περιβάλλοντος, Αθήνα, 2015.
5. Φωτογραφικό υλικό από τις Ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις της Ε.ΥΔ.Α.Π-Τομέας Αθηνών. Οι φωτογραφίες τραβήχτηκαν την χρονική περίοδο μεταξύ Γενάρη 2016 και Μάη 2018.
6. <http://2epal-am.weebly.com/alphanutaulambdaiotaepsilonsigma.html>, προσπέλαση στις 20/3/2018.
7. Κουτσογιάννης Δ. & Ευστρατιάδης Α., <<Σημειώσεις Αστικών Υδραυλικών Έργων - Υδρευτικά έργα. Κεφάλαιο 9: Καταθλιπτικοί αγωγοί και αντλιοστάσια>>, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τομέας υδατικών πόρων και περιβάλλοντος, Αθήνα, 2015.
8. Παπαδάκης Βαγγέλης, Εισηγητής: Συλλιγνάκης Ιωάννης, <<Εξοικονόμηση ενέργειας με αντλίες νερού οδηγούμενες από τριφασικούς επαγωγικούς κινητήρες>>, Τ.Ε.Ι Ηρακλείου-Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών-Τμήμα Μηχανολογίας, Ηράκλειο, 2014 .
9. Κότσος Παναγιώτης, Εισηγητής: Γλουφτσίος Δημήτριος, <<ΑΝΤΛΙΕΣ: τύποι, λειτουργία, εγκατάσταση, συντήρηση, επισκευή, γρاناζωτή αντλία polyrex>>, Τ.Ε.Ι Σερρών-Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών-Τμήμα Μηχανολογίας, Σέρρες, 2008.
10. https://ilektroutomatismoι.blogspot.com/2015/11/blog-post_18.html, προσπέλαση στις 1/2/2019.
11. Αρχείο προκηρύξεων Ε.ΥΔ.Α.Π, Διακήρυξη Δημοπρασίας Αρ. 8133. (<https://www.eydap.gr/TheCompany/Contests/NoticesArchive/>). Προσπέλαση στις 22/3/2018.

12. Αρχείο προκηρύξεων Ε.ΥΔ.Α.Π, Διακήρυξη Δημοπρασίας Αρ. 8185. (<https://www.eydap.gr/TheCompany/Contests/NoticesArchive/>). Προσπέλαση στις 22/3/2018.
13. Αρχείο του τμήματος ΗΜ εγκαταστάσεων του τομέα Αθηνών της Ε.ΥΔ.Α.Π.
14. Κουτσογιάννης Δ. & Ευστρατιάδης Α., <<Σημειώσεις Αστικών Υδραυλικών Έργων - Υδρευτικά έργα. Κεφάλαιο 10: Δεξαμενές>>, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τομέας υδατικών πόρων και περιβάλλοντος, Αθήνα, 2015.
15. Αδαμοπούλου Μαρία & Βανδώρου Διονυσία, Εισηγήτρια: Αλεξανδροπούλου Σταυρούλα, <<Το καθεστώς ύδρευσης της ευρύτερης περιοχής της Κυπαρισσίας>>, Τ.Ε.Ι Καλαμάτας-Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας-Τμήμα Διοίκησης Μονάδων Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Καλαμάτα, 1999.
16. Ευστρατιάδης Ανδρέας & Κοσσιέρης Παναγιώτης & Μαρκόπουλος Χρήστος, <<Σημειώσεις υδραυλικής και υδραυλικών έργων - Υδρεύσεις. Κεφάλαιο: Δεξαμενές>> Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τομέας υδατικών πόρων και περιβάλλοντος, Αθήνα, 2017.
17. Ευστρατιάδης Ανδρέας & Κοσσιέρης Παναγιώτης & Μαρκόπουλος Χρήστος, <<Σημειώσεις υδραυλικής και υδραυλικών έργων - Υδρεύσεις. Κεφάλαιο: Γενικές αρχές σχεδιασμού δικτύων διανομής>>, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τομέας υδατικών πόρων και περιβάλλοντος, Αθήνα, 2017.
18. Αρχείο προκηρύξεων Ε.ΥΔ.Α.Π, Διακήρυξη Δημοπρασίας Αρ. 8182. (<https://www.eydap.gr/TheCompany/Contests/NoticesArchive/>). Προσπέλαση στις 27/3/2018.
19. Μπουφίκος Ηλίας, <<Προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία υποβρύχιου πιεστικού συστήματος ύδρευσης>>, Δ.Ε.Υ.Α Λάρισας, Λάρισα, 2013.
20. Αρχείο προκηρύξεων Ε.ΥΔ.Α.Π, Διακήρυξη Δημοπρασίας Αρ. 8638. (<https://www.eydap.gr/TheCompany/Contests/NoticesArchive/>). Προσπέλαση στις 27/3/2018.
21. <<Βιομηχανικοί αυτοματισμοί με plc. Εισαγωγικό εγχειρίδιο & παραδείγματα εφαρμογών. Simatic controllers SIEMENS >>, ΣΗΜΕΝΣ ΑΕ-Α&D-Τομέας Προϊόντων & Συστημάτων βιομηχανίας, Αθήνα, 2005.
22. Βελώνη Αναστασία, <<Συστήματα αυτομάτου Ελέγχου-Διαφάνειες εργαστηρίου-Ιο Εργαστήριο Σ.Α.Ε. Ενότητα: Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές-PLC>>, Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ-Τμήμα Η.Υ.Σ, Αθήνα, 2015.

23. Καλόγερος Κωνσταντίνος, Εισηγήτρια: Βελώνη Αναστασία, <<Προσομοιωτές PLC>>, Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ.-Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών-Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, Αθήνα, 2017.
24. Καλοΐδης Ελευθέριος & Νικολόπουλος Γεώργιος, Εισηγητής: Σχοινάς Νικόλαος, <<Ηλεκτρολογική μελέτη αντλιοστασίου>>, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος-Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών-Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε, Πάτρα, 2017.
25. <https://oaedhlectrologoi.blogspot.com/search?q=%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9+%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%82>, προσπέλαση στις 10/4/2018.
26. Φώτο Χέρμες & Νακάι Τζουλιάνο & Τσιχουρίδης Αχιλλέας, Επιβλέποντες καθηγητές: Τσιαμήτρος Δημήτριος & Δημητριάδης Δημήτριος, <<ABB drive ACS400 - σύνδεση, λειτουργία και έλεγχος από smartphone. Μέρος 1ο>>, Τ.Ε.Ι Δυτικής Μακεδονίας-Τμήμα Ηλεκτρολόγων μηχανικών-Παρουσίαση πάγκου εργασίας κατόπιν δωρεάς της ABB Α.Ε., Κοζάνη, 2015.
27. <<Ρυθμιστές στροφών ηλεκτροκινητήρων. Εγχειρίδιο: Εγκατάστασης, Λειτουργίας, Προγραμματισμού. LS Industrial Systems-Σειρά iS 7>>, Βαλιάδης ελληνικοί ηλεκτροκινητήρες.
28. Interface προγράμματος SCADA, από τον Η/Υ του ΠΣΕ τομέα Αθηνών. Δηλαδή τον Η/Υ του συνεργείου των ΗΜ εγκαταστάσεων του τομέα Αθηνών.
29. Βελώνη Αναστασία, <<Βιομηχανική Πληροφορική. Ενότητα 5: Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων>>, Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ-Τμήμα Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων, Αθήνα, 2015.
30. <https://www.indiamart.com/gentechautomation/scada.html>, προσπέλαση στις 10/12/2018.
31. Κορρές Γεώργιος, <<Εποπτεία και Διαχείριση Ενεργειακών Συστημάτων-Διαλέξεις: Συστήματα τηλεμετρήσεων-SCADA>>, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, Αθήνα, 2010.
32. <http://www.automatica.gr/>, προσπέλαση στις 14/12/2018.
33. <https://en.wikipedia.org/wiki/SCADA>, προσπέλαση στις 18/12/2018.
34. Καριώτης Γεώργιος & Παναγιωτόπουλος Ελευθέριος, <<Αυτοματοποίηση στην τοπική αυτοδιοίκηση>>, Εκδόσεις Δίσιγμα, Θεσσαλονίκη, 2010.
35. <https://www.deyamyt.gr/diaheirisi-diktyoy-meso-scada>, προσπέλαση στις 25/4/2018.

36. Κοντοζούδης Θεόδωρος, Εισηγητής: Βραδέλης Ιωάννης, <<Επέκταση και αναβάθμιση συστημάτων τηλεμετρίας και αυτοματισμών στο δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης της πόλης της Καβάλας>> , Τ.Ε.Ι Καβάλας-Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Καβάλα.
37. <<Περιγραφή ανοιχτών δικτύων τηλεελέγχου>>, <http://www.automatica.gr/>, Θεσσαλονίκη, 2010.
38. <https://www.deyav.gr/i-devav/tileelegxos>, προσπέλαση στις 30/4/2018.
39. Μπίθα Δήμητρα, <<Προμήθεια και εγκατάσταση τηλεμετρικού συστήματος διαχείρισης και ελέγχου διαρροών στο δίκτυο ύδρευσης του δήμου Παλλήνης>>, Δήμος Παλλήνης- Διεύθυνση τεχνικών υπηρεσιών, Παλλήνη, 2014.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Ε.ΥΔ.Α.Π	Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας
ΗΜ	Ηλεκτρομηχανική
Η/Υ	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
ΚΣΕ	Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου
ΜΕΚ	Μηχανή Εσωτερικής Καύσης
ΜΕΝ	Μονάδα Επεξεργασίας Νερού
ΠΣΕ	Περιφερειακός Σταθμός Ελέγχου
Υ-Δ	Αυτόματος διακόπτης αστέρα-τριγώνου
ΦΣΕ	Φορητός Σταθμός Ελέγχου
ΑΙ	Analog Input
ΑΟ	Analog Output
CPU	Central Processing Unit
DI	Digital Input
DO	Digital Output

DSP	Digital Signal Processor
G.I.S	Geographic Information Systems
HMI	Human Machine Interface
OSI	Open Systems Interconnection
PWM	Pulse Width Modulation
PLC	Programmable Logic Controllers
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
UPS	Uninterruptible Power Supply

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα Ε.1 Χάρτης δεξαμενών ανά τομέα.....	12
Εικόνα 2.1 Αντλιοστάσιο Ν1.....	17
Εικόνα 2.2 Αντλιοστάσιο Ν2.....	17
Εικόνα 2.3 Πίνακας αυτοματισμού-PLC αντλιοστασίου.....	18
Εικόνα 2.4 Φυγοκεντρική αντλία Ν1.....	23
Εικόνα 2.5 Φυγοκεντρική αντλία Ν2.....	24
Εικόνα 2.6 Αρχή λειτουργίας φυγοκεντρικής αντλίας.....	24
Εικόνα 2.7 Σχηματικό διάγραμμα μονοβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας.....	25
Εικόνα 2.8 Σημεία λειτουργίας για αντλητικό συγκρότημα.....	27
Εικόνα 3.1 Λειτουργία δεξαμενής.....	29
Εικόνα 3.2 Γενική εικόνα δεξαμενής.....	30
Εικόνα 3.3 Μεγέθη υδραυλικού σχεδιασμού δεξαμενών.....	31
Εικόνα 3.4 Περιοχή εισροής.....	33
Εικόνα 3.5 Αθροιστικός όγκος εισροής.....	33

Εικόνα 3.6 Αθροιστικές καμπύλες.....	33
Εικόνα 3.7 Εσωτερικός χώρος εγκατάστασης δεξαμενής N1.....	35
Εικόνα 3.8 Εσωτερικός χώρος εγκατάστασης δεξαμενής N2.....	36
Εικόνα 3.9 Ενδείξεις αισθητηρίων σε εγκατάσταση δεξαμενής.....	37
Εικόνα 3.10 Αναλογικό μανόμετρο (γλυκερίνης).....	38
Εικόνα 4.1 Σχέδιο booster.....	40
Εικόνα 4.2 Υπόμνημα εγκατάστασης booster.....	41
Εικόνα 4.3 Επισκευή στο booster Καισαριανής.....	41
Εικόνα 4.4 Πίλαρ του booster Αγίας Μαρίνας.....	42
Εικόνα 5.1 Σύστημα καρτών για εγκατάσταση με τέσσερεις αντλίες.....	45
Εικόνα 5.2 Σύστημα καρτών για εγκατάσταση με τέσσερεις αντλίες (χωρίς τροφοδοτικό)...	45
Εικόνα 5.3 Κάρτα ελέγχου φλοτέρ (υπάρχουν δύο στο σύστημα).....	46
Εικόνα 6.1 Δομικό διάγραμμα ενός PLC.....	51
Εικόνα 6.2 Δομή ενός PLC.....	52
Εικόνα 6.3 Κύκλος λειτουργίας ενός PLC.....	55
Εικόνα 6.4 Απλό παράδειγμα συστήματος με PLC.....	56
Εικόνα 6.5 Ενεργοποιητές σε πίνακα ΗΜ εγκατάστασης.....	57
Εικόνα 6.6 PLC SIEMENS SIMATIC S7-300.....	59
Εικόνα 6.7 Παράδειγμα ψηφιακής εξόδου PLC.....	60
Εικόνα 6.8 Παράδειγμα αναλογικής εισόδου PLC.....	62
Εικόνα 6.9 Παράδειγμα αναλογικής εξόδου PLC.....	63
Εικόνα 7.1 Μαγνητικά ελάσματα στάτη.....	65
Εικόνα 7.2 Άκρη τριφασικής μηχανής.....	66
Εικόνα 7.3 Μέρη επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.	67
Εικόνα 7.4 Επαγωγικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα.	67
Εικόνα 8.1 Αναλυτικό κύκλωμα inverter.....	70

Εικόνα 8.2 Μεταβολή της καμπύλης Ροπής - στροφών ασύγχρονου κινητήρα ενώ μεταβάλλεται η συχνότητα λειτουργίας του.....	71
Εικόνα 8.3 Τάσεις εξόδου του αντιστροφέα για διάφορους παλμούς οδήγησης των ημιαγωγικών διακοπών.....	73
Εικόνα 8.4 Κυματομορφή τάσης διαμορφωμένη κατά ημίτονο (SPWM)	73
Εικόνα 8.5 Inverter της σειράς Is 7 της LG σε ΗΜ εγκατάσταση της Ε.ΥΔ.Α.Π Ν1.....	74
Εικόνα 8.6 Inverter της σειράς Is 7 της LG σε ΗΜ εγκατάσταση της Ε.ΥΔ.Α.Π Ν2.....	75
Εικόνα 8.7 Σχέδιο καλωδιώσεων inverter.....	76
Εικόνα 8.8 Γενικό σχέδιο των εγκαταστάσεων.....	82
Εικόνα 8.9 Εσωτερικό αντλιοστασίου.....	82
Εικόνα 8.10 Στοιχεία αντλιοστασίου.....	83
Εικόνα 8.11 Γράφημα για τη λειτουργία των αντλιών Ν1.....	83
Εικόνα 8.12 Γράφημα για τη λειτουργία των αντλιών Ν2.....	84
Εικόνα 9.1 Δομή ενός συστήματος SCADA.....	87
Εικόνα 9.2 Σύστημα HMI-απεικόνιση διεργασίας δικτύου αποχέτευσης.....	89
Εικόνα 9.3 Σύστημα HMI-δεδομένα για δίκτυο αποχέτευσης.....	89
Εικόνα 9.4 Γενική παρουσίαση των λειτουργιών ενός συστήματος SCADA.....	91
Εικόνα 10.1 Χαρτογράφηση εσωτερικού δικτύου ύδρευσης. Απεικονίζει τα κτίρια και τις παροχές.....	93
Εικόνα 10.2 Γραφική απεικόνιση δικτύου με τη χρήση G.I.S.....	95
Εικόνα 11.1 Τρόποι επικοινωνίας για τηλεέλεγχο δικτύων.....	101
Εικόνα 11.2 Διάταξη τηλεελέγχου και τηλεδιαχείρισης εγκατεστημένη σε δίκτυο ύδρευσης δήμου Ν1.....	103
Εικόνα 11.3 Διάταξη τηλεελέγχου και τηλεδιαχείρισης εγκατεστημένη σε δίκτυο ύδρευσης δήμου Ν2.....	104
Εικόνα 11.4 Διάταξη τηλεελέγχου και τηλεδιαχείρισης εγκατεστημένη σε δίκτυο ύδρευσης πόλεως.....	104
Εικόνα 11.5 Τοπικό δίκτυο RS485-Modbus.....	106
Εικόνα 11.6 Τοπικό δίκτυο Ethernet-Modbus.....	106

Εικόνα 11.7 Διάταξη τοπικών δικτύων.....	107
Εικόνα 11.8 Εξωτερικά δίκτυα.....	108
Εικόνα 11.9 Φλοτέρ υπερχειλίσης δεξαμενών.....	110
Εικόνα 11.10 Στάθμες δεξαμενών και χλωρίωση νερού.....	110
Εικόνα 11.11 Στάθμη δεξαμενής.....	110
Εικόνα 11.12 Αντλιοστάσιο με δύο αντλίες.....	111
Εικόνα 11.13 Παράθυρο επισήμανσης συναγερμών.....	112
Εικόνα 11.14 Ιστορικό συναγερμών.....	112
Εικόνα 11.15 Ενημέρωση μέσω Alarm Sms του υπεύθυνου για πολύ χαμηλή τιμή της στάθμης της δεξαμενής.....	113
Εικόνα 11.16 Μενού εισαγωγής παραμέτρων για αποστολή μηνυμάτων Alarm Sms.....	114
Εικόνα 11.17 Δίκτυο τηλεδιαχείρισης τριών σταθμών.....	115
Εικόνα 11.18 Σύνδεση PLC (Twido) με αισθητήρια και μηχανήματα στο τοπικό δίκτυο....	115
Εικόνα 12.1 Κεντρική οθόνη του προγράμματος SCADA.....	122
Εικόνα 12.2 Βασικές επιλογές από την άνω μπάρα της κεντρικής οθόνης.....	122
Εικόνα 12.3 Αριστερή στήλη της κεντρικής οθόνης με αναλυτικά στοιχεία για τοπικό σταθμό.....	124
Εικόνα 12.4 Γενικό σχέδιο με ενδείξεις χρωμάτων.....	127
Εικόνα 12.5 Συμβολισμός εγκατάστασης αντλιοστασίου το οποίο πλέον δε χρησιμοποιείται.....	128
Εικόνα 12.6 Γενικό σχέδιο booster.....	128
Εικόνα 12.7 Γενικό σχέδιο αντλιοστασίου.....	128
Εικόνα 12.8 Γενικό σχέδιο σημείου δικτύου.....	129
Εικόνα 12.9 Γενικό σχέδιο ομάδας εγκαταστάσεων N1.....	130
Εικόνα 12.10 Γενικό σχέδιο ομάδας εγκαταστάσεων N2.....	130
Εικόνα 12.11 Στοιχεία εγκατάστασης αντλιοστασίου.....	131
Εικόνα 12.12 Στοιχεία εγκατάστασης δεξαμενής.....	132
Εικόνα 12.13 Εσωτερικό αντλιοστασίου N1.....	134

Εικόνα 12.14 Στοιχεία αντλιοστασίου N1.....	134
Εικόνα 12.15 Εσωτερικό αντλιοστασίου N2.....	134
Εικόνα 12.16 Στοιχεία αντλιοστασίου N2.....	135
Εικόνα 12.17 Υποσχέδιο δεξαμενής.....	136
Εικόνα 12.18 Παράθυρο γραφήματος οργάνου. Γράφημα σταθμήμετρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα.....	137
Εικόνα 12.19 Γράφημα μανομέτρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα.....	138
Εικόνα 12.20 Γράφημα μανομέτρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα.....	138
Εικόνα 12.21 Γράφημα παροχόμετρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα.....	139
Εικόνα 12.22 Γράφημα σταθμήμετρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα.....	139
Εικόνα 12.23 Όρια λειτουργίας μανομέτρου N1.....	140
Εικόνα 12.24 Όρια λειτουργίας μανομέτρου N2.....	141
Εικόνα 12.25 Ενεργές βλάβες οργάνων τοπικών σταθμών.....	142
Εικόνα 12.26 Πίνακας της επιλογής <<inverters>>.....	143
Εικόνα 12.27 Συμβάντα τοπικών σταθμών.....	144
Εικόνα 12.28 Παράθυρο της επιλογής <<τιμές οργάνων >>. Επιλεγμένο όργανο: μανόμετρο.....	145
Εικόνα 12.29 Λίστα τιμών από την επιλογή <<τιμές οργάνων>>. Επιλεγμένο όργανο: αντλία.....	146
Εικόνα 12.30 Δυνατότητες τηλεχειρισμού.....	147
Εικόνα 12.31 Παράθυρο συμβάντων. Δεν υπάρχει κάποιο συμβάν σε ολόκληρο τον τομέα.....	148
Εικόνα 12.32 Παράθυρο συμβάντων. Τρία συμβάντα στον τομέα, ένα από κάθε πιθανή κατηγορία.....	149
Εικόνα 12.33 Επιλογές που προσφέρει το παράθυρο συμβάντων.....	152
Εικόνα 12.34 Ενεργοί συναγερμοί σταθμού N1.....	152
Εικόνα 12.35 Ενεργοί συναγερμοί σταθμού N2.....	152
Εικόνα 12.36 Πίνακας συναγερμών N1.....	153
Εικόνα 12.37 Πίνακας συναγερμών N2.....	153

Εικόνα 12. 38 Πρώτη ένδειξη συναγερμού.....	155
Εικόνα 12. 39 Δεύτερη ένδειξη συναγερμού.....	155
Εικόνα 12.40 Γράφημα παροχόμετρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα.....	155
Εικόνα 12.41 Γράφημα παροχόμετρου, εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα.....	156
Εικόνα 12.42 Γράφημα μανομέτρου, εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα.....	157
Εικόνα 12.43 Ένδειξη συναγερμού στον τοπικό σταθμό SA29.....	158
Εικόνα 12.44 Βασικές πληροφορίες για τον τοπικό σταθμό SA29.....	159
Εικόνα 12.45 Επιλογές παραθύρου συμβάντων.....	160
Εικόνα 12.46 Ενεργοί συναγερμοί του σταθμού.....	160
Εικόνα 12.47 Γράφημα του σταθμήμετρου της δεξαμενής. Εύρος ημερομηνίας: τρέχουσα ημέρα.....	161
Εικόνα 12.48 Γράφημα του σταθμήμετρου της δεξαμενής. Εύρος ημερομηνίας: εβδομάδα.....	161
Εικόνα 12.49 Όρια λειτουργίας σταθμήμετρου.....	162
Εικόνα 12.50 Τιμές σταθμήμετρου.....	163
Εικόνα 12.51 Γενικό σχέδιο δεξαμενής.....	164

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6.1 Πλήθος PLC ανά εγκατάσταση.....	50
Πίνακας 6.2 Πλήθος PLC της Ε.ΥΔ.Α.Π ανά μοντέλο.....	58
Πίνακας 8.1 Περιγραφή ακροδεκτών inverter της σειράς Is 7.....	76