



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ
ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

**Υλοποίηση εφαρμογών SCADA για διαχείριση
υδάτινων ροών**

Θεοδωρακόπουλος Ηλίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων
Λουκόπουλος Αθανάσιος

Λαμία, 2023



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

INFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOMEDICINE

Implementation of applications for water flow management

Theodorakopoulos Ilias

Master thesis

Supervisor
Loukopoulos Athanasios

Lamia, 2023



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ:**

**«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ, ΣΤΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΎΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»**

Υλοποίηση εφαρμογών SCADA για διαχείριση υδάτινων ροών

Θεοδωρακόπουλος Ηλίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επιβλέπων
Λουκόπουλος Αθανάσιος**

Λαμία, 2023

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Υλοποίηση εφαρμογών SCADA για διαχείριση υδάτινων ροών» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο ΔΗΛΩΝ

Θεοδωρακόπουλος Ηλίας

Ημερομηνία

12/07/2023

Υπογραφή

Υλοποίηση εφαρμογών SCADA για διαχείριση υδάτινων ροών

Θεοδωρακόπουλος Ηλίας

Τριμελής Επιτροπή:

Λουκόπουλος Αθανάσιος (επιβλέπων)

Δαδαλιάρης Αντώνιος

Τζιρίτας Νικόλαος

Επιστημονικός Σύμβουλος:

.....

Περιεχόμενα

<i>Περίληψη.....</i>	<i>1</i>
<i>Abstract</i>	<i>2</i>
<i>Πρόλογος.....</i>	<i>3</i>
<i>Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο</i>	<i>5</i>
<i>1.1 Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών (SCADA)</i>	<i>5</i>
<i>1.2 Το λογισμικό WINCC της SIEMENS.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3 Περιγραφή λειτουργίας συστήματος</i>	<i>11</i>
<i>1.4 Αρχιτεκτονική δομή Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου (Κ.Σ.Ε.)</i>	<i>11</i>
<i>1.5 Λειτουργικό περιβάλλον εργασίας.....</i>	<i>11</i>
<i>1.6 Εκκίνηση συστήματος.....</i>	<i>12</i>
<i>Κεφάλαιο 2: Εφαρμογή Παρακολούθησης και Ελέγχου του Συστήματος Ύδρευσης</i>	<i>14</i>
<i>2.1 Αρχική εικόνα συστήματος</i>	<i>14</i>
<i>2.2 Μενού περιήγησης SCADA.....</i>	<i>16</i>
<i>2.3 Μηνύματα αρχικής οδόντης.....</i>	<i>17</i>
<i>2.4 Εικόνες Τοπικών Σταθμών Ελέγχου.....</i>	<i>17</i>
<i>Κεφάλαιο 3: Παρακολούθηση κατάστασης στοιχείων και χειρισμοί</i>	<i>19</i>
<i>3.1 Χειρισμός αντλιών - γεωτρήσεων των σταθμών.....</i>	<i>19</i>
<i>3.2 Κατάσταση στοιχείων Των Σταθμών</i>	<i>21</i>
<i>3.3 Χειρισμός αντλιών χλωρίου των σταθμών</i>	<i>21</i>
<i>3.4 Απεικόνιση - επεξήγηση στοιχείων</i>	<i>22</i>
<i>3.5 Παράμετροι λειτουργίας των σταθμών.....</i>	<i>24</i>
<i>3.6 Γραφήματα σταθμών.....</i>	<i>25</i>
<i>3.7 Μηνύματα σταθμών.....</i>	<i>29</i>
<i>Κεφάλαιο 4: Εφαρμογές προσομοίωσης</i>	<i>32</i>

4.1 Εφαρμογές λειτουργίας.....	33
4.1.1 Γεωτρήσεις	33
4.1.2 Αντλιοστάσια.....	42
4.1.3 Ηλεκτροβάνες	54
4.1.4 Άλλες εφαρμογές λειτουργίας.....	62
4.2 Εφαρμογές χειρισμών	65
4.2.1 Χειρισμοί επιλογής τρόπου λειτουργίας	65
4.2.2 Χειρισμοί κατάστασης λειτουργίας	66
4.2.3 Χειρισμοί έναρξης και στάσης λειτουργίας.....	67
4.2.4 Χειρισμοί εισαγωγής τιμών.....	67
4.3 Εφαρμογές καταγράφων.....	69
4.3.1 Καταγραφές εντολών.....	69
4.3.2 Καταγραφές παραμέτρων λειτουργίας	73
4.3.3 Καταγραφές λειτουργίας στοιχείων	74
4.4 Εφαρμογές τυχαίων τιμών.....	76
4.4.1 Τυχαίες τιμές παροχών	76
4.4.2 Τυχαίες τιμές πιέσεων	78
4.4.3 Τυχαίες τιμές πιεσιών χαρακτηριστικών.....	78
4.5 Εφαρμογές βλαβών.....	80
4.5.1 Βλάβες επικοινωνίας.....	81
4.5.2 Βλάβες λειτουργίας στοιχείων.....	83
4.5.3 Βλάβες γενικές	85
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και ευχαριστίες	87
Κατάλογος εικόνων.....	88
Βιβλιογραφία	89

Περίληψη

Η υλοποίηση εφαρμογών SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) για τη διαχείριση υδάτινων ροών αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της σύγχρονης τεχνολογίας που έχει επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα, αξιοπιστία και ασφάλεια των υδάτινων συστημάτων. Οι εφαρμογές SCADA έχουν αναδειχθεί ως ισχυρά εργαλεία για την επιτήρηση, έλεγχο και διαχείριση υδάτινων ροών, επιτρέποντας την αυτοματοποίηση και την αποτελεσματική λειτουργία πολύπλοκων συστημάτων.

Η διαχείριση υδάτινων ροών απαιτεί προηγμένες λύσεις που να μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν διάφορες παραμέτρους όπως η ποσότητα και πίεση του νερού, η κατεύθυνση της ροής, οι επίπεδα ροής και ποιότητας, καθώς και η ανίχνευση πιθανών βλαβών ή ατυχημάτων. Οι εφαρμογές SCADA παρέχουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα που επιτρέπει την επίβλεψη και τον έλεγχο όλων αυτών των παραμέτρων μέσω ενός κεντρικού σημείου ελέγχου.

Η υλοποίηση εφαρμογών SCADA για τη διαχείριση υδάτινων ροών συνδυάζει το υλικοτεχνικό κομμάτι με το λογισμικό για να δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα που μπορεί να επιτύχει τους στόχους της αποτελεσματικής και ασφαλούς διαχείρισης των υδάτινων ροών. Οι εφαρμογές αυτές περιλαμβάνουν αισθητήρες και μετρητικά συστήματα που συλλέγουν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως αισθητήρες πίεσεως, ροής και ποιότητας του νερού, και τα μεταφέρουν στο κεντρικό σύστημα. Εκεί, τα δεδομένα αναλύονται, απεικονίζονται γραφικά και παρέχουν αποτελεσματικές εργαλεία λήψης αποφάσεων για τη διαχείριση των υδάτινων ροών.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, επιδιώκεται η ανάλυση της λειτουργίας του προγράμματος Siemens WinCC SCADA, που παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα συλλογής, οπτικοποίησης και ανάλυσης δεδομένων από συστήματα ελέγχου διαδικασιών και εξοπλισμό που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα ύδρευσης. Στόχος είναι η δημιουργία ενός συστήματος προσομοίωσης για ένα δίκτυο ύδρευσης και η ανάλυση των εφαρμογών που θα υλοποιηθούν για την ομαλή λειτουργία του συστήματος.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Συστήματα εποπτικού ελέγχου SCADA, Δίκτυα ύδρευσης, PLC, Διαδίκτυο των αντικειμένων (IoT), Εποπτεία, Απομακρυσμένος έλεγχος.

Abstract

The implementation of SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) applications for water flow management is a significant part of modern technology that has brought substantial improvements in the efficiency, reliability, and safety of water systems. SCADA applications have emerged as powerful tools for monitoring, controlling, and managing water flows, enabling automation and efficient operation of complex systems. Water flow management requires advanced solutions that can monitor and control various parameters such as water quantity, pressure, flow direction, flow levels, and quality, as well as detect potential faults or accidents. SCADA applications provide an integrated system that allows for the supervision and control of all these parameters through a central control point.

The implementation of SCADA applications for water flow management combines hardware and software to create a comprehensive system that can achieve the goals of efficient and secure water flow management. These applications include sensors and measurement systems that collect data from various sources, such as pressure sensors, flow sensors, and water quality sensors, and transmit it to the central system. There, the data is analyzed, graphically visualized, and provide effective decision-making tools for water flow management.

In this thesis, the operation of the Siemens WinCC SCADA program will be analyzed. This program provides users with the capability to collect, visualize, and analyze data from process control systems and equipment used in a water supply system. The objective is to create a simulation system for a water distribution network and analyze the applications that will be implemented to ensure the smooth operation of the system.

Keywords: Water distribution network, Supervisory control systems SCADA, PLC, Internet of Things (IoT), Remote control

Πρόλογος

Με τον όρο εποπτικό σύστημα ελέγχου SCADA εννοούμε το σύνολο της τεχνολογίας η οποία δίνει τη δυνατότητα στον χειριστή να συλλέγει πληροφορίες από μία ή και περισσότερες απομακρυσμένες εγκαταστάσεις και να αποστέλλει διάφορες εντολές ελέγχου προς αυτές. Έτσι δεν κρίνεται αναγκαίο για τον χειριστή να βρίσκεται κοντά στο σύστημα το οποίο ελέγχει μέσω του συστήματος εποπτείας, και εφόσον αυτό λειτουργεί κανονικά.[6]

Σκοπός κάθε συστήματος εποπτικού ελέγχου, και ειδικότερα αυτών που αφορά τα δίκτυα ύδρευσης ή άρδευσης είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των εγκαταστάσεων υδροδότησης της εκάστοτε περιοχής, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη το δυνατό διαχείριση του διατιθέμενου νερού.[3]

Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι ενός συστήματος εποπτικού ελέγχου είναι:

- Η αυτοματοποίηση της λειτουργίας των εγκαταστάσεων διανομής του νερού.
- Η παρακολούθηση και ο τηλεχειρισμός όλων των απομακρυσμένων εγκαταστάσεων από έναν Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου.
- Η καταγραφή όλων των λειτουργικών παραμέτρων του εξοπλισμού, όπως ώρες λειτουργίας, βλάβες, μετρήσεις αναλογικών μεγεθών στον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου και η εξαγωγή στατιστικών αναφορών.
- Η εξοικονόμηση, μέσω της συνεχής αυτοματοποιημένης παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας και παραγωγής νερού.
- Ο συνεχής ποιοτικός έλεγχος του ποσίου νερού στις δεξαμενές καθώς και σε κεντρικά σημεία του πολεοδομικού ιστού.
- Η αυτοματοποιημένη διαδικασία παραγωγής και διάθεσης του νερού με συνεχείς μετρήσεις σε διάφορα σημεία, προκειμένου να προληφθούν διαρροές του δικτύου καθώς και απώλειες από πιθανές υπερχειλίσσεις δεξαμενών.[4],[5],[7],[8]

Η τεχνολογία προχωρά με γρήγορους ρυθμούς καθώς περνά ο χρόνος. Οι εφαρμογές που βασίζονται στο Internet of Things (IoT) και το Cloud έχουν ήδη ενσωματωθεί σε πολλές εφαρμογές που απαιτούν συνεχή και άμεση παρακολούθηση των διεργασιών που εκτελούνται. Ένας τομέας που επηρεάζεται σημαντικά από αυτήν τη

μετάβαση στην εποχή του IoT και του Cloud είναι οι υδροδοτικές εγκαταστάσεις.[19],[20]

Έχοντας ως αντικείμενο μελέτης την προσομοίωση ενός δικτύου ύδρευσης, αναπτύσσεται και παρουσιάζεται η εφαρμογή SCADA. Μέσω αυτής της εφαρμογής, ο εποπτικός έλεγχος του δικτύου γίνεται μέσω ενός περιηγητή, από οποιαδήποτε συσκευή έχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο, όπως smartphone, tablet, φορητό ή σταθερό ηλεκτρονικό υπολογιστή.[21],[22]

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο

1.1 Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών (SCADA)

Ο όρος SCADA είναι το ακρωνύμιο που προέρχεται από τα αρχικά των γραμμάτων των αγγλικών λέξεων Supervisory Control And Data Acquisition που στην Ελληνική γλώσσα αποδίδεται ως Εποπτικός Έλεγχος και Συλλογή Δεδομένων. Ειδικότερα σαν σύστημα εποπτικού ελέγχου καλείται η διάταξη η οποία προορίζεται για τον έλεγχο και την εποπτεία εξοπλισμού ή διαδικασίας που βρίσκεται σε απομακρυσμένες θέσεις, από κάποιον χειριστή, με χρήση τεχνικών πολυπλεξίας δια μέσου ενός μικρού σχετικά αριθμού καναλιών επικοινωνίας.

Ένας λιγότερο αυστηρός ορισμός είναι ο παρακάτω: Ένα σύστημα εποπτικού ελέγχου έχει ως σκοπό να δώσει στον χειριστή τη δυνατότητα άσκησης ελέγχου μιας συγκεκριμένης συσκευής ή διαδικασίας και τη δυνατότητα επιβεβαίωσης ότι η συσκευή ή η διαδικασία αυτή λειτουργεί ή εκτελείται σύμφωνα με τη δοθείσα εντολή.

Τα συστήματα SCADA βασίζονται στην ανάπτυξη της τηλεμετρίας η οποία έκανε την εμφάνισή της στα πρώτα μισά του εικοστού αιώνα. Η τηλεμετρία είναι η συλλογή και η μετάδοση δεδομένων διαφόρων διεργασιών σε πραγματικό χρόνο. Καθώς άρχισε η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η εμφάνιση των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών και η εδραίωση των μεγάλης έκτασης ασύρματων επικοινωνιών στα τέλη της δεκαετίας του 1970 εμφανίστηκαν και τα συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων για να καλύψουν τις ανάγκες των βιομηχανικών διεργασιών.[8]

Ένα σύστημα SCADA επιτρέπει στον χειριστή να κάνει αλλαγές στα Set Points ενός ελεγκτή σε μια απομακρυσμένη διεργασία, να ανοίξει ή να κλείσει βαλβίδες ή διακόπτες, να ελέγχει τα διάφορα σήματα συναγερμού – λάθους, καθώς και να συλλέγει διάφορες μετρήσεις από διάφορες απομακρυσμένες διεργασίες όπως ένα διυλιστήριο πετρελαίου, ένα σύστημα σωληνώσεων για τη μεταφορά νερού ή φυσικού αερίου ή ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.[17],[18]

Όταν οι διαστάσεις μιας διεργασίας γίνονται πολύ μεγάλες – εκατοντάδες ή και χιλιάδες χιλιόμετρα από την μια άκρη της διεργασίας έως την άλλη – τότε τα οφέλη του εποπτικού ελέγχου γίνονται ανεκτίμητα αφού απεγκλωβίζει τον χειριστή από τις συνεχείς επισκέψεις στους διάφορους επιμέρους σταθμούς της κάθε διεργασίας.

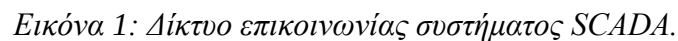
Πιο συγκεκριμένα η τεχνολογία του εποπτικού ελέγχου και της συλλογής δεδομένων βρίσκει μεγαλύτερη εφαρμογή σε διεργασίες οι οποίες «απλώνονται» σε μεγάλης έκτασης περιοχές, είναι σχετικά απλές στον έλεγχο και στην επιτήρησή τους και απαιτούν σπάνιες ή συχνές επεμβάσεις από τον χειριστή - επιβλέποντα. Τέτοιες διεργασίες είναι:

- A. Ομάδες μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οι εγκαταστάσεις των οποίων βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές και απαιτούν ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση διαφόρων βαλβίδων των τουρμπινών, συνεχή παρακολούθηση και γρήγορη απόκριση ανάλογα με τη ζήτηση του καταναλωτικού κοινού.
- B. Εγκαταστάσεις διύλισης πετρελαίου ή διαχείρισης φυσικού αερίου οι οποίες συμπεριλαμβάνουν πηγάδια, εγκαταστάσεις απόσταξης, εξοπλισμό μέτρησης των παροχών και αντλίες, οι οποίες απλώνονται σε μεγάλης έκτασης περιοχές και απαιτούν σχετικά απλές λειτουργίες ελέγχου όπως την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση κινητήρων ή τη συλλογή μετρήσιμων τιμών όπως η παροχή.
- Γ. Συστήματα ύδρευσης και άρδευσης τα οποία συνήθως καλύπτουν εκατοντάδες τετραγωνικών χιλιομέτρων και απαιτούν απλές διεργασίες ελέγχου όπως το κλείσιμο ή το άνοιγμα βαλβίδων, αλλά και η συλλογή πληροφοριών σχετικών με το νερό όπως οι καταναλώσεις ή η περιεκτικότητα αυτού σε χλώριο.
- Δ. Συστήματα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία εκτείνονται σε χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα και απαιτούν γρήγορη απόκριση στα σήματα ελέγχου όπως την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση διαφόρων διακοπών.

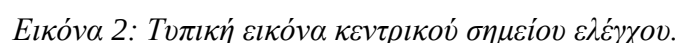
Όλες οι παραπάνω διεργασίες αποτελούν απλώς ένα μικρό μέρος του πλήθους των εφαρμογών στα οποία μπορεί να εφαρμοστεί ο εποπτικός έλεγχος και ίσως δημιουργούν τη λαθεμένη εντύπωση ότι τα συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων εφαρμόζονται σε διεργασίες οι οποίες δεν χρειάζονται πολύπλοκο έλεγχο.

Αυτό δεν ισχύει καθώς καθημερινά με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, αναπτύσσεται και η πολυπλοκότητα του απομακρυσμένου ελέγχου με τα συστήματα SCADA.[9],[10]

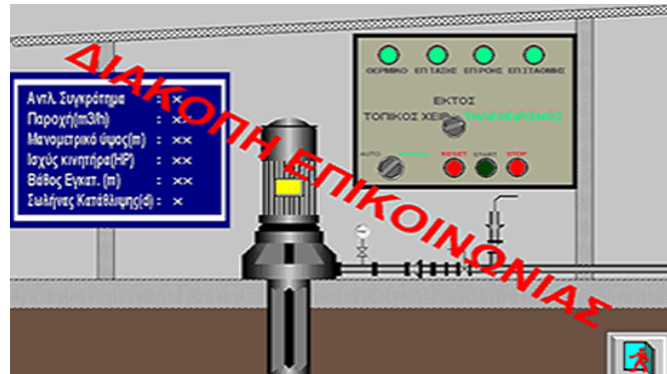
→ Να συνδέει τηλεπικοινωνιακά τους κατά τόπους σταθμούς αυτοματισμού ανταλλάσσοντας λειτουργικά δεδομένα μεταξύ αυτών.(Εικ. 1)



→ Να παρουσιάζει σε ένα κεντρικό σημείο ελέγχου την κατάσταση λειτουργίας όλων των συσκευών του αυτοματοποιημένου συστήματος. Ο χειριστής του συστήματος, που βρίσκεται στο σημείο αυτό, έχει πλήρη γνώση για το τι συμβαίνει σε κάθε μια από αυτές τις συσκευές, ανεξάρτητα από το πόσο μακριά από αυτόν βρίσκονται. (Εικ. 2) [18]

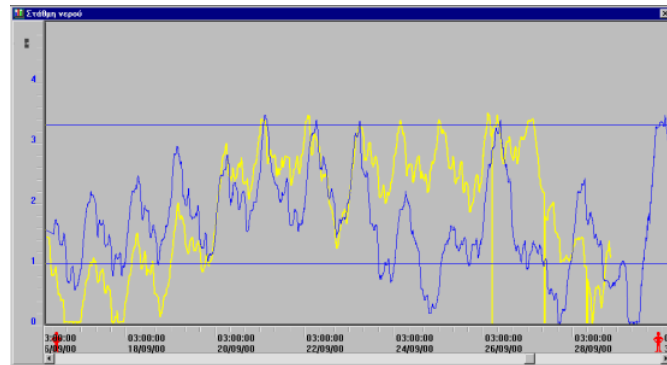


- Να παρέχει τη δυνατότητα τη δυνατότητα τηλεχειρισμών στις συσκευές του αυτοματοποιημένου συστήματος, από τον χειριστή του κέντρου ελέγχου.(Εικ. 3)



Εικόνα 3: Τυπική εικόνα τηλεχειρισμού συσκευής.

- Να καταγράφει σε ηλεκτρονικά αρχεία τα λειτουργικά στοιχεία της εγκατάστασης και στη συνέχεια να πραγματοποιεί απεικόνιση και στατιστική επεξεργασία αυτών.(Εικ. 4) [15]



Εικόνα 4: Τυπική εικόνα απεικόνισης στατιστικών.

- Να καταγράφει και να απεικονίζει τις βλάβες που συμβαίνουν σε οποιοδήποτε σημείο του συστήματος στο κεντρικό σημείο ελέγχου.(Εικ. 5)



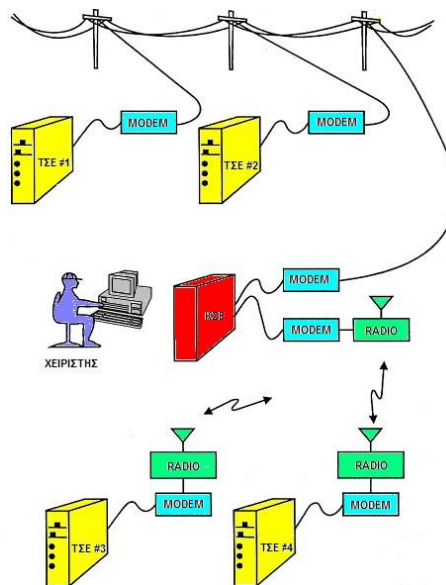
Εικόνα 5: Τυπική εικόνα απεικόνισης βλάβης.

- Να προσφέρει δυνατότητες τηλεειδοποίησης σε περίπτωση βλάβης, μέσω αποστολής γραπτού μηνύματος (SMS) σε συσκευή κινητής τηλεφωνίας ή συσκευή τηλεειδοποίησης, προκειμένου να ειδοποιηθείτε άμεσα ο υπεύθυνος μηχανικός, συντηρητής και οποιουδήποτε άλλος είναι επιθυμητό. [17]

Τυπικά είναι τρία τα κύρια μέρη που απαρτίζουν ένα σύστημα SCADA:

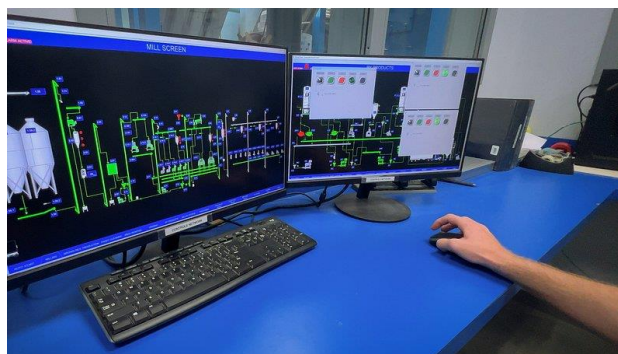
- 1) Ο Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου (Κ.Σ.Ε.)
- 2) Οι Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου (Τ.Σ.Ε.)
- 3) Ο επικοινωνιακός εξοπλισμός

Στο παρακάτω σχήμα (Εικ. 6) απεικονίζονται τα κύρια αυτά στοιχεία ενός συστήματος SCADA. Στο κέντρο βρίσκεται ο χειριστής ο οποίος έρχεται σε επαφή με το όλο σύστημα εποπτείας μέσω μιας συσκευής διασύνδεσης όπως είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής (Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου - ΚΣΕ) και συνήθως καλείται ως «κονσόλα χειρισμού».[1],[2]



Εικόνα 6: Κύρια στοιχεία ενός συστήματος SCADA.

Η κονσόλα χειρισμού αποτελεί το παράθυρο του χειριστή στην όλη διεργασία. Αποτελείται από τη μονάδα απεικόνισης βίντεο (VDU-Video Display Unit) (Εικ. 7) η οποία απεικονίζει σε πραγματικό χρόνο στοιχεία τα οποία αφορούν τη διεργασία και το πληκτρολόγιο για την εισαγωγή των απαραίτητων εντολών ή μηνυμάτων από τον χειριστή προς τη διεργασία. [16]



Εικόνα 7: Τυπική κονσόλα χειρισμού συστήματος SCADA, όπου διακρίνονται καθαρά η μονάδα απεικόνισης (VDU) και το πληκτρολόγιο.

Ο κεντρικός σταθμός ελέγχου στα σύγχρονα συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων τις περισσότερες φορές, αν όχι πάντα, βασίζεται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Μπορεί να εποπτεύει και να ελέγχει την διεργασία ακόμα και εάν απουσιάζει ο χειριστής από τη θέση του, ειδοποιώντας τον ακόμα και στο κινητό του τηλέφωνο με γραπτά μηνύματα για την κατάσταση της διεργασίας. Συνήθως ο κεντρικός σταθμός απαρτίζεται και από ένα σύνολο περιφερειακών συσκευών όπως είναι οι εκτυπωτές, οι συσκευές αποθήκευσης των δεδομένων και τα UPS για την προστασία του από ανεπιθύμητες διακοπές της ηλεκτροδότησης

Ο κεντρικός σταθμός ελέγχου –ένας στην περίπτωση του παραπάνω σχήματος, αλλά μπορεί και περισσότεροι του ενός σε άλλες περιπτώσεις- είναι απαραίτητο να επικοινωνεί με τους τοπικούς σταθμούς ελέγχου (ΤΣΕ) οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται έως και αρκετά χιλιόμετρα μακριά του. Υπάρχουν κυρίως δύο τρόποι επικοινωνίας οι οποίοι θα αναλυθούν καλύτερα παρακάτω. Ο ενσύρματος τρόπος μέσω του τηλεφωνικού δικτύου ή του δικτύου ηλεκτροδότησης και ο ασύρματος. Και στις δύο περιπτώσεις είναι απαραίτητη η συσκευή η οποία θα αναλάβει τη διασύνδεση των σταθμών μεταξύ τους, το Modem το οποίο αναλαμβάνει την διαμόρφωση και την αποδιαμόρφωση των σημάτων – εντολών.

Τέλος ανάλογα με τη διεργασία υπάρχουν από ένα έως και εκατοντάδες τοπικοί σταθμοί ελέγχου (ΤΣΕ), ο καθένας εκ των οποίων αναλαμβάνει σε τοπικό επίπεδο την παρακολούθηση και την εκτέλεση του αυτοματισμού αποστέλλοντας όποτε του ζητηθεί ή όποτε είναι προγραμματισμένος γι' αυτό στον κεντρικό σταθμό την κατάσταση της διεργασίας της οποίας εκτελεί και των παραμέτρων της. Επίσης ο τοπικός σταθμός είναι υπεύθυνος για τη σωστή εφαρμογή τυχόν νέων παραμέτρων ή εντολών που στέλνει ο χειριστής του κεντρικού σταθμού. Η καρδιά του τοπικού σταθμού ελέγχου είναι ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής.[14],[24]

1.2 Το λογισμικό WINCC της SIEMENS

Το WINCC της SIEMENS είναι ένα προϊόν SCADA που λειτουργεί σε λειτουργικό περιβάλλον Windows και Windows Server. Ο στόχος του είναι η απόκριση σε πραγματικό χρόνο (Real Time) και η γρήγορη επικοινωνία με συστήματα ελέγχου PLC.[11],[23],[25]

Η συγκεκριμένη εφαρμογή του πακέτου WINCC αναπτύχθηκε με σκοπό τον απομακρυσμένο έλεγχο και τηλεχειρισμό της προσομοίωσης ενός δικτύου ύδρευσης που ονομάσαμε ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΠΙΚΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΡΑΧΩΝ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ.

1.3 Περιγραφή λειτουργίας συστήματος

Δημιουργήθηκε ένα σύστημα απομακρυσμένου ελέγχου και τηλεχειρισμού με σκοπό τον εποπτικό έλεγχο των δυναμικών στοιχείων που συνιστούν τα δίκτυα ύδρευσης. Επιπλέον, με τη χρήση του συστήματος SCADA, υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής και προβολής ιστορικών στοιχείων, καθώς και άλλων λειτουργιών που περιγράφονται παρακάτω.

Οι απομακρυσμένοι σταθμοί που ελέγχονται στην προσομοίωση είναι εννέα στον αριθμό και η φιλοσοφία λειτουργίας τους ποικίλει αναλόγως τον σταθμό. Οι εννέα σταθμοί έχουν θεωρητικά εγκατασταθεί σε σημεία εξωτερικού δικτύου ύδρευσης. Το σύστημα είναι ευέλικτο και παρέχεται η δυνατότητα της εύκολης επέκτασής του.

1.4 Αρχιτεκτονική δομή Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου (Κ.Σ.Ε.)

Για να επιτευχθεί η παρακολούθηση και ο τηλεχειρισμός του δικτύου της εγκατάστασης, έχει αναπτυχθεί ένα νέο, σύγχρονο σύστημα ελέγχου, το οποίο περιγράφεται παρακάτω. Το σύστημα αυτό, βασίζεται στη θεωρητική ασύρματη μετάδοση δεδομένων από το κέντρο Κέντρου Συγκέντρωσης και Ελέγχου προς τους εννέα απομακρυσμένους Τοπικούς Σταθμούς που έχουν τοποθετηθεί σε σημεία εκτός του κεντρικού δικτύου.

1.5 Λειτουργικό περιβάλλον εργασίας

Η εφαρμογή παρακολούθησης και ελέγχου βασίζεται στο SCADA WinCC της Siemens και εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά των λειτουργικών συστημάτων Windows 10 και Windows Server 2016 Standard. Προσφέρει μια εύχρηστη και φιλική προς τον χρήστη διεπαφή (User Interface). Έχει δοθεί μεγάλη προσοχή στην ευκολία χειρισμού της εφαρμογής, προκειμένου να μπορεί να διαχειριστεί την

εγκατάσταση ακόμη και ένας χρήστης με περιορισμένη εμπειρία στη χρήση εφαρμογών των Windows, χωρίς να απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις υπολογιστών.

Η εφαρμογή λειτουργεί με ποντίκι (Mouse), ενώ τα διάφορα μενού καθιστούν την πρόσβαση στις εργασίες που μπορούν να εκτελεστούν, γρήγορη και εύκολη.

Οι κύριες λειτουργίες που εκτελεί είναι οι ακόλουθες:

- Οι πληροφορίες που συλλέγονται απεικονίζονται με τρόπο εύχρηστο και φιλικό για τον χειριστή.
- Το σύστημα εντοπίζει και διαγνώσει τους συναγερμούς (Alarms) που αναφέρονται σε μη ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης και ειδοποιεί τον χρήστη του συστήματος για αυτούς.
- Το σύστημα επιτρέπει την αποστολή εντολών τηλεχειρισμού για τον έλεγχο των διαφόρων στοιχείων της εγκατάστασης.

1.6 Εκκίνηση συστήματος

Το πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου είναι μια εφαρμογή του SCADA WinCC της Siemens.[23]

Η διαδικασία εκκίνησης του συστήματος είναι η παρακάτω:

ΒΗΜΑ - 1 : Πραγματοποιείται η εκκίνηση του Server πατώντας τον διακόπτη ON/OFF. Στην περίπτωση των Windows 2016, στην αρχική οθόνη στον χειριστή ζητείται να κάνει Login στα Windows πατώντας το συνδυασμό των πλήκτρων Ctrl – Alt – Del από το πληκτρολόγιο (Εικ .8) προκειμένου να εισέλθει στο λειτουργικό σύστημα.



Εικόνα 8: Login στα Windows

Login στα Windows

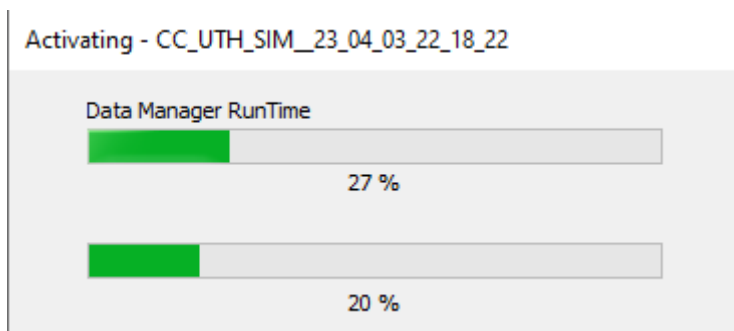
Για τον Server του ΚΣΕ τα στοιχεία είναι:

Username: Administrator

Password: -----

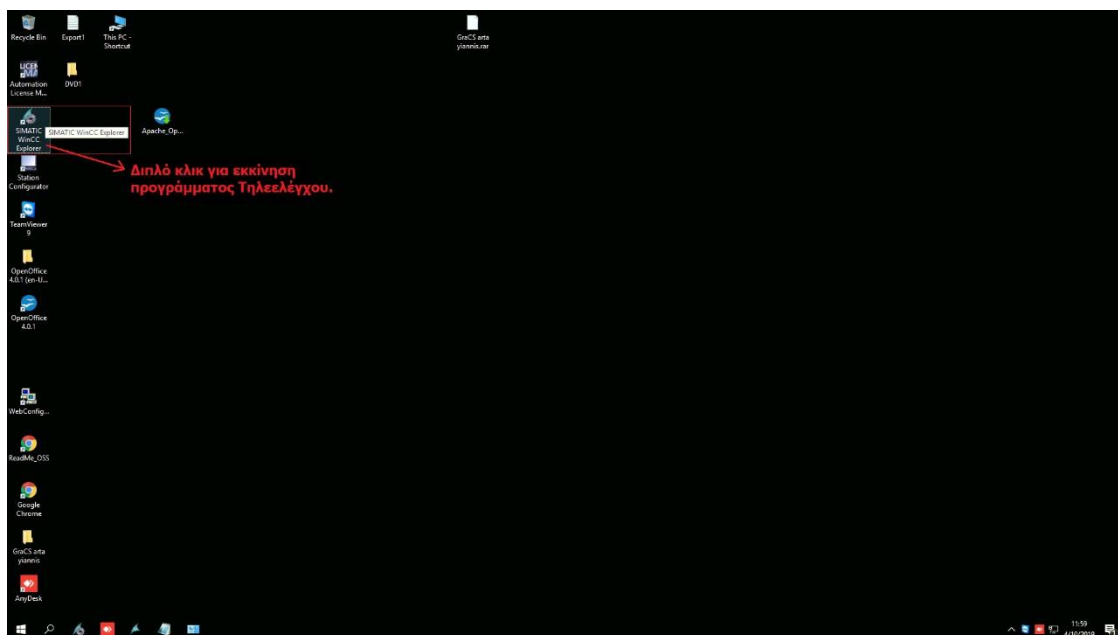
BHMA – 2 : Αφού ολοκληρωθεί η εκκίνηση του λειτουργικού των Windows, εν συνεχεία ξεκινάει να φορτώνει η εφαρμογή εποπτικού ελέγχου SCADA της Siemens WinCC. Λόγω του ότι η βάση των συλλεγόμενων δεδομένων μεγαλώνει με την πάροδο του χρόνου, η εφαρμογή αργεί να ξεκινήσει με την πάροδο του χρόνου.

Κατά τη διάρκεια εκκίνησης της εφαρμογής εμφανίζεται το κάτωθι παράθυρο(Εικ. 9)



Εικόνα 9: Αρχική οθόνη έπειτα από επανεκκίνηση SERVER.

Εάν η εφαρμογή δεν ξεκινήσει αυτόματα ο χειριστής μπορεί να ξεκινήσει το Project πατώντας 2 φορές με το ποντίκι στο εικονίδιο που φαίνεται στην οθόνη "Simatic WinCC"(Εικ. 10). Από αυτό το σημείο και ύστερα ο χειριστής μπορεί από έναν και μόνο Server να παρακολουθήσει και να τηλεχειριστεί την εγκατάσταση.



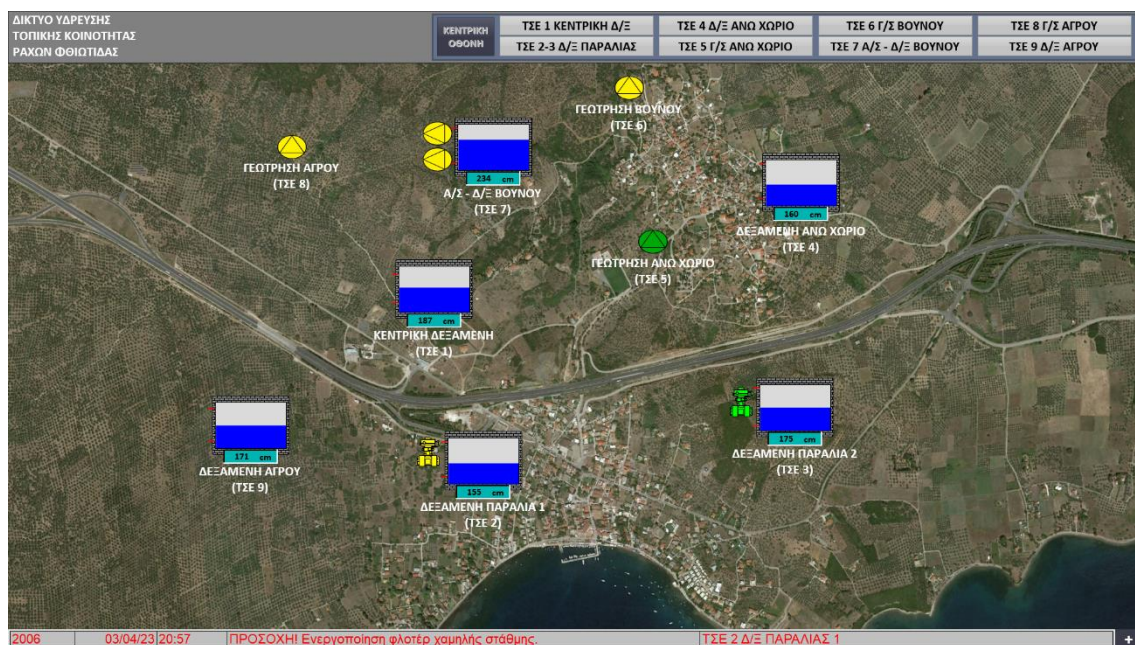
Εικόνα 10: Αρχική οθόνη έπειτα από επανεκκίνηση SERVER.

Κεφάλαιο 2: Εφαρμογή Παρακολούθησης και Ελέγχου του Συστήματος Ύδρευσης

Παρακάτω θα αναλύσουμε την προσομοίωση μιας εφαρμογής τηλεέλεγχου και τηλεχειρισμού ενός δικτύου ύδρευσης που υλοποιήσαμε με τη βοήθεια της εφαρμογής WinCC της Siemens.

2.1 Αρχική εικόνα συστήματος

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, εμφανίζεται η αρχική οθόνη, η οποία παρουσιάζει μια γενική εικόνα του συστήματος με τους διάφορους σταθμούς ελέγχου.(Εικ. 11)



Εικόνα 11: Αρχική οθόνη συστήματος SCADA

Η οθόνη προβάλλει τη συνολική επιτηρούμενη περιοχή των απομακρυσμένων σταθμών ύδρευσης, ενώ στο πάνω μέρος υπάρχει μια μπάρα που παρέχει πληροφορίες, όπως η ημερομηνία και η ώρα του συστήματος, καθώς και τα πλήκτρα πλοήγησης μεταξύ των οθονών. Επιπλέον, στο κάτω μέρος της οθόνης εμφανίζεται το πιο πρόσφατο ενεργό μήνυμα βλάβης για ολόκληρη την εγκατάσταση.

Πιο αναλυτικά η κεντρική οθόνη αποτελείται από:

- i. Το μενού περιήγησης (Εικ. 12) του συστήματος SCADA που περιλαμβάνει τα πλήκτρα περιήγησης μεταξύ οθονών και το τελευταίο ενεργό μήνυμα βλάβης του συνόλου της εγκατάστασης όπου παραμένουν σταθερά, σε κάθε εναλλαγή εικόνας.

ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΠΙΚΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΡΑΧΩΝ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΘΟΝΗ	ΤΣΕ 1 ΚΕΝΤΡΙΚΗ Δ/Ξ ΤΣΕ 2-3 Δ/Ξ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	ΤΣΕ 4 Δ/Ξ ΑΝΘ ΧΩΡΙΟ ΤΣΕ 5 Γ/Σ ΑΝΘ ΧΩΡΙΟ	ΤΣΕ 6 Γ/Σ ΒΟΥΝΟΥ ΤΣΕ 7 Δ/Ξ - Δ/Ξ ΒΟΥΝΟΥ	ΤΣΕ 8 Γ/Σ ΑΓΡΟΥ ΤΣΕ 9 Δ/Ξ ΑΓΡΟΥ
--	-------------------	--	--	--	------------------------------------

2006	03/04/23 20:57	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ χαμηλής στάθμης.	ΤΣΕ 2 Δ/Ξ ΠΑΡΑΛΙΑΣ 1	+
------	----------------	---	----------------------	---

Εικόνα 12: Το μενού περιήγησης του συστήματος SCADA.

- ii. Την συνολική ελεγχόμενη περιοχή (Εικ. 13) όπου μεταβάλλεται ανάλογα με το πλήκτρο εναλλαγής εικόνας που επιλέγει ο χειριστής.



Εικόνα 13: Συνολική ελεγχόμενη περιοχή.

Εντός της συνολικής ελεγχόμενης περιοχής ο χειριστής έχει την δυνατότητα να αλληλοεπιδρά με το σύστημα κάνοντας χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού μέσω:

- Πλήκτρων αλλαγής οθονών.
- Πλήκτρων χειρισμού στοιχείων
- Πεδίων εισαγωγής τιμών

2.2 Μενού περιήγησης SCADA

Το μενού περιήγησης (Εικ. 14) αποτελεί σταθερό μέρος της εικόνας και περιέχει πλήκτρα εναλλαγής οθονών.



Εικόνα 14: Μενού περιήγησης.

Τα πλήκτρα αυτά χωρίζονται σε:

i. Πλήκτρα συστήματος:



Πλήκτρο εμφάνισης αρχικής οθόνης "MIMIKO".

ii. Πλήκτρα εικόνων:

ΤΣΕ 1 ΚΕΝΤΡΙΚΗ Δ/Ξ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης της Κεντρικής Δεξαμενής.
ΤΣΕ 2-3 Δ/Ξ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης των Δεξαμενών Παράλιας 1 και 2.
ΤΣΕ 4 Δ/Ξ ΑΝΩ ΧΩΡΙΟ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης της Δεξαμενής Άνω Χωριού.
ΤΣΕ 5 Γ/Σ ΑΝΩ ΧΩΡΙΟ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης της Γεώτρησης Άνω Χωριού.
ΤΣΕ 6 Γ/Σ ΒΟΥΝΟΥ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης της Γεώτρησης Βουνού.
ΤΣΕ 7 Α/Σ - Δ/Ξ ΒΟΥΝΟΥ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης του Αντλιοστασίου Βουνού.
ΤΣΕ 8 Γ/Σ ΑΓΡΟΥ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης της Γεώτρησης Αγρού.
ΤΣΕ 9 Δ/Ξ ΑΓΡΟΥ	Πλήκτρο εμφάνισης οθόνης της Δεξαμενής Αγρού.

Πλήκτρα τα οποία έχουν την μορφή  είτε είναι απενεργοποιημένα από τον διαχειριστή, είτε η εικόνα αναφοράς του πλήκτρου είναι ήδη ανοικτή.

2.3 Μνήματα αρχικής οθόνης

Στην αρχική οθόνη εμφανίζεται στο κάτω μέρος την μπάρα με το τελευταίο ενεργό μήνυμα βλάβης του συστήματος (Εικ. 15).

2006	03/04/23 20:57	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ χαμηλής στάθμης.	ΤΣΕ 2 Δ/Ξ ΠΑΡΑΛΙΑΣ 1	+
------	----------------	---	----------------------	---

Εικόνα 15: Τελευταίο ενεργό μήνυμα βλάβης

Επίσης το πλήκτρο **+** εμφανίζει την μπάρα με το ιστορικό των έξι τελευταίων μηνυμάτων βλάβης του συστήματος (Εικ. 16).

3002	03/04/23 20:57	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ανοιχτή είσοδος.	ΤΣΕ 3 Δ/Ξ ΠΑΡΑΛΙΑΣ 2
2006	03/04/23 20:57	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ χαμηλής στάθμης.	ΤΣΕ 2 Δ/Ξ ΠΑΡΑΛΙΑΣ 1

Εικόνα 16: Ιστορικό των έξι τελευταίων μηνυμάτων βλάβης

Με το πλήκτρο **-** επαναφέρουμε την μπάρα στην αρχική της κατάσταση.

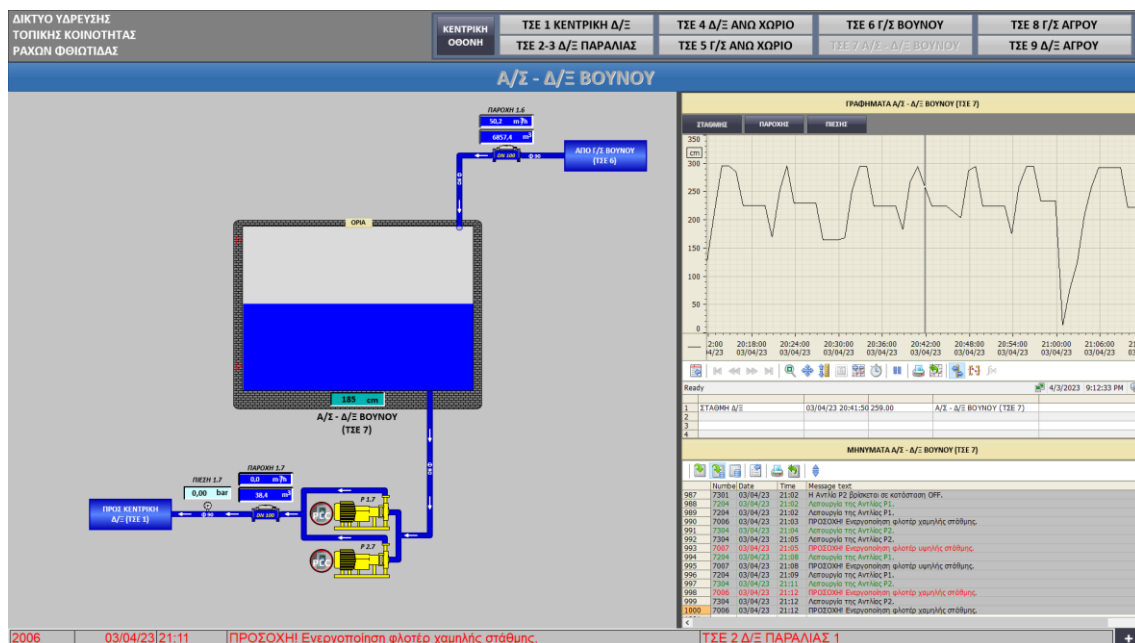
2.4 Εικόνες Τοπικών Σταθμών Ελέγχου

Χρησιμοποιώντας το ποντίκι και κάνοντας κλικ σε μια ονομασία του τοπικού σταθμού ελέγχου, μπορούμε να παρακολουθήσουμε την τρέχουσα κατάσταση κάθε στοιχείου που αποτελεί τον σταθμό (αντλίες, βάνες, πολυόργανα κ.α.) καθώς επίσης μπορούμε να πραγματοποιηθούν χειρισμοί και αλλαγές στις παραμέτρους που αφορούν το σενάριο αυτοματισμού του σταθμού.

Υπάρχει δυνατότητα περιήγησης σε ιστορικά στοιχεία (γραφήματα , μηνύματα) που αφορούν τον σταθμό. Επίσης στην επιμέρους οθόνη κάθε τοπικού σταθμού εμφανίζονται κάποια στατιστικά που αφορούν τα αναλογικά μεγέθη του σταθμού όπως είναι η ημερήσια παροχή νερού, οι ημερήσιες ώρες λειτουργίας αντλιών, η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας κ.α.

Η λογική χειρισμών, παραμέτρων και περιήγησης σε ιστορικά δεδομένα που αναφέρεται στη συνέχεια, ισχύει για όλους τους σταθμούς του συστήματος.

Στην παρακάτω οθόνη φαίνεται ο σταθμός ΤΣΕ 7 - Α/Σ-Δ/Ξ ΒΟΥΝΟΥ (Εικ. 17) με τις επιμέρους πληροφορίες που τον αφορούν:



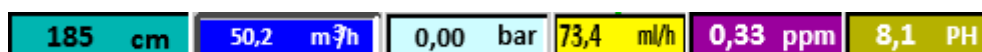
Εικόνα 17: Η οθόνη τοπικού σταθμού ΤΣΕ-7.

Από εδώ ο χειριστής μπορεί να πάρει περαιτέρω πληροφορίες και να ενημερωθεί άμεσα για την τρέχουσα κατάσταση του σταθμού. Πιο συγκεκριμένα στην πάνω θέση της οθόνης εμφανίζονται κάποιες γενικές πληροφορίες όπως είναι η επικοινωνία, η ύπαρξη τάσης Δ.Ε.Η., κατάσταση UPS και το ποσοστό μπαταρίας του UPS.

Τα πλήκτρα του μετρητή ενέργειας, παραμέτρων και των στατιστικών στοιχείων του σταθμού.

Επιπλέον, ο χρήστης ενημερώνεται για την τρέχουσα κατάσταση των αντλιών - γεωτρήσεων και των τιμών πίεσης και παροχής του σημείου. Τέλος, στο δεξί μέρος της οθόνης υπάρχουν πεδία απεικόνισης γραφημάτων και μηνυμάτων με τα οποία έχει την δυνατότητα να ανατρέξει σε ιστορικά στοιχεία του σταθμού.

Τα παρακάτω πεδία (Εικ. 18) αφορούν όλους του τύπους αναλογικών μετρήσεων της εγκατάστασης. Η τιμή στο πεδίο είναι πραγματικού χρόνου και αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων του υπολογιστή κάθε ένα λεπτό.



Εικόνα 18: Πεδία αναλογικών μετρήσεων.

Κεφάλαιο 3: Παρακολούθηση κατάστασης στοιχείων και χειρισμοί

3.1 Χειρισμός αντλιών - γεωτρήσεων των σταθμών

Η εντολοδότηση αντλιών αφορά το συγκεκριμένο στοιχείο και δεν εμπλέκει άλλα στοιχεία του σταθμού.

Για να εντολοδοτηθεί η αντλία PUMP1.7 μέσω του χειριστηρίου θα πρέπει ο χειριστής να επιλέξει τα πλήκτρα που έχουν τον ίδιο κωδικό γραμμένο στο πάνω μέρος. Ο επιλογικός διακόπτης που αφορά το στοιχείο αυτό και βρίσκεται στον θεωρητικό τοπικό πίνακα αυτοματισμού πρέπει να είναι γυρισμένος στο REMOTE, ώστε το συγκεκριμένο στοιχείο να μπορεί να τηλεχειριστεί από το SCADA.

Ακολουθεί το χειριστήριο (Εικ. 19) του ζεύγους αντλιών για τον χειρισμό της αντλίας PUMP1.7:



Εικόνα 19: Παράθυρο χειρισμών-παραμετροποίησης αντλίας PUMP1.7

Σημείωση: Το πάνω αριστερό μέρος του χειριστηρίου αφορά την αντλία P1.7.

Η λειτουργία της αντλίας μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους οι οποίοι επιλέγονται από το χειριστήριο.

	Πατώντας το πλήκτρο AUTO (Αυτόματα από PLC) της P1.7 η λειτουργία της αντλίας βασίζεται στην αυτόματη λειτουργία από το PLC, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους που έχουν δοθεί από τον χειριστή. Αυτές οι παράμετροι ισχύουν μόνο για το αυτόματο σενάριο λειτουργίας της αντλίας.
	Πατώντας το πλήκτρο OFF (OFF από τον H/Y) η αντλία P1.7 σταματάει και αδρανοποιείται..
	Πατώντας το πλήκτρο MANUAL (Χειροκίνητα από τον H/Y) της P1.7 η λειτουργία της αντλίας βασίζεται στη χειροκίνητη λειτουργία από το SCADA. Με το πάτημα ενός από τα πλήκτρα START-STOP γίνεται χειροκίνητη εκκίνηση ή παύση λειτουργίας της αντλίας. Τα πλήκτρα START-STOP είναι ενεργά μόνο όταν η κατάσταση έχει επιλεγεί ως MANUAL .
	Πατώντας το πλήκτρο START (Χειροκίνητη εκκίνηση από τον H/Y) γίνεται εκκίνηση της αντλίας P1.7.
	Πατώντας το πλήκτρο STOP (Χειροκίνητη παύση λειτουργίας από τον H/Y) γίνεται παύση λειτουργίας της αντλίας P1.7.
	Πατώντας το πλήκτρο αυτό, γίνεται RESET σε κάποιες βλάβες του στοιχείου.

Σε κάποια χειριστήρια υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του τρόπου λειτουργίας:

	Επιλογή λειτουργίας εκκίνησης-στάσης αντλιών με φλοτέρ.
	Επιλογή λειτουργίας εκκίνησης-στάσης αντλιών με ορισμένη στάθμη.

3.2 Κατάσταση στοιχείων Των Σταθμών

Παρατηρούμε ότι ανάλογα με την επιλογή του πλήκτρου αλλάζει η κατάσταση στο εικονίδιο που αφορά την αντλία.

Πιο αναλυτικά :



Η λειτουργία της, βασίζεται στην αυτόματη λειτουργία από το PLC.



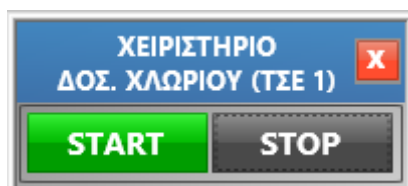
Η λειτουργία της, είναι σταματημένη και σε αδράνεια.



Η λειτουργία της, βασίζεται στην χειροκίνητη λειτουργία από το SCADA

3.3 Χειρισμός αντλιών χλωρίου των σταθμών

Ο τρόπος επιλογής λειτουργίας της αντλίας χλωρίου είναι τύπου **ON – OFF**. Ο χειριστής δύναται να επιλέξει την εκκίνηση της αντλίας χλωρίου με το πλήκτρο **START** ή την αδράνειά της με το πλήκτρο **STOP** (Εικ. 20).



Εικόνα 20: Παράθυρο χειρισμών αντλίας χλωρίου.

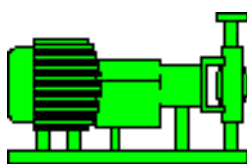
3.4 Απεικόνιση - επεξήγηση στοιχείων

Εν συνεχεία γίνεται παρουσίαση των δυναμικών στοιχείων της εγκατάστασης (αντλίες, βάνες) καθώς και το πώς απεικονίζονται στο SCADA, εξετάζοντας όλες τις πιθανές περιπτώσεις καταστάσεων που μπορεί να έχει το κάθε στοιχείο, δηλαδή το πώς απεικονίζεται όταν λειτουργεί, όταν έχει βλάβη, όταν ανοίγει ή όταν κλείνει.

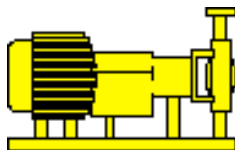
Πιο αναλυτικά :

ΑΝΤΛΙΩΝ-ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

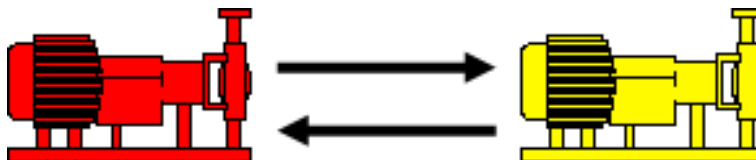
Οι χρωματικές ενδείξεις κάθε αντλίας-γεώτρησης αναλύονται παρακάτω :



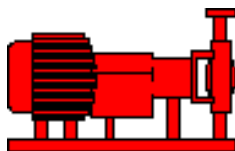
Η συγκεκριμένη αντλία – γεώτρηση είναι σε λειτουργία.



Η συγκεκριμένη αντλία – γεώτρηση είναι σε αδράνεια (σταματημένη).



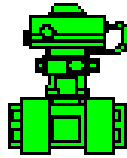
Η συγκεκριμένη αντλία - γεώτρηση έχει παρουσιάσει βλάβη. Η αιτία της βλάβης αναφέρεται στη λίστα βλαβών.



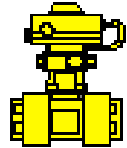
Η συγκεκριμένη αντλία - γεώτρηση έχει παρουσιάσει βλάβη η οποία παραμένει παρότι ο χειριστής έχει επιλέξει **RESET** από το χειριστήριο.

ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΩΝ

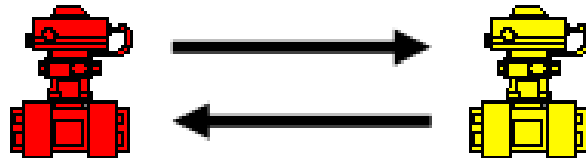
Οι χρωματικές ενδείξεις κάθε βάνας αναλύονται παρακάτω :



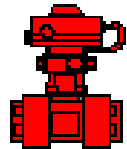
Η συγκεκριμένη βάνα είναι ανοικτή.



Η συγκεκριμένη βάνα είναι κλειστή.



Η συγκεκριμένη βάνα έχει παρουσιάσει βλάβη. Η αιτία της βλάβης αναφέρεται στη λίστα βλαβών.



Η συγκεκριμένη βάνα έχει παρουσιάσει βλάβη η οποία παραμένει παρότι ο χειριστής έχει επιλέξει **RESET** από το χειριστήριο.

ΔΟΣΟΜΟΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΧΛΩΡΙΟΥ

Οι χρωματικές ενδείξεις κάθε αντλίας χλωρίου αναλύονται παρακάτω :



Η συγκεκριμένη αντλία χλωρίου είναι σε λειτουργία.



Η συγκεκριμένη αντλία χλωρίου είναι σε αδράνεια (σταματημένη).

3.5 Παράμετροι λειτουργίας των σταθμών

Ο αυτοματισμός και η παραμετροποίηση ενός σταθμού ελέγχου μπορούν να ισχύουν μόνο σε περίπτωση που η αντλία-γεώτρηση έχει τεθεί σε κατάσταση **AUTO**. Επιλέγοντας πάνω σε κάποιο στοιχείο πχ μια αντλία, εμφανίζεται ένα παράθυρο σαν αυτό της παρακάτω εικόνας (Εικ. 21). Στην κατάσταση **AUTO** ισχύει η παραμετροποίηση της εικόνας που φαίνεται στο παρακάτω:

ΣΤΑΘΜΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ:	149 cm
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Α/Σ ΒΟΥΝΟΥ (ΤΣΕ-7)	
ΣΤΑΘΜΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ:	150 cm
ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΣΤΑΘΜΗ Δ/Ξ ΖΗΤΗΣΗΣ:	200 cm

Εικόνα 21: Περιοχή παραμετροποίησης σταθμού ΤΣΕ-7.

Στο αυτόματο σενάριο λειτουργίας, η αντλία λειτουργεί βάσει των ορίων που έχουν δοθεί στις παραμέτρους.

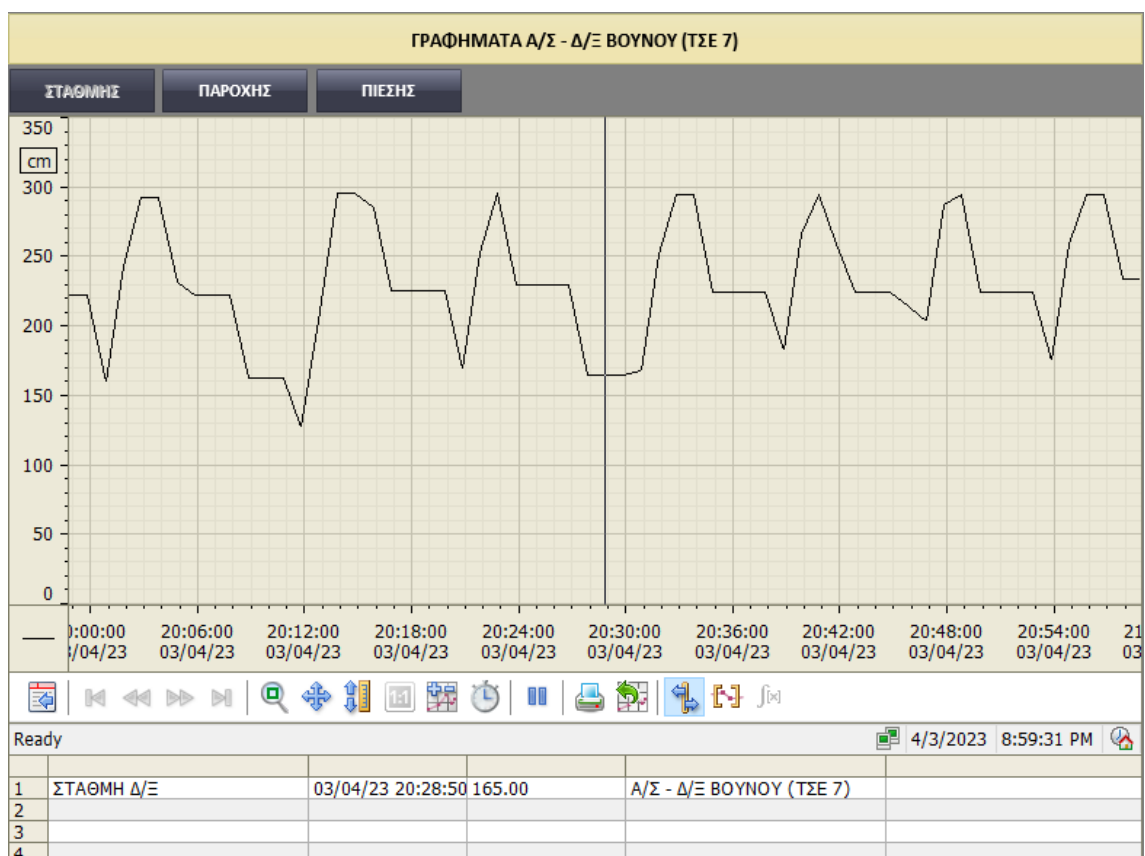
Για εισαγωγή ή τροποποίηση μίας παραμέτρου κάνουμε κλικ στο πλαίσιο της παραμέτρου **150 cm** ώστε να εμφανιστεί το άσπρο πλαίσιο εισαγωγής παραμέτρου, έπειτα με κλικ στο άσπρο πλαίσιο **0 cm** και εισαγωγή εν συνέχεια της νέας τιμής στο πεδίο. Τέλος, με την χρήση του πλήκτρου **Enter** από το πληκτρολόγιο η παράμετρος αποστέλλεται στον τοπικό σταθμό.

Επιπλέον, οι παράμετροι περιλαμβάνουν το άνω όριο στάθμης της δεξαμενής, το κάτω όριο στάθμης της δεξαμενής, τη στάθμη εκκίνησης και την επιθυμητή στάθμη της δεξαμενής. Οι τιμές αυτές καθορίζονται από τον χειριστή, σύμφωνα με τις οδηγίες που περιγράφονται στην προηγούμενη παράγραφο. Αυτό ισχύει μόνο στην περίπτωση του λειτουργικού καθεστώτος **AUTO-PLC-ΣΤΑΘΜΗ**. Στην περίπτωση της λειτουργίας **MANUAL – START** (χειροκίνητη ενεργοποίηση από το SCADA), η αντλία θα σταματήσει τη λειτουργία της όταν ξεπεραστεί η υψηλή στάθμη του φλοτέρ, αλλά δεν θα επανεκκινηθεί αυτόματα, παρά μόνο αν δοθεί εντολή **START** ξανά. Τέλος, η στάθμη εκκίνησης χρησιμοποιείται μόνο σε αντλίες που αντλούν νερό από τη δεξαμενή.

Σε περίπτωση που η στάθμη της πέσει κάτω από το συγκεκριμένο όριο, σταματά να λειτουργεί.

3.6 Γραφήματα σταθμών

Σε κάθε οθόνη τοπικού σταθμού, υπάρχει στην δεξιά πλευρά της εικόνας, το παράθυρο με τα γραφήματα των αναλογικών οργάνων, όπως φαίνεται παρακάτω (Εικ. 22) :



Εικόνα 22: Παράθυρο γραφημάτων του σταθμού ΤΣΕ-7.

Η καταγραφή των μετρούμενων αναλογικών, γίνεται με χρόνο δειγματοληψίας 1min. Όλα τα μετρούμενα μεγέθη αποθηκεύονται στον σκληρό δίσκο του διακομιστή για περίπου τέσσερα χρόνια.

Όταν συμπληρωθούν τα τέσσερα αυτά χρόνια καταγραφής για τα αναλογικά, οι νέες πλέον τιμές καταγράφονται σε νέα αρχεία. Σε όλα τα γραφήματα στον άξονα των X απεικονίζεται η τιμή του αναλογικού ενώ στον άξονα τον Y εμφανίζεται ο χρόνος.

Στο κάτω μέρος του γραφήματος υπάρχει επιπλέον πεδίο το οποίο δείχνει την ακριβή τιμή ,ημερομηνία και χρόνο που έχει επιλέγει με τον κάθετο άξονα επιλογής (Ruler).

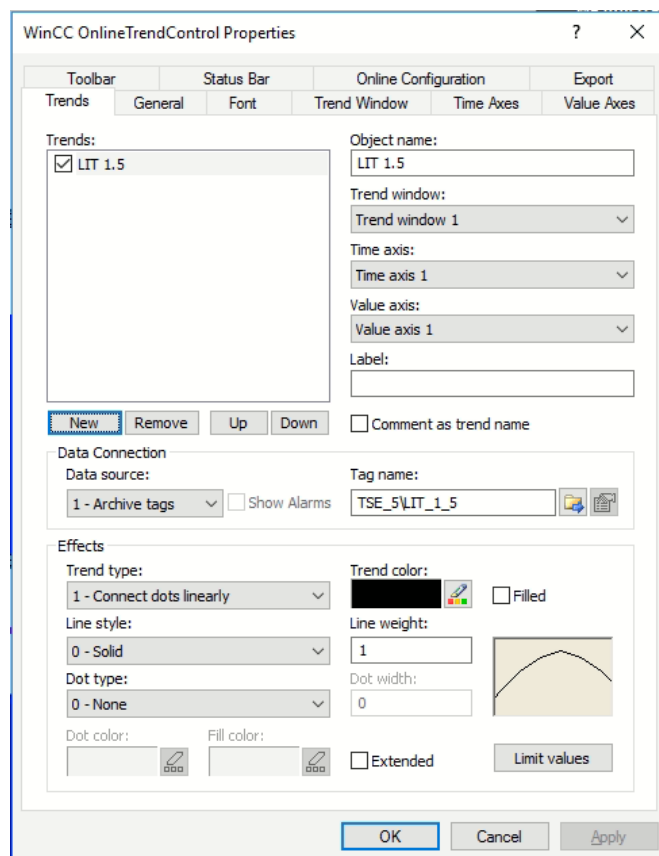
Άλλη μία δυνατότητα του Trend Control του WinCC είναι να εμφανίζει την πληροφορία (τιμή, ημ/νια, χρόνο) πατώντας δεξί κλικ παρατεταμένα πάνω σε σημείο της κυματομορφής του γραφήματος. Στο πάνω μέρος από τις καμπύλες των αναλογικών μεγεθών του στοιχείου υπάρχουν κάποια πλήκτρα χειρισμού των κυματομορφών. Αυτά φαίνονται παρακάτω (Εικ. 23):



Εικόνα 23: Πλήκτρα χειρισμού των κυματομορφών.

Η σημασία των παραπάνω πλήκτρων από αριστερά προς τα δεξιά είναι :

Πλήκτρο 1. Πατώντας το πρώτο πλήκτρο εμφανίζεται το παράθυρο με τα χαρακτηριστικά που έχουν επιλεγεί για την κυματομορφή που απεικονίζεται και πιο συγκεκριμένα εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



Εδώ μπορεί να οριστεί το χρώμα της κυματομορφής , το πάχος της , να οριστεί η χρονική περίοδος που θα εμφανίζεται στον άξονα του χρόνου, με στο Tab "Value Axes" μπορεί να οριστεί η μέγιστη τιμή της μονάδας που θα εμφανίζεται στον άξονα των τιμών.

Πλήκτρα 2,3,4,5. Τα επόμενα τέσσερα πλήκτρα χρησιμοποιούνται για το Scrolling χρονικά της κυματομορφής (τέλος, προς τα πίσω ανά βάση χρόνου, προς τα εμπρός ανά βάση χρόνου, αρχή).

Πλήκτρο 6. Με το έκτο πλήκτρο γίνεται μεγέθυνση σε ένα κομμάτι μιας κυματομορφής (Zoom Window) και να γίνει περαιτέρω επεξεργασία.

Πλήκτρα 7,8. Με τα επόμενα δύο πλήκτρα γίνεται πλοήγηση στην κυματομορφή πατώντας παρατεταμένα το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού και σέρνοντας το προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

Πλήκτρο 9. Με το ένατο πλήκτρο γίνεται επαναφορά της κυματομορφής στην αρχική της κατάσταση μετά από Zoom.

Πλήκτρο 10. Με το δέκατο πλήκτρο, μέσω του παρακάτω παραθύρου μπορεί να γίνει ορισμός της βάσης χρόνου την οποία θα έχει η κυματομορφή. Πιο συγκεκριμένα μπορεί να επιλεγθεί στην περιοχή του Time Range, η τιμή και ο πολλαπλασιαστής της, όπως φαίνεται παρακάτω. Το διάστημα έχει ορισθεί για μία ημέρα εάν το 1 το γίνει 7 τότε το διάστημα χρονικής απεικόνισης θα ήταν μία εβδομάδα (7 x 1day) .

The image shows a 'Time - Selection' dialog box with the following fields and controls:

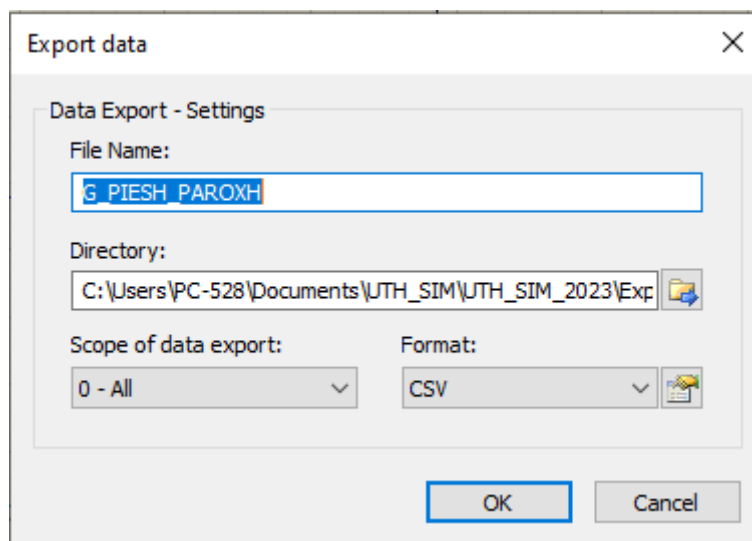
- Trends:** A dropdown menu showing 'LIT 1.5'.
- Time range:**
 - Setting:** A dropdown menu showing '0 - Time range'.
 - Start time:** A date and time field showing '12/ 2/2020' and '16:16:23'.
 - End time:** A date and time field showing '13/ 2/2020' and '16:16:23'.
 - Number of measurement points:** A text input field containing '120'.
 - Time range:** A field showing '1' followed by a multiplier 'X' and a dropdown menu showing '1 day'.
- Buttons:** 'OK', 'Cancel', and 'Apply' at the bottom.

Πλήκτρο 11. Το ενδέκατο πλήκτρο όταν είναι στην θέση STOP επιτρέπει τις νέες τιμές να εμφανιστούν, ενώ όταν είναι στην θέση GO επιτρέπει το Scrolling δίνοντας στο χειριστή και πλήκτρα 2-5.

Πλήκτρο 12. Με το δωδέκατο πλήκτρο εκτυπώνεται η τρέχουσα κατάσταση της κυματομορφής στον εγκατεστημένο εκτυπωτή του συστήματος.

Πλήκτρο 13. Με το δέκατο τρίτο πλήκτρο εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο με το οποίο μπορεί γίνει εξαγωγή της τρέχουσας κυματομορφής του αναλογικού σε αρχείο

CSV. Στο αρχείο αυτό εμφανίζονται οι τιμές του γραφήματος καθώς και το Time Stamp της τιμής δηλαδή η χρονική στιγμή που έχει καταχωρηθεί η τιμή αυτή στην βάση δεδομένων του Η/Υ.



Πλήκτρο 14. Με το δέκατο τέταρτο πλήκτρο εμφανίζεται μια κάθετη μπάρα η οποία δείχνει με ακρίβεια δευτερολέπτου στο χειριστή την τιμή του μετρούμενου μεγέθους σε συνάρτηση με το χρόνο σε ένα πίνακα όπως παρακάτω.

		Time stamp (LL)	Y value (LL)	Time stamp (UL)	Y value (UL)	
1	ΠΑΡΟΧΗ ΕΙΣ. ΑΠΟ ΤΣΕ-6	08/04/23 17:28:07	46.7 [i.]	08/04/23 18:22:10	49.4 [i.]	
2	ΠΑΡΟΧΗ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΣΕ-1	08/04/23 17:28:07	2.7 [i.]	08/04/23 18:22:10	0.3 [i.]	
3						
4						

Πλήκτρο 15. Με το δέκατο πέμπτο πλήκτρο εμφανίζονται δύο κάθετες μπάρες μέσα στην περιοχή του γραφήματος με τις οποίες ορίζετε το εύρος του γραφήματος για το οποίο θα υπολογιστούν στατιστικά στοιχεία. Στο κάτω μέρος του γραφήματος εμφανίζεται πεδίο που απεικονίζει την αρχή και το τέλος του διαστήματος αυτού.

		Time stamp (LL)	Y value (LL)	Time stamp (UL)	Y value (UL)	
1	ΠΑΡΟΧΗ ΕΙΣ. ΑΠΟ ΤΣΕ-6	03/04/23 22:33:38	20.7 [i.] [u.]	03/04/23 23:16:48	23.1 [i.]	
2	ΠΑΡΟΧΗ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΣΕ-1	03/04/23 22:33:38	0.0 [i.] [u.]	03/04/23 23:16:48	0.0 [i.]	
3						
4						

Πλήκτρο 16. Με το δέκατο έκτο πλήκτρο εμφανίζεται πεδίο με τα στατιστικά που αφορούν το διάστημα που ορίστηκε παραπάνω. Εμφανίζει την μέγιστη, την ελάχιστη, το μέσο όρο κ.α. τιμές του γραφήματος που έχουμε ορίσει.

		Minimum	Maximum	Average	Standard deviation	Duration	Num
1	ΠΑΡΟΧΗ ΕΙΣ. ΑΠΟ ΤΣΕ-6	0.0	50.3	13.4	22.4	43:09.821	41
2	ΠΑΡΟΧΗ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΣΕ-1	0.0	45.5	6.6	16.1	43:09.821	41
3							
4							

3.7 Μηνύματα σταθμών

Όταν εμφανίζεται ένα Alarm καταγράφεται η ημερομηνία και η ώρα εμφάνισης, ο αριθμός καταχώρησης του μηνύματος, καθώς και η διάρκεια του.

Όταν έρχεται ένα Alarm το κείμενο είναι κόκκινο και όταν φύγει γίνεται μαύρο. Παράλληλα η διάρκεια που εμφανίζεται σε ένα μήνυμα που μόλις έχει εμφανιστεί (κόκκινο), είναι πάντα 00:00:00 και σε ένα μήνυμα το οποίο έχει λήξει (μαύρο) είναι η χρονική διάρκεια από την εμφάνιση έως την λήξη (Εικ. 24).

Εκτός από τις βλάβες, καταγράφονται οι εκκινήσεις και οι στάσεις των στοιχείων καθώς και οι βλάβες επικοινωνίας του κέντρου με τους επιμέρους σταθμούς (ΤΣΕ).

ΜΗΝΥΜΑΤΑ Α/Σ - Δ/Ξ ΒΟΥΝΟΥ (ΤΣΕ 7)				
	Numbe	Date	Time	Message text
987	7304	03/04/23	20:49	Λειτουργία της Αντλίας P2.
988	7007	03/04/23	20:49	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ υψηλής στάθμης.
989	7304	03/04/23	20:49	Λειτουργία της Αντλίας P2.
990	7204	03/04/23	20:53	Λειτουργία της Αντλίας P1.
991	7006	03/04/23	20:53	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ χαμηλής στάθμης.
992	7204	03/04/23	20:53	Λειτουργία της Αντλίας P1.
993	7006	03/04/23	20:53	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ χαμηλής στάθμης.
994	7007	03/04/23	20:55	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ υψηλής στάθμης.
995	7304	03/04/23	20:56	Λειτουργία της Αντλίας P2.
996	7007	03/04/23	20:56	ΠΡΟΣΟΧΗ! Ενεργοποίηση φλοτέρ υψηλής στάθμης.
997	7304	03/04/23	20:57	Λειτουργία της Αντλίας P2.
998	7813	03/04/23	20:59	Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Η αντλία P2 τέθηκε σε κατάσταση OFF.
999	7300	03/04/23	20:59	Η Αντλία P2 βρίσκεται σε κατάσταση AUTO.
1000	7301	03/04/23	20:59	Η Αντλία P2 βρίσκεται σε κατάσταση OFF.

Εικόνα 24: Παράθυρο μηνυμάτων του σταθμού ΤΣΕ-7.

Πάνω από τις λίστες των μηνυμάτων εμφανίζονται μια σειρά από πλήκτρα για τον χειρισμό των μηνυμάτων της λίστας (Εικ. 25).



Εικόνα 25: Πλήκτρα χειρισμού μηνυμάτων.

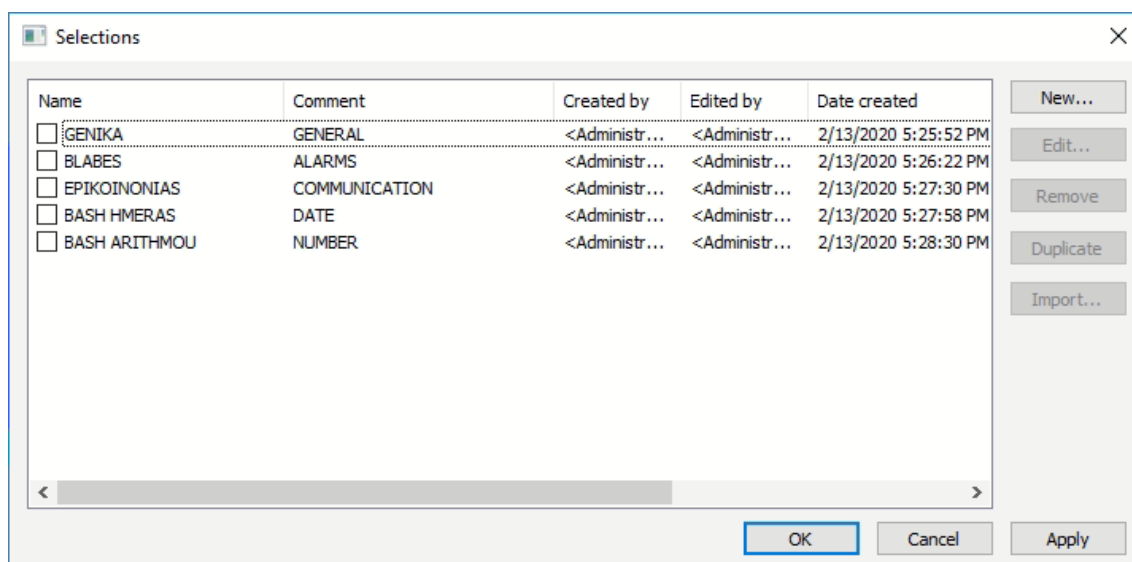
Η σημασία των παραπάνω πλήκτρων από αριστερά προς τα δεξιά είναι :

Πλήκτρο 1. Εμφανίζεται την λίστα με τα τρέχοντα μηνύματα που ισχύουν αυτήν την στιγμή δεν εμφανίζονται μαύρα μηνύματα που δηλώνουν ότι η κατάσταση που αναγράφεται δεν ισχύει πια.

Πλήκτρο 2. Εμφανίζεται μια δυναμική λίστα, η οποία περιέχει τις τελευταίες καταστάσεις των στοιχείων ιστορικά δηλαδή το πότε ήρθε και το πότε έφυγε ένα μήνυμα κατά την διάρκεια του χρόνου. Η λίστα αυτή μπορεί να εμφανίσει τα τελευταία 1000 μηνύματα της βάσης δεδομένων.

Πλήκτρο 3. Εμφανίζεται μια δυναμική λίστα, η οποία περιέχει τις τελευταίες καταστάσεις των στοιχείων ιστορικά δηλαδή το πότε ήρθε και το πότε έφυγε ένα μήνυμα κατά την διάρκεια του χρόνου. Η λίστα αυτή μπορεί να εμφανίσει τα τελευταία 1000 μηνύματα της βάσης δεδομένων.

Πλήκτρο 4. Το πλήκτρο αυτό ενεργοποιεί ένα παράθυρο για να επιλέξει ο χειριστής να εμφανίσει μηνύματα με τα εξής κριτήρια :



-Από έως πιο χρονικό διάστημα θέλει να εμφανισθούν τα μηνύματα αυτά (Date – Time)

-Κάποια κατηγορία μηνυμάτων ή όλα (Message Class)

-Την κατάσταση των μηνυμάτων: αυτά που είναι ενεργά - αυτά που έχουν λήξει (Status)

-Μηνύματα με συγκεκριμένο αριθμό καταχώρησης στην λίστα, έτσι ώστε να μπορούμε να δούμε όλα ή κάποια μηνύματα συγκεκριμένου ΤΣΕ (Number).

Οι κατηγορίες των μηνυμάτων είναι οι εξής:

A. BLABES

- i. GENIKES
- ii. COM (επικοινωνίας)

B. LEITOURGIES

- i. RUN (εκκινήσεις-στάσεις κ.λπ.)
- ii. OPEN (άνοιγμα βάνας)
- iii. CLOSE (κλείσιμο βάνας)
- iv. PLC (λειτουργία μέσω PLC, συμβατική)

C. KATASTASEIS

- i. AUTO
- ii. MANUAL
- iii. OFF
- iv. PLIROFORIES

D. CONTROLS

- i. XEIRISMOI
- ii. PARAMETROI

E. LIMIT MONITORING

- i. HIGH LIMIT
- ii. LOW LIMIT

Πλήκτρο 5. Το πλήκτρο αυτό χρησιμοποιείται για να εκτυπώνει ο χρήστης τα μηνύματα της λίστας που έχει επιλέξει να βλέπει.

Πλήκτρο 6. Το πλήκτρο αυτό εμφανίζει το παράθυρο με το οποίο μπορεί γίνει εξαγωγή των μηνυμάτων σε αρχείο CSV.

Πλήκτρο 7. Εμφανίζει στο πλάι και στο κάτω μέρος του παραθύρου των μηνυμάτων μπάρες με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στην λίστα αυτή.

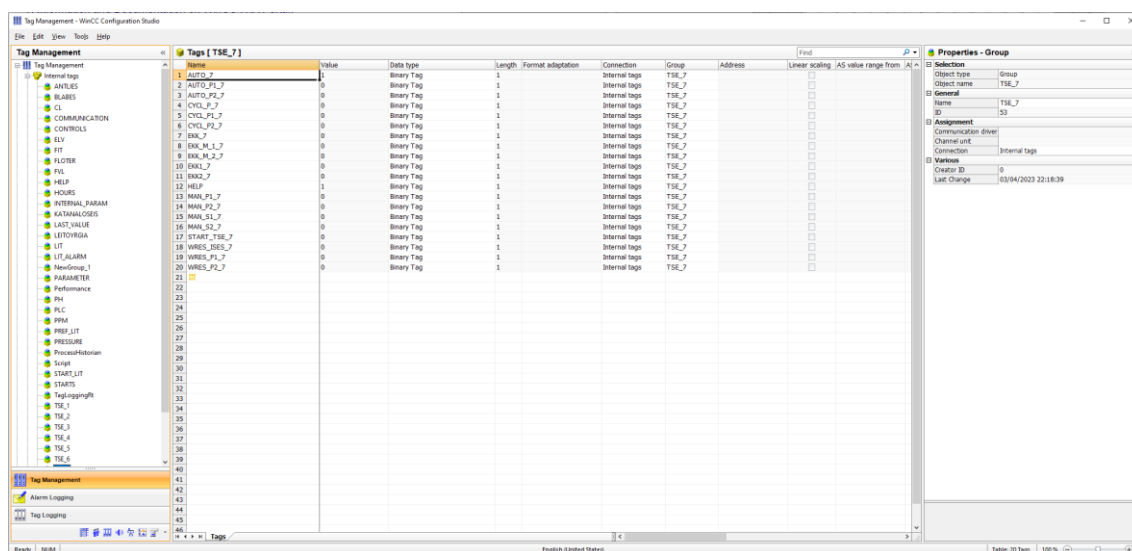
Κεφάλαιο 4: Εφαρμογές προσομοίωσης

Για την λειτουργία της προσομοίωσης του δικτύου ύδρευσης που εξετάζουμε, αναπτυχθήκαν διάφορες εφαρμογές με την χρήση της VBScript που παρέχει το λογισμικό WINCC της SIEMENS.

Οι εφαρμογές αυτές χωρίζονται σε :

1. Εφαρμογές λειτουργίας

Οι εφαρμογές λειτουργίας του συστήματος, δίνουν εντολές στα διάφορα Binary Tag, Unsigned Bit και Floating-point number που έχουμε ορίσει στο Tag Management του λογισμικού WINCC της SIEMENS (Εικ. 26).



Εικόνα 26: Tag Management του λογισμικού WINCC της SIEMENS

2. Εφαρμογές χειρισμών

Οι εφαρμογές χειρισμών, δίνουν την δυνατότητα στον χειριστή του συστήματος να στέλνει εντολές τα διάφορα στοιχεία όπως αντλίες, βάνες και αλλά, που απαρτίζουν το σύστημα.

3. Εφαρμογές καταγράφων

Οι εφαρμογές καταγράφων αναπτυχθήκαν με σκοπό την άμεση πληροφόρηση για την πραγματοποίηση των εντολών που έχουν σταλεί από τον χειριστή. Η αποτύπωση των καταγράφων, είναι με μορφή μηνύματος και εμφανίζεται στο παράθυρο μηνυμάτων (εικόνα 15) του αντίστοιχου σταθμού.

4. Εφαρμογές τυχαίων τιμών

Οι εφαρμογές τυχαίων τιμών αναπτυχθήκαν για τον λόγο ότι, δεν υπάρχει κάποιο PLC (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής) στο σύστημα, ώστε να δίνει ζωντανές τιμές από τα αναλογικά σήματα. Οι εφαρμογές τυχαίων τιμών εξομοιώνουν τιμές που έχουμε λάβει από συστήματα SCADA που λειτουργούν με PLC σε πραγματικές συνθήκες.

5. Εφαρμογές βλαβών

Οι εφαρμογές βλαβών αναπτυχθήκαν για την απεικόνιση και την ενημέρωση των χειριστών, για τις επικείμενες βλάβες που μπορεί να παρουσιαστούν στο σύστημα.

4.1 Εφαρμογές λειτουργίας

Οι εφαρμογές λειτουργίας αναπτυχθήκαν για την ενεργοποίηση των σημάτων που αφορούν τα στοιχεία του συστήματος, ανάλογα με την επιλογή και τις συνθήκες λειτουργίας τους.

4.1.1 Γεωτρήσεις

Η λειτουργία των γεωτρήσεων στην κατάσταση AUTO ελέγχεται είτε από τη στάθμη της δεξαμενής την οποία τροφοδοτούν, είτε από το φλοτέρ χαμηλής στάθμης, ενώ απαραίτητη προϋπόθεση για την εκκίνηση είναι :

- α) Ο διακόπτης της συγκεκριμένης αντλίας πρέπει να είναι στη θέση AUTO.
- β) Δεν πρέπει να έχει σημειωθεί κάποια βλάβη ή δυσλειτουργία της αντλίας.
- γ) Η αντλία δεν πρέπει να έχει τεθεί εκτός λειτουργίας με εντολή του χειριστή.

Στην περίπτωση επιλογής λειτουργίας με στάθμη, η εντολή εκκίνησης των γεωτρήσεων δίνεται όταν η στάθμη της δεξαμενής που τροφοδοτείται φτάσει στο ελάχιστο επιτρεπτό όριο και παραμένει ενεργή μέχρις ότου η στάθμη του νερού ανέβει στο μέγιστο επιτρεπτό όριο.

Στην περίπτωση επιλογής λειτουργίας με φλοτέρ, η εντολή εκκίνησης των γεωτρήσεων δίνεται όταν ενεργοποιείται το φλοτέρ χαμηλής στάθμης στις δεξαμενές που τροφοδοτούν και παραμένει ενεργή μέχρις ότου ενεργοποιηθεί το φλοτέρ υψηλής στάθμης.

Η λειτουργία των γεωτρήσεων στην κατάσταση "MANUAL" ελέγχεται αποκλειστικά από τον χειριστή και για να γίνει εκκίνηση απαιτείται:

- α) Ο διακόπτης της συγκεκριμένης αντλίας πρέπει να είναι στη θέση MANUAL
- δ) Δεν πρέπει να έχει σημειωθεί κάποια βλάβη ή δυσλειτουργία της αντλίας.

Σε περίπτωση επιλογής χειροκίνητης λειτουργίας, η εντολή εκκίνησης των γεωτρήσεων δίνεται όταν ο χειριστής πατήσει το πλήκτρο "START" από το αντίστοιχο χειριστήριο της γεώτρησης και παραμένει ενεργή μέχρις ότου ο χειριστής πατήσει το πλήκτρο "STOP" ή μέχρις ότου ενεργοποιηθεί το φλοτέρ υψηλής στάθμης στη δεξαμενή κατάθλιψης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε περίπτωση ενεργοποίησης του φλοτέρ χαμηλής στάθμης, η συγκεκριμένη γεώτρηση δεν θα εκκινήσει αυτόματα, αλλά θα απαιτηθεί η επανεπιλογή της από τον χειριστή.

Πιο αναλυτικά, για την εντολή εκκίνησης από στάθμη, έχει αναπτυχθεί η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_5, START_TSE_5
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΕΣ*****
    Dim PREF_ORIO_TSE_4, START_VALUE_TSE_4, REM_LIT_TSE_5
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΟΣ PLC TSE_5*****
    PLC_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("PLC_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΤΑΘΜΕΩΝ TSE_5*****
    START_VALUE_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("START_LIT_4").Read
    PREF_ORIO_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("PREF_LIT_4").Read
    REM_LIT_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗ*****
    START_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Read
    '*****SET ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΗΣ*****
    If PLC_TSE_5 = 1 Then
        If (REM_LIT_TSE_5 <= START_VALUE_TSE_4) Then
            HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Write 1
        ElseIf (REM_LIT_TSE_5 >= PREF_ORIO_TSE_4) Then
            HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Στην περίπτωση που η επιλογή λειτουργίας είναι με στάθμη (PLC_TSE_5 = 1), πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ της πραγματικής τιμής της στάθμης στη δεξαμενή κατάθλιψης και της επιθυμητής στάθμης εκκίνησης που έχει οριστεί από τον χειριστή. Αν η πραγματική στάθμη είναι μικρότερη ή ίση με την επιθυμητή στάθμη εκκίνησης, τότε ενεργοποιείται η εντολή για εκκίνηση μέσω στάθμης.

Αντίστοιχα, όταν η πραγματική στάθμη είναι μεγαλύτερη ή ίση από την επιθυμητή στάθμη της δεξαμενής κατάθλιψης που έχει οριστεί, τότε η εντολή απενεργοποιείται.

Παρακάτω παρουσιάζεται η εφαρμογή για την επιλογή λειτουργίας με φλοτέρ:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_5, START_TSE_5, MAN_START
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΕΣ*****
    Dim START_VALUE_TSE_4, STOP_VALUE_TSE_4, REM_LIT_TSE_5
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΟΣ PLC*****
    PLC_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("PLC_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΤΑΘΜΕΩΝ*****
    START_VALUE_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("LL_LIT_4").Read
    STOP_VALUE_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("HH_LIT_4").Read
    REM_LIT_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΦΛΟΤΕΡ*****
    START_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΧΕΙΡ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ*****
    MAN_START = HMIRuntime.Tags("MAN_S_5").Read
    '*****ΦΛΟΤΕΡ ΕΝΤΟΛΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If (REM_LIT_TSE_5 <= 100) Then
        HMIRuntime.Tags("LL_LIT_4").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("LL_LIT_4").Write 0
    End If
    If (REM_LIT_TSE_5 >= 250) Then
        HMIRuntime.Tags("HH_LIT_4").Write 1
        HMIRuntime.Tags("MAN_S_5").Write 0
    Else
        HMIRuntime.Tags("HH_LIT_4").Write 0
    End If
    '*****BIT ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If PLC_TSE_5 = 0 Then
        If (START_VALUE_TSE_4 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Write 1
        ElseIf (STOP_VALUE_TSE_4 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Στην περίπτωση όπου η επιλεγμένη λειτουργία είναι με φλοτέρ (PLC_TSE_5 = 0), έχουμε ορίσει τη χαμηλή στάθμη του φλοτέρ στα 100cm και τη υψηλή στάθμη στα 250cm.

Γίνεται σύγκριση μεταξύ της πραγματικής τιμής της στάθμης στη δεξαμενή κατάθλιψης και της χαμηλής στάθμης του φλοτέρ. Αν η πραγματική στάθμη είναι μικρότερη ή ίση με τη χαμηλή στάθμη του φλοτέρ, τότε ενεργοποιείται η λειτουργία μέσω του φλοτέρ.

Αν η πραγματική στάθμη είναι μεγαλύτερη ή ίση με τη υψηλή στάθμη του φλοτέρ, τότε απενεργοποιείται η εντολή λειτουργίας και ενεργοποιείται η εντολή χειροκίνητης λειτουργίας.

Παρακάτω παρουσιάζεται η εφαρμογή για έλεγχο της κατάστασης της αντλίας ανάλογα με τη θέση του αντίστοιχου χειριστηρίου:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim STATUS_TSE_5
    Dim AUTO, MAN, MAN_START
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    STATUS_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΥ*****
    AUTO = HMIRuntime.Tags("AUTO_5").Read
    MAN = HMIRuntime.Tags("MAN_P_5").Read
    MAN_START = HMIRuntime.Tags("MAN_S_5").Read
    '*****ΕΝΤΟΛΕΣ ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    If (STATUS_TSE_5 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("AUTO_5").Write 1
    ElseIf (STATUS_TSE_5 = 4 And MAN_START = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("MAN_P_5").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("AUTO_5").Write 0
        HMIRuntime.Tags("MAN_P_5").Write 0
    End If
End Function
```

Χρησιμοποιήθηκε ένα Unsigned 16-bit Tag για το χειριστήριο, το οποίο λαμβάνει τιμές από το αντίστοιχο πλήκτρο. Εάν επιλεγεί το πλήκτρο AUTO (STATUS_TSE_5=1), ενεργοποιείται η αυτόματη λειτουργία (AUTO=1). Εάν επιλεγεί το πλήκτρο MANUAL και ο χειριστής επιλέξει εντολή για εκκίνηση της αντλίας (STATUS_TSE_5=4 και MAN_START=1), ενεργοποιείται η χειροκίνητη λειτουργία (MAN_P_5=1).

Βάσει των παραπάνω, αναπτύχθηκαν εφαρμογές για την εκκίνηση των αντλιών γεωτρήσεων σε λειτουργία AUTO με φλοτέρ, λειτουργία AUTO με στάθμη, λειτουργία MANUAL με φλοτέρ και λειτουργία MANUAL με στάθμη. Οι εντολές αυτές ενεργοποιούν την εκκίνηση της αντλίας ανάλογα με την επιλογή λειτουργίας από τον χειριστή.

Πιο αναλυτικά, για την εκκίνηση της αντλίας γεώτρησης σε λειτουργία AUTO με φλοτέρ, χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_5, COM_TSE_4, COM_TSE_5, START_TSE_5
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΑΝΤΑΙΕΣ*****
    Dim EKK
    Dim AUTO
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ PLC*****
    PLC_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("PLC_5").Read
    COM_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("COM_4").Read
    COM_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("COM_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΦΛΟΤΕΡ*****
    START_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    AUTO = HMIRuntime.Tags("AUTO_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    EKK = HMIRuntime.Tags("EKK_5").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    '*****ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If (PLC_TSE_5 = 0) Then
        If (AUTO = 1 And START_TSE_5 = 1 And COM_TSE_4 = 0 And COM_TSE_5 = 0) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_5").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Παρατηρούμε ότι για να εκκινήσει η αντλία, απαιτούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Καταρχήν, πρέπει να έχει γίνει επιλογή λειτουργίας με το φλοτέρ (PLC_TSE_5 = 0). Επιπλέον, το χειριστήριο πρέπει να βρίσκεται σε αυτόματη λειτουργία (AUTO = 1), όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 27). Τέλος, δεν πρέπει να υπάρχει ενεργή βλάβη ή δυσλειτουργία στην αντλία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι παράμετροι COM_TSE_4 και COM_TSE_5 πρέπει να είναι ίσοι με 0, που δηλώνουν ότι υπάρχει επικοινωνία με τον αντίστοιχο ΤΣΕ.



Εικόνα 27: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με φλοτέρ.

Αντίστοιχα, για την εκκίνηση της αντλίας γεώτρησης σε λειτουργία AUTO με βάση τη στάθμη, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_5, COM_TSE_4, COM_TSE_5, START_TSE_5
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΑΝΤΑΙΕΣ*****
    Dim EKK
    Dim AUTO
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ PLC*****
    PLC_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("PLC_5").Read
    COM_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("COMS_4").Read
    COM_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("COMS_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΦΛΟΤΕΡ*****
    START_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    AUTO = HMIRuntime.Tags("AUTO_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    EKK = HMIRuntime.Tags("EKK_5").Read
    '*****ΑΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    '*****ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If (PLC_TSE_5 = 1) Then
        If (AUTO = 1 And START_TSE_5 = 1 And COM_TSE_4 = 0 And COM_TSE_5 = 0) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_5").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Τα απαραίτητα για την εκκίνηση της αντλίας είναι ίδια με τη λειτουργία AUTO με φλοτέρ, με τη μόνη διαφορά ότι έχει γίνει επιλογή λειτουργίας με βάση τη στάθμη (PLC_TSE_5 = 1), όπως φαίνεται ενδεικτικά στην παρακάτω εικόνα. (Εικ. 28).



Εικόνα 28: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με στάθμη.

Για την εκκίνηση της αντλίας γεώτρησης σε λειτουργία MANUAL με χρήση φλοτέρ, έχει αναπτυχθεί η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_5, COM_TSE_4, COM_TSE_5, START_TSE_5
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΑΝΤΑΙΕΣ*****
    Dim EKK_MAN
    Dim MAN
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ PLC*****
    PLC_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("PLC_5").Read
    COM_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("COMS_4").Read
    COM_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("COMS_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΦΛΟΤΕΡ*****
    START_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    MAN = HMIRuntime.Tags("MAN_P_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    EKK_MAN = HMIRuntime.Tags("EKK_M_5").Read
    '*****ΔΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    '*****ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If (PLC_TSE_5 = 0) Then
        If (MAN = 1 And COM_TSE_4 = 0 And COM_TSE_5 = 0) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_5").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Αντίστοιχα, για την εκκίνηση της αντλίας γεώτρησης σε λειτουργία MANUAL με χρήση στάθμης, έχει αναπτυχθεί η παρακάτω εφαρμογή::

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_5, COM_TSE_4, COM_TSE_5, START_TSE_5
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΑΝΤΑΙΕΣ*****
    Dim EKK_MAN
    Dim MAN
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ PLC*****
    PLC_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("PLC_5").Read
    COM_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("COMS_4").Read
    COM_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("COMS_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΦΛΟΤΕΡ*****
    START_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    MAN = HMIRuntime.Tags("MAN_P_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    EKK_MAN = HMIRuntime.Tags("EKK_M_5").Read
    '*****ΔΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    '*****ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If (PLC_TSE_5 = 1) Then
        If (MAN = 1 And COM_TSE_4 = 0 And COM_TSE_5 = 0) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_5").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Και στις δύο περιπτώσεις, τα απαραίτητα για την εκκίνηση της αντλίας είναι πως πρέπει να έχει γίνει επιλογή λειτουργίας με φλοτέρ (PLC_TSE_5 = 0) ή με στάθμη (PLC_TSE_5 = 1) και το χειριστήριο να είναι σε χειροκίνητη λειτουργία (MAN = 1), όπως φαίνεται στις εικόνες (Εικ. 29 και 30). Επιπλέον, ο χειριστής πρέπει να έχει δώσει εντολή από το πλήκτρο START και να μην υπάρχει κάποια ενεργή βλάβη ή άλλη δυσλειτουργία της αντλίας. Στην προκειμένη περίπτωση (COM_TSE_4 = 0 και COM_TSE_5 = 0), που δηλώνουν την ύπαρξη επικοινωνίας με τον αντίστοιχο ΤΣΕ.



Εικόνα 29: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με φλοτέρ.



Εικόνα 30: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με στάθμη.

Για την οπτική αναπαράσταση της λειτουργίας ή της παύσης της αντλίας γεώτρησης, χρησιμοποιήθηκε ένας Unsigned 8-bit Tag. Ανάλογα με τις τιμές που δέχεται αυτός ο Tag, το χρώμα της αντλίας τροποποιείται σύμφωνα με την ενότητα 3.4 "Απεικόνιση - Επεξήγηση Στοιχείων".

Συγκεκριμένα, όταν ο Tag έχει την τιμή 4, η αντλία απεικονίζεται με χρώμα κίτρινο, ενώ όταν έχει την τιμή 16, απεικονίζεται με χρώμα πράσινο.

Πιο αναλυτικά, για την οπτική αναπαράσταση της κατάστασης στην οποία βρίσκεται η αντλία γεώτρησης, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim EKK, EKK_MAN, PUMP, FAIL
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΩΝ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ*****
    EKK = HMIRuntime.Tags("EKK_5").Read
    EKK_MAN = HMIRuntime.Tags("EKK_M_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    PUMP = HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Read
    FAIL = HMIRuntime.Tags("F_PUMP_5").Read
    '*****ΔΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If (EKK = 1 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Write 16
    ElseIf (EKK_MAN = 1 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Write 16
    ElseIf (EKK = 0 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Write 4
    ElseIf (EKK_MAN = 0 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Write 4
    End If
End Function
```

Για την οπτική αναπαράσταση της δυσλειτουργίας της αντλίας γεώτρησης, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PUMP, FAIL, STATUS
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ*****
    PUMP = HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Read
    FAIL = HMIRuntime.Tags("F_PUMP_5").Read
    STATUS = HMIRuntime.Tags("XEIR_Pl_TSE_5").Read
    '*****ΔΥΣΔΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΑΙΑΣ*****
    If (PUMP = 32 Or PUMP = 64 Or PUMP = 128) Then
        HMIRuntime.Tags("F_PUMP_5").Write 1
        HMIRuntime.Tags("XEIR_Pl_TSE_5").Write 2
    ElseIf (PUMP = 4) Then
        HMIRuntime.Tags("F_PUMP_5").Write 0
    End If
End Function
```

Στις περιπτώσεις που το Tag δέχεται τις τιμές 32, 64 και 128, απεικονίζεται μια εναλλαγή μεταξύ κόκκινου και κίτρινου χρώματος στην αντλία της γεώτρησης.

4.1.2 Αντλιοστάσια

Όπως και στις γεωτρήσεις, έτσι και στα αντλιοστάσια, η λειτουργία των αντλιών στην κατάσταση AUTO ελέγχεται είτε από την επίπεδη στάθμη της δεξαμενής που τροφοδοτούν, είτε από το φλοτέρ χαμηλής στάθμης. Η διαφορά είναι ότι η εκκίνηση των αντλιών γίνεται με κυκλική εναλλαγή.

Ο βασικός στόχος της κυκλικής εναλλαγής είναι να εξασφαλίσει την ομοιόμορφη φόρτιση των αντλιών. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, αναπτύχθηκε λογισμικό που παρακολουθεί συνεχώς τον χρόνο λειτουργίας κάθε αντλίας στο αντλιοστάσιο. Όταν απαιτείται η ενεργοποίηση μιας νέας αντλίας, το λογισμικό εκκινεί την αντλία που έχει ελάχιστο συνολικό χρόνο λειτουργίας ανάμεσα στις ανενεργές αντλίες, με την προϋπόθεση βέβαια ότι είναι διαθέσιμη.

Μια αντλία χαρακτηρίζεται διαθέσιμη προς εκκίνηση αν:

- α) Η αντλία δεν βρίσκεται ήδη σε λειτουργία.
- β) Η αντλία δεν παρουσιάζει κάποια βλάβη, όπως βλάβη θερμικού ή άλλη δυσλειτουργία.
- γ) Η αντλία δεν παρουσιάζει βλάβη ανάδρασης, πράγμα που σημαίνει ότι αν είχε λάβει εντολή λειτουργίας ή παύσης, η ανάδραση ή η επαφή με το κύριο ρελέ λειτουργίας δεν έχει σημειωθεί μετά την παρέλευση ενός προκαθορισμένου χρόνου.
- δ) Εξασφαλίζονται οι παράμετροι ασφαλούς λειτουργίας, όπως η επιτήρηση των συνεχόμενων εκκινήσεων της αντλίας ή η διασφάλιση ότι ο αναρροφητήρας της αντλίας δεν είναι άδειος κ.λπ.
- ε) Η αντλία δεν έχει τεθεί εκτός λειτουργίας με εντολή του χειριστή.

Στην περίπτωση επιλογής λειτουργίας με βάση τη στάθμη, η εντολή για την κυκλική εναλλαγή των αντλιών δίνεται όταν η στάθμη της δεξαμενής που τροφοδοτούν φθάσει στο κατώτατο επιτρεπτό όριο και διαρκεί μέχρις ότου το νερό φτάσει στο ανώτατο όριο.

Στην περίπτωση επιλογής λειτουργίας με βάση το φλοτέρ, η εντολή για την κυκλική εναλλαγή των αντλιών δίνεται όταν ενεργοποιείται το φλοτέρ χαμηλής στάθμης στην δεξαμενή που τροφοδοτούν και διαρκεί μέχρις ότου ενεργοποιηθεί το φλοτέρ υψηλής στάθμης.

Η κυκλική εναλλαγή των αντλιών ισχύει μόνο όταν όλες οι αντλίες έχουν επιλεγεί σε κατάσταση AUTO από τον χειριστή.

Κατά τη λειτουργία μιας αντλίας που έχει ενεργοποιηθεί από την κυκλική εναλλαγή, ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει και την αντλία που βρίσκεται σε ανενεργή κατάσταση, εφόσον η αντίστοιχη αντλία τεθεί σε κατάσταση MANUAL και δοθεί εντολή εκκίνησης. Η λειτουργία του αντλιοστασίου στην κατάσταση MANUAL ελέγχεται αποκλειστικά από τον χειριστή, ενώ απαραίτητη προϋπόθεση για την εκκίνησή του είναι:

- α) Ο διακόπτης της συγκεκριμένης αντλίας πρέπει να είναι στη θέση MANUAL
- β) Δεν πρέπει να έχει σημειωθεί κάποια βλάβη ή δυσλειτουργία της αντλίας.

Παρακάτω παρουσιάζεται η εφαρμογή που αναπτύχθηκε για την εντολή εκκίνησης από στάθμη:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_7, START_TSE_7
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΕΣ*****
    Dim PREF_ORIO_TSE_1, START_VALUE_TSE_1, REM_LIT_TSE_7
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("PLC_7").Read
    START_VALUE_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("START_LIT_1").Read
    PREF_ORIO_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("PREF_LIT_1").Read
    REM_LIT_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗ*****
    START_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Read
    '*****SET ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΗΣ*****
    If PLC_TSE_7 = 1 Then
        If (REM_LIT_TSE_7 <= START_VALUE_TSE_1) Then
            HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Write 1
        ElseIf (REM_LIT_TSE_7 >= PREF_ORIO_TSE_1) Then
            HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Στην περίπτωση που η επιλογή λειτουργίας είναι με στάθμη (PLC_TSE_7 = 1), πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ της πραγματικής τιμής της στάθμης στη δεξαμενή κατάθλιψης και της επιθυμητής τιμής εκκίνησης που έχει οριστεί από τον χειριστή. Εάν η πραγματική τιμή είναι μικρότερη ή ίση με την επιθυμητή τιμή εκκίνησης, τότε η εντολή για εκκίνηση μέσω στάθμης ενεργοποιείται.

Αντίστοιχα, όταν η πραγματική τιμή είναι μεγαλύτερη ή ίση από την επιθυμητή τιμή της δεξαμενής κατάθλιψης που έχει οριστεί, τότε η εντολή απενεργοποιείται.

Για επιλογή λειτουργίας με φλοτέρ, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
'*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
Dim PLC_TSE_7, START_TSE_7, MAN_START1, MAN_START2
Dim START_VALUE_TSE_1, STOP_VALUE_TSE_1, REM_LIT_TSE_7
'*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
PLC_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("PLC_7").Read
START_VALUE_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("LL_LIT_1").Read
STOP_VALUE_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("HH_LIT_1").Read
REM_LIT_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
'*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΦΛΟΤΕΡ*****
START_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Read
MAN_START1 = HMIRuntime.Tags("MAN_S1_7").Read
MAN_START2 = HMIRuntime.Tags("MAN_S2_7").Read
'*****ΦΛΟΤΕΡ ΕΝΤΟΛΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
If (REM_LIT_TSE_7 <= 140) Then
    HMIRuntime.Tags("LL_LIT_1").Write 1
Else
    HMIRuntime.Tags("LL_LIT_1").Write 0
End If
If (REM_LIT_TSE_7 >= 210) Then
    HMIRuntime.Tags("HH_LIT_1").Write 1
    HMIRuntime.Tags("MAN_S1_7").Write 0
    HMIRuntime.Tags("MAN_S2_7").Write 0
Else
    HMIRuntime.Tags("HH_LIT_1").Write 0
End If
'*****BIT ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
If PLC_TSE_7 = 0 Then
    If (START_VALUE_TSE_1 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Write 1
    ElseIf (STOP_VALUE_TSE_1 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Write 0
    End If
End If
End Function
```

Στην περίπτωση που η επιλογή λειτουργίας είναι με φλοτέρ (PLC_TSE_7 = 0), έχουμε ορίσει την χαμηλή στάθμη φλοτέρ στα 140cm και την υψηλή στάθμη φλοτέρ στα 210cm. Έπειτα, πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ της πραγματικής τιμής της στάθμης στη δεξαμενή κατάθλιψης και των ορίων των φλοτέρ. Εάν η πραγματική τιμή είναι μικρότερη ή ίση με τη χαμηλή στάθμη φλοτέρ, τότε η εντολή για εκκίνηση μέσω φλοτέρ ενεργοποιείται, ενώ εάν είναι μεγαλύτερη ή ίση από τη υψηλή στάθμη φλοτέρ, τότε η εντολή λειτουργίας και η εντολή χειροκίνητης λειτουργίας απενεργοποιούνται.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο διακόπτης της αντλίας να βρίσκεται στη θέση AUTO για αυτόματη λειτουργία ή στη θέση MANUAL για χειροκίνητη λειτουργία.

Με την παρακάτω εφαρμογή γίνεται έλεγχος της κατάστασης του αντλιοστασίου σύμφωνα με την επιλογή του χειριστηρίου των αντλιών.

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim STATUS1_TSE_7, STATUS2_TSE_7
    Dim AUTO, AUTO1, AUTO2
    Dim MAN1, MAN2, MAN_START1, MAN_START2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    STATUS1_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_7").Read
    STATUS2_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("XEIR_P2_TSE_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΥ*****
    AUTO = HMIRuntime.Tags("AUTO_7").Read
    AUTO1 = HMIRuntime.Tags("AUTO_P1_7").Read
    AUTO2 = HMIRuntime.Tags("AUTO_P2_7").Read
    MAN1 = HMIRuntime.Tags("MAN_P1_7").Read
    MAN2 = HMIRuntime.Tags("MAN_P2_7").Read
    MAN_START1 = HMIRuntime.Tags("MAN_S1_7").Read
    MAN_START2 = HMIRuntime.Tags("MAN_S2_7").Read
    '*****ΕΝΤΟΛΕΣ ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    '*****ΟΛΕΣ AUTO*****
    If (STATUS1_TSE_7 = 1 And STATUS2_TSE_7 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("AUTO_7").Write 1
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P1_7").Write 0
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P2_7").Write 0
    '*****P1 ΣΕ AUTO*****
    ElseIf (STATUS1_TSE_7 = 1 And Not STATUS2_TSE_7 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("AUTO_7").Write 0
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P1_7").Write 1
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P2_7").Write 0
    '*****P2 ΣΕ AUTO*****
    ElseIf (STATUS2_TSE_7 = 1 And Not STATUS1_TSE_7 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("AUTO_7").Write 0
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P1_7").Write 0
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P2_7").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("AUTO_7").Write 0
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P1_7").Write 0
        HMIRuntime.Tags("AUTO_P2_7").Write 0
    End If
    '*****P1 ΣΕ MANUAL*****
    If (STATUS1_TSE_7 = 4 And MAN_START1 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("MAN_P1_7").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("MAN_P1_7").Write 0
    End If
    '*****P2 ΣΕ MANUAL*****
    If (STATUS2_TSE_7 = 4 And MAN_START2 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("MAN_P2_7").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("MAN_P2_7").Write 0
    End If
End Function
```

Για το χειριστήριο του αντλιοστασίου χρησιμοποιήθηκε ένα Unsigned 16-bit Tag για κάθε αντλία, το οποίο δέχεται τιμές από το αντίστοιχο πλήκτρο που αναγράφει τον κωδικό της αντλίας στο πάνω μέρος του χειριστηρίου.

Στην περίπτωση που επιλεγεί το πλήκτρο AUTO για όλες τις αντλίες (STATUS1_TSE_7 = 1 και STATUS2_TSE_7 = 1), ενεργοποιείται το σήμα κατάστασης για αυτόματη λειτουργία (AUTO_7 = 1).

Στην περίπτωση που μόνο μία από τις αντλίες επιλεγεί στη θέση AUTO (STATUS1_TSE_7 = 1 ή STATUS2_TSE_7 = 1), ενεργοποιείται το σήμα κατάστασης για αυτόματη λειτουργία που αφορά την αντίστοιχη αντλία (AUTO_P2_7 = 1 ή AUTO_P1_7 = 1).

Σε περίπτωση που επιλεγεί το πλήκτρο MANUAL και ο χειριστής δώσει εντολή για εκκίνηση της αντίστοιχης αντλίας (STATUS1_TSE_7 = 4 και MAN_START1 = 1 ή STATUS2_TSE_7 = 4 και MAN_START2 = 1), ενεργοποιείται το σήμα κατάστασης για χειροκίνητη λειτουργία (MAN_P1_7 = 1 ή MAN_P2_7 = 1).

Όπως προαναφέρθηκε, για τη λειτουργία των αντλιοστασίων πρέπει να εξασφαλίζονται οι παράμετροι ασφαλούς λειτουργίας (π.χ. η παράμετρος επιτήρησης διαδοχικών εκκινήσεων αντλίας, να μην είναι άδεια η δεξαμενή αναρρόφησης των αντλιών, κ.λπ.).

Για την προσομοίωση του συστήματός μας, αυτό επιτυγχάνεται με την παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_7, COM_TSE_1, COM_TSE_7, START_TSE_7
    Dim REAL_VALUE_TSE_7, STOP_VALUE_TSE_1, LOW_LIT_TSE_7
    Dim SAFE_OPER
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("PLC_7").Read
    COM_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("COMS_1").Read
    COM_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("COMS_7").Read
    REAL_VALUE_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Read
    LOW_LIT_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("LL_ALARM_LIT_TSE_7").Read
    SAFE_OPER = HMIRuntime.Tags("SAFE_OPER").Read
    '*****ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ*****
    If (COM_TSE_1 = 0 And COM_TSE_7 = 0 And Not REAL_VALUE_TSE_7 < LOW_LIT_TSE_7) Then
        HMIRuntime.Tags("SAFE_OPER").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("SAFE_OPER").Write 0
    End If
End Function
```

Με την εφαρμογή αυτή, οι αντλίες θα εκκινήσουν εάν δεν υπάρχει κάποια ενεργή βλάβη στην επικοινωνία μεταξύ των ΤΣΕ και εάν η στάθμη της δεξαμενής από την οποία αντλούν δεν είναι χαμηλότερη από την οριζόμενη από τον χειριστή χαμηλή στάθμη. Διαφορετικά, οι αντλίες δεν θα εκκινήσουν για προστασία από ξηρά λειτουργία.

Σύμφωνα με τις παραπάνω εφαρμογές και τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την εκκίνηση των αντλιών, αναπτύχθηκαν εφαρμογές με τις αντίστοιχες εντολές για τη λειτουργία AUTO με φλοτέρ και AUTO με στάθμη, καθώς επίσης και για τη λειτουργία MANUAL με φλοτέρ και MANUAL με στάθμη. Αυτές οι εντολές, ανάλογα με την επιλεγμένη λειτουργία από τον χειριστή, ενεργοποιούν την εκκίνηση των αντλιών.

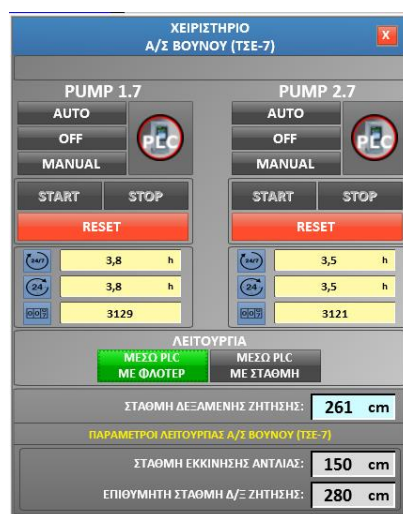
Πιο αναλυτικά, για την εκκίνηση των αντλιών σε λειτουργία AUTO με φλοτέρ, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```

Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_7, SAFE_OPER, START_TSE_7
    Dim EKK, EKK1, EKK2
    Dim AUTO, AUTO1, AUTO2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("PLC_7").Read
    SAFE_OPER = HMIRuntime.Tags("SAFE_OPER").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗ*****
    START_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΑ*****
    AUTO = HMIRuntime.Tags("AUTO_7").Read
    AUTO1 = HMIRuntime.Tags("AUTO_P1_7").Read
    AUTO2 = HMIRuntime.Tags("AUTO_P2_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    EKK = HMIRuntime.Tags("EKK_7").Read
    EKK1 = HMIRuntime.Tags("EKK1_7").Read
    EKK2 = HMIRuntime.Tags("EKK2_7").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    If PLC_TSE_7 = 0 Then
        If (AUTO = 1 And START_TSE_7 = 1 And SAFE_OPER = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 1
        ElseIf (AUTO1 = 1 And START_TSE_7 = 1 And SAFE_OPER = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK1_7").Write 1
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 0
        ElseIf (AUTO2 = 1 And START_TSE_7 = 1 And SAFE_OPER = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK2_7").Write 1
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 0
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 0
            HMIRuntime.Tags("EKK1_7").Write 0
            HMIRuntime.Tags("EKK2_7").Write 0
        End If
    End If
End Function

```

Παρατηρούμε ότι οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την εκκίνηση των αντλιών είναι να έχει επιλεγθεί η λειτουργία με βάση το φλοτέρ (PLC_TSE_7 = 0), το χειριστήριο να βρίσκεται σε αυτόματη λειτουργία (AUTO = 1 ή AUTO1 = 1 ή AUTO2 = 1), όπως φαίνεται ενδεικτικά στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 31) και η τήρηση των παραμέτρων ασφαλούς λειτουργίας (SAFE_OPER = 1).

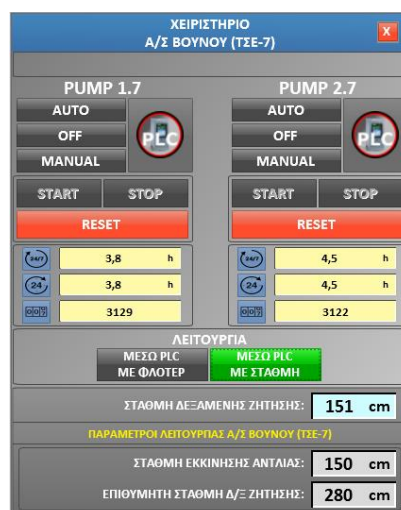


Εικόνα 31: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με φλοτέρ.

Αντίστοιχα για εκκίνηση των αντλιών σε AUTO με βάση τη στάθμη αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_7, SAFE_OPER, START_TSE_7
    Dim EKK, EKK1, EKK2
    Dim AUTO, AUTO1, AUTO2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("PLC_7").Read
    SAFE_OPER = HMIRuntime.Tags("SAFE_OPER").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗ*****
    START_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΑ*****
    AUTO = HMIRuntime.Tags("AUTO_7").Read
    AUTO1 = HMIRuntime.Tags("AUTO_P1_7").Read
    AUTO2 = HMIRuntime.Tags("AUTO_P2_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    EKK = HMIRuntime.Tags("EKK_7").Read
    EKK1 = HMIRuntime.Tags("EKK1_7").Read
    EKK2 = HMIRuntime.Tags("EKK2_7").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    If PLC_TSE_7 = 1 Then
        If (AUTO = 1 And START_TSE_7 = 1 And SAFE_OPER = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 1
        ElseIf (AUTO1 = 1 And START_TSE_7 = 1 And SAFE_OPER = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK1_7").Write 1
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 0
        ElseIf (AUTO2 = 1 And START_TSE_7 = 1 And SAFE_OPER = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK2_7").Write 1
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 0
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_7").Write 0
            HMIRuntime.Tags("EKK1_7").Write 0
            HMIRuntime.Tags("EKK2_7").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Τα απαραίτητα για την εκκίνηση των αντλιών είναι παρόμοια με τη λειτουργία AUTO με φλοτέρ, με τη μόνη διαφορά ότι έχει γίνει επιλογή λειτουργίας με στάθμη (PLC_TSE_7 = 1), όπως φαίνεται ενδεικτικά στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 32).



Εικόνα 32: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με στάθμη.

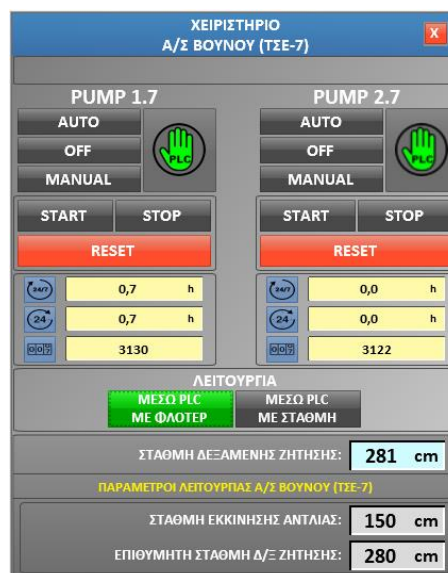
Για εκκίνηση αντλίας σε MANUAL με φλοτέρ αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_7, SAFE_OPER
    Dim EKK1, EKK2
    Dim MAN1, MAN2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("PLC_7").Read
    SAFE_OPER = HMIRuntime.Tags("SAFE_OPER").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΑ*****
    MAN1 = HMIRuntime.Tags("MAN_P1_7").Read
    MAN2 = HMIRuntime.Tags("MAN_P2_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    EKK1 = HMIRuntime.Tags("EKK_M_1_7").Read
    EKK2 = HMIRuntime.Tags("EKK_M_2_7").Read
    '*****ΑΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    If PLC_TSE_7 = 0 Then
        If (SAFE_OPER = 1 And MAN1 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_1_7").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_1_7").Write 0
        End If
        If (SAFE_OPER = 1 And MAN2 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_2_7").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_2_7").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

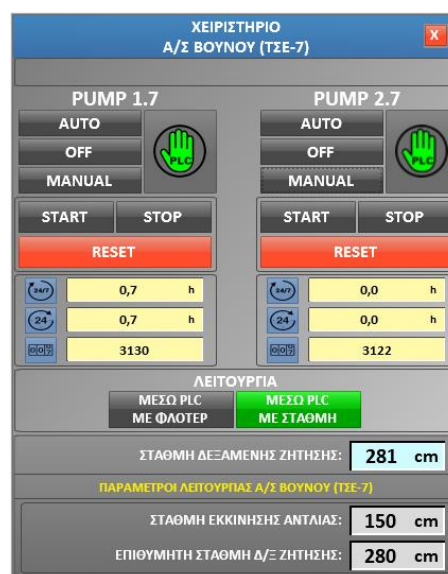
Αντίστοιχα για εκκίνηση της αντλίας γεώτρησης σε MANUAL με στάθμη αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_7, SAFE_OPER
    Dim EKK1, EKK2
    Dim MAN1, MAN2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("PLC_7").Read
    SAFE_OPER = HMIRuntime.Tags("SAFE_OPER").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ STATUS ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΑ*****
    MAN1 = HMIRuntime.Tags("MAN_P1_7").Read
    MAN2 = HMIRuntime.Tags("MAN_P2_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΝΤΟΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    EKK1 = HMIRuntime.Tags("EKK_M_1_7").Read
    EKK2 = HMIRuntime.Tags("EKK_M_2_7").Read
    '*****ΑΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΣΤΑΘΜΗ*****
    If PLC_TSE_7 = 1 Then
        If (SAFE_OPER = 1 And MAN1 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_1_7").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_1_7").Write 0
        End If
        If (SAFE_OPER = 1 And MAN2 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_2_7").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_M_2_7").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Και στις δυο περιπτώσεις, τα απαραίτητα για την εκκίνηση της αντλίας είναι, να έχει γίνει επιλογή λειτουργίας είτε με φλοτέρ (PLC_TSE_7 = 0), είτε με στάθμη (PLC_TSE_7 = 1), το χειριστήριο να είναι σε χειροκίνητη λειτουργία (MAN = 1), όπως ενδεικτικά φαίνεται στις παρακάτω εικόνες (Εικ. 33 και 34), ο χειριστής να έχει δώσει εντολή από το πλήκτρο START και να τηρούνται οι παράμετροι ασφαλούς λειτουργίας (SAFE_OPER=1).



Εικόνα 33: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με φλοτέρ.



Εικόνα 34: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με στάθμη.

Προκειμένου να ενεργοποιηθεί η λειτουργία της κυκλικής εναλλαγής των αντλιών και να πραγματοποιείται η ωρομέτρηση κατά τη λειτουργία τους, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή για την προσομοίωση του συστήματος:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****'
    Dim START_TSE_7
    Dim H1, H2
    Dim WRES_ISES, WRES_P1, WRES_P2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ*****'
    START_TSE_7 = HMIRuntime.Tags("START_TSE_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ*****'
    H1 = HMIRuntime.Tags("HOURS_P1_7").Read
    H2 = HMIRuntime.Tags("HOURS_P2_7").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ*****'
    WRES_ISES = HMIRuntime.Tags("WRES_ISES_7").Read
    WRES_P1 = HMIRuntime.Tags("WRES_P1_7").Read
    WRES_P2 = HMIRuntime.Tags("WRES_P2_7").Read
    '*****ΩΡΕΣ ΙΣΕΣ*****'
    If (H1=H2 And START_TSE_7 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("WRES_ISES_7").Write 1
    ElseIf (WRES_ISES = 1 And START_TSE_7 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("WRES_ISES_7").Write 0
    '*****ΩΡΕΣ P1>P2*****'
    ElseIf (H1>H2 And START_TSE_7 = 1 And WRES_ISES = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("WRES_P1_7").Write 1
    ElseIf (WRES_P1 = 1 And START_TSE_7 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("WRES_P1_7").Write 0
    '*****ΩΡΕΣ P2>P1*****'
    ElseIf (H1<H2 And START_TSE_7 = 1 And WRES_ISES = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("WRES_P2_7").Write 1
    ElseIf (WRES_P2 = 1 And START_TSE_7 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("WRES_P2_7").Write 0
    End If
End Function
```

Παρατηρούμε ότι όταν οι ώρες λειτουργίας της 1ης αντλίας είναι ίσες, η 1η αντλία εκκινεί πάντα. Όταν οι ώρες της 1ης αντλίας είναι μεγαλύτερες από αυτές της 2ης αντλίας, τότε εκκινεί η 2η αντλία. Αντίστοιχα, όταν οι ώρες της 1ης αντλίας είναι μικρότερες από αυτές της 2ης αντλίας, εκκινεί η 1η αντλία. Αυτό εξασφαλίζει ομοιόμορφη φθορά των αντλιών.

Για την οπτική απεικόνιση της λειτουργίας ή της κατάστασης των αντλιών, χρησιμοποιήθηκε ένα Unsigned 8-bit Tag για κάθε αντλία. Ανάλογα με τις τιμές που δέχεται το Tag, το χρώμα της αντίστοιχης αντλίας τροποποιείται, σύμφωνα με την ενότητα 3.4 "Απεικόνιση – Επεξήγηση στοιχείων".

Συγκεκριμένα, όταν το Tag λαμβάνει την τιμή 4, η αντίστοιχη αντλία απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα, ενώ όταν λαμβάνει την τιμή 16, απεικονίζεται με πράσινο χρώμα.

Πιο αναλυτικά, για την απεικόνιση της κατάστασης της αντλίας γεώτρησης, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    *****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PUMP1, PUMP2, FAIL1, FAIL2
    Dim EKK, EKK1, EKK2, EKK1_MAN, EKK2_MAN
    Dim WRES_ISES, WRES_P1, WRES_P2
    *****ΔΙΑΒΑΙΝΑ ΒΙΤ ΣΦΩΝ ΔΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    WRES_ISES = HMIRuntime.Tags("WRES_ISES_7").Read
    WRES_P1 = HMIRuntime.Tags("WRES_P1_7").Read
    WRES_P2 = HMIRuntime.Tags("WRES_P2_7").Read
    *****ΕΝΤΟΛΕΣ ΑΝΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****
    EKK = HMIRuntime.Tags("EKK_7").Read
    EKK1 = HMIRuntime.Tags("EKK1_7").Read
    EKK2 = HMIRuntime.Tags("EKK2_7").Read
    EKK1_MAN = HMIRuntime.Tags("EKK_M_1_7").Read
    EKK2_MAN = HMIRuntime.Tags("EKK_M_2_7").Read
    *****ΔΙΑΒΑΙΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    PUMP1 = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Read
    PUMP2 = HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Read
    FAIL1 = HMIRuntime.Tags("F_PUMP1_7").Read
    FAIL2 = HMIRuntime.Tags("F_PUMP2_7").Read
    *****ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    *****SET ONE AUTO*****
    If (EKK = 1 And WRES_ISES = 1 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0 And Not (WRES_P1 = 1 Or WRES_P2 = 1)) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
    ElseIf (EKK = 1 And WRES_P2 = 1 And PUMP2 = 4 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
    ElseIf (EKK = 1 And WRES_P1 = 1 And PUMP1 = 4 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
    *****RESET ΔΛΕ AUTO*****
    ElseIf (EKK = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 4
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 4
    *****SET P1 AUTO*****
    ElseIf (EKK1 = 1 And EKK = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 4
    *****SET P1 AUTO P2 FAIL*****
    ElseIf (EKK1 = 1 And EKK = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
    *****SET P1 MANUAL*****
    ElseIf (EKK1_MAN = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 4
    *****SET P1 MANUAL P2 FAIL*****
    ElseIf (EKK1_MAN = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
    *****RESET P1 AUTO*****
    ElseIf (EKK1 = 0 And EKK = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And (FAIL2 = 0 Or FAIL2 = 1)) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 4
    *****RESET P1 MANUAL*****
    ElseIf (EKK1_MAN = 0 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And (FAIL2 = 0 Or FAIL2 = 1)) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 4
    *****SET P2 AUTO*****
    ElseIf (EKK2 = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 4
    *****SET P2 AUTO P1 FAIL*****
    ElseIf (EKK2 = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 1 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
    *****SET P2 MANUAL*****
    ElseIf (EKK2_MAN = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 4
    *****SET P2 MANUAL P1 FAIL*****
    ElseIf (EKK2_MAN = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And FAIL1 = 1 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
    *****RESET P2 AUTO*****
    ElseIf (EKK2 = 0 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK1_MAN = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL2 = 0 And (FAIL1 = 0 Or FAIL1 = 1)) Then
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 4
    *****RESET P2 MANUAL*****
    ElseIf (EKK2_MAN = 0 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And FAIL2 = 0 And (FAIL1 = 0 Or FAIL1 = 1)) Then
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 4
    *****SET P1 AUTO P2 MANUAL*****
    ElseIf (EKK1 = 1 And EKK2_MAN = 1 And EKK = 0 And EKK2 = 0 And EKK1_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
    *****SET P2 AUTO P1 MANUAL*****
    ElseIf (EKK2 = 1 And EKK1_MAN = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2_MAN = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
    *****SET P1 & P2 MANUAL*****
    ElseIf (EKK1_MAN = 1 And EKK2_MAN = 1 And EKK = 0 And EKK1 = 0 And EKK2 = 0 And FAIL1 = 0 And FAIL2 = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 16
        HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 16
    End If
End Function
```

Για περίπτωση δυσλειτουργίας των αντλιών, αναπτύχθηκαν η παρακάτω εφαρμογές:

Για την πρώτη αντλία

```
Option Explicit
Function action
'*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
Dim PUMP, FAIL, STATUS
'*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ*****
PUMP = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Read
FAIL = HMIRuntime.Tags("F_PUMP1_7").Read
STATUS = HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_7").Read
'*****ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ*****
If (PUMP = 32 Or PUMP = 64 Or PUMP = 128) Then
    HMIRuntime.Tags("F_PUMP1_7").Write 1
    HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_7").Write 2
Elseif (PUMP = 4) Then
    HMIRuntime.Tags("F_PUMP1_7").Write 0
End If
End Function
```

Για την δεύτερη αντλία

```
Option Explicit
Function action
'*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
Dim PUMP, FAIL, STATUS
'*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ*****
PUMP = HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Read
FAIL = HMIRuntime.Tags("F_PUMP2_7").Read
STATUS = HMIRuntime.Tags("XEIR_P2_TSE_7").Read
'*****ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ*****
If (PUMP = 32 Or PUMP = 64 Or PUMP = 128) Then
    HMIRuntime.Tags("F_PUMP2_7").Write 1
    HMIRuntime.Tags("XEIR_P2_TSE_7").Write 2
Elseif (PUMP = 4) Then
    HMIRuntime.Tags("F_PUMP2_7").Write 0
End If
End Function
```

Στις περιπτώσεις που το αντίστοιχο Tag δεχτεί τις τιμές 32, 64, 128, απεικονίζει εναλλαγή μεταξύ κόκκινου και κίτρινου χρώματος, των αντλιών.

4.1.3 Ηλεκτροβάνες

Στην προσομοίωση του υδραυλικού δικτύου που έχουμε υλοποιήσει, ο Τοπικός Σταθμός Ελέγχου ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ (ΤΣΕ-1), ο οποίος τροφοδοτείται από το ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΒΟΥΝΟΥ (ΤΣΕ-7), λειτουργεί ως αποθήκη νερού για τις δεξαμενές ΠΑΡΑΛΙΑ 1 (ΤΣΕ-2) και ΠΑΡΑΛΙΑ 2 (ΤΣΕ-3), ανάλογα με τη ζήτηση νερού και την επιλογή λειτουργίας τους.

Για να επιτευχθεί αυτό, έχουν τοποθετηθεί δύο ηλεκτρικά ελεγχόμενες δικλείδες (ηλεκτροβάνες). Στη λειτουργία AUTO με βάση τη στάθμη, όταν η στάθμη της απομακρυσμένης δεξαμενής φτάσει στο επίπεδο της ζητούμενης στάθμης που έχει οριστεί από τον χειριστή, η ηλεκτροβάνα ανοίγει (OPEN) και κλείνει (CLOSE) όταν η απομακρυσμένη στάθμη φτάσει στο επίπεδο της επιθυμητής στάθμης που έχει οριστεί από τον χειριστή.

Αντίθετα, στη λειτουργία AUTO με χρήση φλοτέρ, όταν η στάθμη της απομακρυσμένης δεξαμενής φτάσει στο επίπεδο του φλοτέρ χαμηλής στάθμης, η ηλεκτροβάνα ανοίγει (OPEN) και κλείνει (CLOSE) όταν η απομακρυσμένη στάθμη φτάσει στο επίπεδο του φλοτέρ υψηλής στάθμης.

Στη λειτουργία MANUAL, ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να ανοίγει και να κλείνει τις ηλεκτροβάνες χειροκίνητα από το αντίστοιχο χειριστήριο.

Για να επιτευχθεί εντολή ανοίγματος με βάση τη στάθμη, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_1
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΕΣ*****
    Dim LIT_TSE_2, OPEN_VALUE_TSE_2, PREF_ORIO_TSE_2, OPEN_ELV_1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("PLC_1").Read
    LIT_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Read
    OPEN_VALUE_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("START_LIT_2").Read
    PREF_ORIO_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("PREF_LIT_2").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗ*****
    OPEN_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΣΤΑΘΜΗ*****
    If PLC_TSE_1 = 1 Then
        '*****ΕΝΤΟΛΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ HB1*****
        If (LIT_TSE_2 <= OPEN_VALUE_TSE_2) Then
            HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Write 1
        ElseIf (LIT_TSE_2 >= PREF_ORIO_TSE_2) Then
            HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Στην εφαρμογή αυτή πραγματοποιείται έλεγχος των τιμών των μεταβλητών της πραγματικής στάθμης της απομακρυσμένης δεξαμενής "LIT_TSE_2", της στάθμης ζήτησης νερού που έχει οριστεί από τον χειριστή "OPEN_VALUE_TSE_2" και της επιθυμητής στάθμης της απομακρυσμένης δεξαμενής που έχει οριστεί από τον χειριστή "PREF_ORIO_TSE_2".

Αν η τιμή της πραγματικής στάθμης "LIT_TSE_2" είναι μικρότερη ή ίση από την ορισμένη στάθμη ζήτησης νερού "OPEN_VALUE_TSE_2", τότε η μεταβλητή εντολής "OPEN_ELV_1" ενεργοποιείται και γίνεται ίση με 1.

Για επιλογή λειτουργίας με βάση το φλοτέρ, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_1
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΕΣ*****
    Dim LIT_TSE_2, OPEN_VALUE_TSE_2, CLOSE_VALUE_TSE_2
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΗΒ1*****
    Dim OPEN_ELV_1, MAN_START1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩΝ*****
    PLC_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("PLC_1").Read
    LIT_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Read
    OPEN_VALUE_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("LL_LIT_2").Read
    CLOSE_VALUE_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("HH_LIT_2").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΕΝΤΟΛΗΣ ΑΠΟ ΦΛΟΤΕΡ*****
    OPEN_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Read
    MAN_START1 = HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_S_1_1").Read
    '*****ΣΤΑΘΜΗ ΕΝΤΟΛΗΣ ΦΛΟΤΕΡ ΤΣΕ 2*****
    If (LIT_TSE_2 <= 160) Then
        HMIRuntime.Tags("LL_LIT_2").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("LL_LIT_2").Write 0
    End If
    If (LIT_TSE_2 >= 200) Then
        HMIRuntime.Tags("HH_LIT_2").Write 1
        HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_S_1_1").Write 0
    Else
        HMIRuntime.Tags("HH_LIT_2").Write 0
    End If
    '*****ΕΝΤΟΛΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΗΒ1*****
    If PLC_TSE_1 = 0 Then
        If (OPEN_VALUE_TSE_2 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Write 1
        ElseIf (CLOSE_VALUE_TSE_2 = 1) Then
            HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Στην περίπτωση που η επιλογή λειτουργίας είναι με φλοτέρ (PLC_TSE_7 = 0), αρχικά πραγματοποιείται ο έλεγχος της μεταβλητής της πραγματικής στάθμης της απομακρυσμένης δεξαμενής "LIT_TSE_2". Αν η τιμή είναι μικρότερη ή ίση του 160 που έχει οριστεί, τότε η μεταβλητή του φλοτέρ χαμηλής στάθμης ενεργοποιείται και γίνεται ίση με 1 ("LL_LIT_2=1"), διαφορετικά απενεργοποιείται και γίνεται ίση με 0 ("LL_LIT_2=0").

Αν η τιμή της πραγματικής στάθμης είναι μεγαλύτερη ή ίση του 200 που έχει οριστεί, τότε η μεταβλητή του φλοτέρ υψηλής στάθμης ενεργοποιείται και γίνεται ίση με 1 ("HH_LIT_=1"), ενώ η μεταβλητή της επιλογής χειροκίνητου ανοίγματος από τον χειριστή απενεργοποιείται και γίνεται ίση με 0 ("MAN_ELV_S_1_1=0"). Διαφορετικά, η μεταβλητή του φλοτέρ υψηλής στάθμης απενεργοποιείται και γίνεται ίση με 0 ("HH_LIT_=0").

Έπειτα πραγματοποιείται έλεγχος για την εντολή ανοίγματος της ηλεκτροβάνας HB1, βασιζόμενος στις τιμές των μεταβλητών του φλοτέρ χαμηλής στάθμης "OPEN_VALUE_TSE_2" και του φλοτέρ υψηλής στάθμης "CLOSE_VALUE_TSE_2". Αν η τιμή της μεταβλητής του φλοτέρ χαμηλής στάθμης είναι ενεργοποιημένη "OPEN_VALUE_TSE_2=1", τότε η μεταβλητή της εντολής ανοίγματος ενεργοποιείται και γίνεται ίση με 1 ("OPEN_ELV_1_1=1"). Αν η τιμή της μεταβλητής του φλοτέρ χαμηλής στάθμης είναι απενεργοποιημένη "CLOSE_VALUE_TSE_2=1", τότε η μεταβλητή της εντολής ανοίγματος απενεργοποιείται και γίνεται ίση με 0 ("OPEN_ELV_1_1=0").

Απαραίτητη προϋπόθεση για τα παραπάνω είναι ο διακόπτης της ηλεκτροβάνας να είναι στη θέση "AUTO" για αυτόματη λειτουργία ή στη θέση "MANUAL" για χειροκίνητη λειτουργία. Με την παρακάτω εφαρμογή γίνεται έλεγχος της κατάστασης της ηλεκτροβάνας σύμφωνα με το αντίστοιχο χειριστήριο.

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****'
    Dim STATUS1_TSE_1
    Dim AUTO_ELV_1
    Dim MAN_ELV_1, MAN_START1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BIT ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****'
    STATUS1_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("XEIR_HB_1_TSE_1").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ*****'
    AUTO_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("AUTO_ELV_1_1").Read
    MAN_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_1_1").Read
    MAN_START1 = HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_S_1_1").Read
    '*****ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ HB*****'
    '*****HB1 ΣΕ AUTO*****'
    If (STATUS1_TSE_1 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("AUTO_ELV_1_1").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("AUTO_ELV_1_1").Write 0
    End If
    '*****HB1 ΣΕ MANUAL*****'
    If (STATUS1_TSE_1 = 4 And MAN_START1 = 1) Then
        HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_1_1").Write 1
    Else
        HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_1_1").Write 0
    End If
End Function
```

Για το χειριστήριο της ηλεκτροβάνας χρησιμοποιείται ένα Unsigned 16-bit Tag, που λαμβάνει τιμές από το αντίστοιχο πλήκτρο που εμφανίζει τον κωδικό της ηλεκτροβάνας στο πάνω μέρος του χειριστηρίου.

Πραγματοποιείται ο έλεγχος της κατάστασης της βαλβίδας ELV1.1. Αν η τιμή του σήματος από το χειριστήριο είναι "STATUS1_TSE_1=1", που αντιστοιχεί στην αυτόματη λειτουργία, τότε η μεταβλητή για την αυτόματη λειτουργία ενεργοποιείται "AUTO_ELV_1_1=1", διαφορετικά απενεργοποιείται "AUTO_ELV_1_1=0".

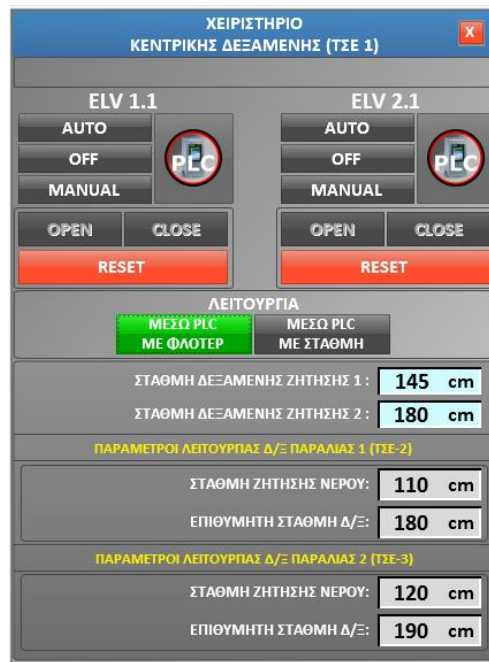
Αν η τιμή του σήματος από το χειριστήριο είναι "STATUS1_TSE_1=4" και η μεταβλητή για το χειροκίνητο άνοιγμα είναι ενεργοποιημένη "MAN_START1=1", τότε η μεταβλητή για τη χειροκίνητη λειτουργία ενεργοποιείται "MAN_ELV_1_1=1", αλλιώς απενεργοποιείται "MAN_ELV_1_1=0".

Σύμφωνα με τις παραπάνω εφαρμογές και με τις απαιτούμενες προϋποθέσεις για το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας, αναπτύχθηκαν εφαρμογές για τη λειτουργία AUTO με φлотέρ και λειτουργία AUTO με στάθμη, καθώς επίσης και για τη λειτουργία MANUAL με φлотέρ και λειτουργία MANUAL με στάθμη. Οι εντολές αυτές, με τη σειρά τους, ενεργοποιούν την εντολή ανοίγματος και κλεισίματος της ηλεκτροβάνας, ανάλογα με την επιλογή λειτουργίας από τον χειριστή.

Πιο αναλυτικά, για το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας σε λειτουργία AUTO με βάση το φлотέρ αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_1, COM_TSE_2, COM_TSE_1
    Dim OPEN_ELV_1, REAL_VALUE_TSE_1, LOW_LIT_TSE_1
    Dim EKK1, AUTO1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("PLC_1").Read
    COM_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("COMS_1").Read
    COM_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("COMS_2").Read
    REAL_VALUE_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    LOW_LIT_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("LL_ALARM_LIT_TSE_1").Read
    OPEN_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Read
    AUTO1 = HMIRuntime.Tags("AUTO_ELV_1_1").Read
    EKK1 = HMIRuntime.Tags("EKK1_1").Read
    '*****ΑΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    If (PLC_TSE_1 = 0) Then
        If (AUTO1 = 1 And OPEN_ELV_1 = 1 And COM_TSE_1 = 0 And COM_TSE_2 = 0 And Not REAL_VALUE_TSE_1 < LOW_LIT_TSE_1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK1_1").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK1_1").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Παρατηρούμε ότι τα απαραίτητα για το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας, είναι να έχει γίνει επιλογή λειτουργίας με φλοτέρ (PLC_TSE_1 = 0), το χειριστήριο να είναι σε αυτόματη λειτουργία (AUTO = 1) όπως ενδεικτικά φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 35) και να μην υπάρχει κάποια ενεργή βλάβη ή άλλη δυσλειτουργία της ηλεκτροβάνας, στην προκειμένη περίπτωση (COM_TSE_1 = 0 και COM_TSE_2 = 0) που δηλώνουν την ύπαρξη επικοινωνίας με τον αντίστοιχο ΤΣΕ.

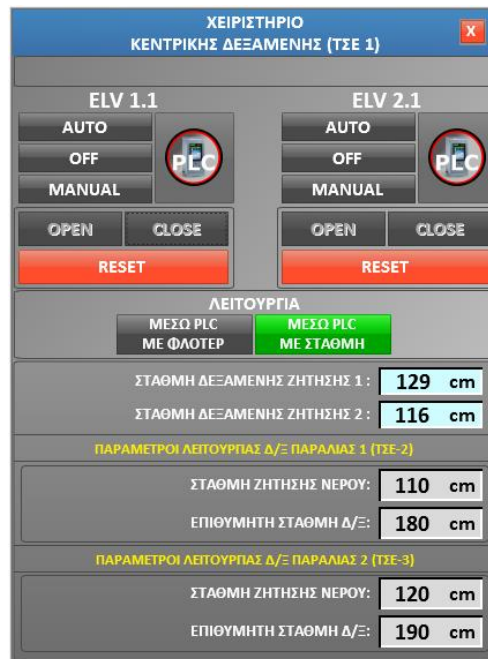


Εικόνα 35: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ELV 1.1 με λειτουργία AUTO με φλοτέρ.

Αντίστοιχα για άνοιγμα της ηλεκτροβάνας σε AUTO με βάση την στάθμη αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_1, COM_TSE_2, COM_TSE_1
    Dim OPEN_ELV_1, REAL_VALUE_TSE_1, LOW_LIT_TSE_1
    Dim EKK1, AUTO1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("PLC_1").Read
    COM_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("COMS_1").Read
    COM_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("COMS_2").Read
    REAL_VALUE_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    LOW_LIT_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("LL_ALARM_LIT_TSE_1").Read
    OPEN_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("OPEN_ELV_1_1").Read
    AUTO1 = HMIRuntime.Tags("AUTO_ELV_1_1").Read
    EKK1 = HMIRuntime.Tags("EKK1_1").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΤΑΘΜΗ*****
    If (PLC_TSE_1 = 1) Then
        If (AUTO1 = 1 And OPEN_ELV_1 = 1 And COM_TSE_1 = 0 And COM_TSE_2 = 0 And Not REAL_VALUE_TSE_1 < LOW_LIT_TSE_1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK1_1").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK1_1").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Τα απαραίτητα για το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας είναι ίδια με την λειτουργία AUTO με φλοτέρ, με την μόνη διαφορά να έχει γίνει επιλογή λειτουργίας με στάθμη PLC_TSE_1 = 1, όπως ενδεικτικά φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 36).



Εικόνα 36: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ELV 1.1 με λειτουργία AUTO με στάθμη..

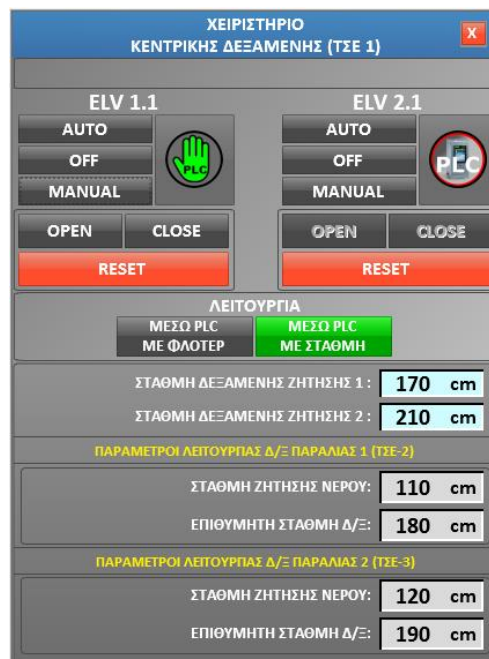
Για το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας σε MANUAL με φλοτέρ αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PLC_TSE_1, COM_TSE_1, COM_TSE_2
    Dim REAL_VALUE_TSE_1, LOW_LIT_TSE_1
    Dim EKK_MAN_1, MAN_ELV_1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****
    PLC_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("PLC_1").Read
    COM_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("COMS_1").Read
    COM_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("COMS_2").Read
    REAL_VALUE_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    LOW_LIT_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("LL_ALARM_LIT_TSE_1").Read
    MAN_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_1_1").Read
    EKK_MAN_1 = HMIRuntime.Tags("EKK_MAN_1_1").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****
    If (PLC_TSE_1 = 0) Then
        If (MAN_ELV_1 = 1 And COM_TSE_1 = 0 And COM_TSE_2 = 0 And Not REAL_VALUE_TSE_1 < LOW_LIT_TSE_1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_MAN_1_1").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_MAN_1_1").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Αντίστοιχα για το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας σε MANUAL με στάθμη αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****'
    Dim PLC_TSE_1, COM_TSE_1, COM_TSE_2
    Dim REAL_VALUE_TSE_1, LOW_LIT_TSE_1
    Dim EKK_MAN_1, MAN_ELV_1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ*****'
    PLC_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("PLC_1").Read
    COM_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("COMS_1").Read
    COM_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("COMS_2").Read
    REAL_VALUE_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    LOW_LIT_TSE_1 = HMIRuntime.Tags("LL_ALARM_LIT_TSE_1").Read
    MAN_ELV_1 = HMIRuntime.Tags("MAN_ELV_1_1").Read
    EKK_MAN_1 = HMIRuntime.Tags("EKK_MAN_1_1").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ*****'
    If (PLC_TSE_1 = 1) Then
        If (MAN_ELV_1 = 1 And COM_TSE_1 = 0 And COM_TSE_2 = 0 And Not REAL_VALUE_TSE_1 < LOW_LIT_TSE_1) Then
            HMIRuntime.Tags("EKK_MAN_1_1").Write 1
        Else
            HMIRuntime.Tags("EKK_MAN_1_1").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Και στις δύο περιπτώσεις, τα απαραίτητα για το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας είναι η επιλογή λειτουργίας με φλοτέρ (PLC_TSE_1 = 0) ή στάθμη (PLC_TSE_1 = 1), η ρύθμιση του χειριστηρίου σε χειροκίνητη λειτουργία (MAN = 1) όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 37), και η εντολή OPEN να έχει δοθεί από το αντίστοιχο πλήκτρο, ενώ δεν πρέπει να υπάρχει καμία ενεργή βλάβη ή δυσλειτουργία στην ηλεκτροβάνα. Στην προκειμένη περίπτωση (COM_TSE_1 = 0 και COM_TSE_2 = 0), που δηλώνουν ύπαρξη επικοινωνίας με τον αντίστοιχο ΤΣΕ.



Εικόνα 37: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ELV1.1 με λειτουργία MANUAL.

Για την οπτική αναπαράσταση του ανοίγματος ή κλεισίματος της ηλεκτροβάνας χρησιμοποιήθηκε ένα αναπαράστασης Unsigned 8-bit Tag. Ανάλογα με τις τιμές που λαμβάνει αυτό το Tag, το χρώμα της ηλεκτροβάνας τροποποιείται σύμφωνα με την ενότητα 3.4 "Απεικόνιση - Επεξήγηση στοιχείων".

Συγκεκριμένα, όταν το Tag λαμβάνει την τιμή 4, αναπαρίσταται το κλείσιμο της ηλεκτροβάνας με χρώμα κίτρινο, ενώ όταν λαμβάνει την τιμή 16, αναπαρίσταται το άνοιγμά της με χρώμα πράσινο.

Για την αναπαράσταση της κατάστασης της ηλεκτροβάνας, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣHMATA*****'
    Dim EKK, EKK_MAN, ELV, FAIL
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩN*****'
    EKK = HMIRuntime.Tags("EKK1_1").Read
    EKK_MAN = HMIRuntime.Tags("EKK_MAN_1_1").Read
    ELV = HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Read
    FAIL = HMIRuntime.Tags("F_ELV_1").Read
    '*****ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑΣ*****'
    If (EKK = 1 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 16
    ElseIf (EKK_MAN = 1 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 16
    ElseIf (EKK = 0 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 4
    ElseIf (EKK_MAN = 0 And FAIL = 0) Then
        HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 4
    End If
End Function
```

Για περίπτωση δυσλειτουργίας της αντλίας γεώτρησης, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣHMATA*****'
    Dim ELV, FAIL, STATUS
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩN*****'
    ELV = HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Read
    FAIL = HMIRuntime.Tags("F_ELV_1").Read
    STATUS = HMIRuntime.Tags("XEIR_HB_1_TSE_1").Read
    '*****ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑΣ*****'
    If (ELV = 32 Or ELV = 64 Or ELV = 128) Then
        HMIRuntime.Tags("F_ELV_1").Write 1
        HMIRuntime.Tags("XEIR_HB_1_TSE_1").Write 2
    ElseIf (ELV = 4) Then
        HMIRuntime.Tags("F_ELV_1").Write 0
    End If
End Function
```

Στις περιπτώσεις που το Tag δεχτεί τις τιμές 32, 64, 128, απεικονίζει εναλλαγή μεταξύ κόκκινου και κίτρινου χρώματος, της ηλεκτροβάνας.

4.1.4 Άλλες εφαρμογές λειτουργίας

Προκειμένου το σύστημά μας να μπορεί να προσομοιώνει με ακρίβεια τις πραγματικές συνθήκες, αναπτύχθηκαν επιπλέον εφαρμογές που σχετίζονται με τις στάθμες των δεξαμενών και την κατανάλωση, είτε με βάση τη λειτουργία των στοιχείων, είτε με βάση θεωρητικές ποσοστιαίες καταναλώσεις του πληθυσμού.

Πιο αναλυτικά, αναπτύχθηκαν οι παρακάτω εφαρμογές με σκοπό την προσομοίωση της μεταβολής των σταθμών των δεξαμενών που τροφοδοτούνται από αντλίες ή ηλεκτροβάνες σε άλλες δεξαμενές του συστήματός μας:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim REAL_VALUE, REM_LIT_TSE_2, REM_LIT_TSE_3, COMS
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ HV1*****
    Dim ELV1
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ HV2*****
    Dim ELV2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_1").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΤΑΘΜΕΩΝ*****
    REAL_VALUE = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    REM_LIT_TSE_2 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Read
    REM_LIT_TSE_3 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ HV*****
    ELV1 = HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Read
    ELV2 = HMIRuntime.Tags("HV_2_1").Read
    '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ HB1*****
    If COMS = 0 Then
        If (ELV1 = 16 And Not ELV2 = 2) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Write REM_LIT_TSE_2+5
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write REAL_VALUE-5
            '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ HB2*****
            ElseIf (ELV2 = 16 And Not ELV1 = 2) Then
                HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Write REM_LIT_TSE_3+5
                HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write REAL_VALUE-5
                '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ HB1+HB2*****
                ElseIf (ELV1 = 16 And ELV2 = 16) Then
                    HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Write REM_LIT_TSE_2+4
                    HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Write REM_LIT_TSE_3+4
                    HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write REAL_VALUE-8
                End If
            Else
                HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write -1
            End If
        End Function

Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim REAL_VALUE, REM_LIT, COMS
    Dim PUMP1, PUMP2
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩΝ*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_7").Read
    REAL_VALUE = HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Read
    REM_LIT = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    PUMP1 = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Read
    PUMP2 = HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Read
    '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΑΙΩΝ*****
    If COMS = 0 Then
        '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ PUMP 1*****
        If (PUMP1 = 16 And Not PUMP2 = 16) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write REM_LIT+5
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Write REAL_VALUE-5
            '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ PUMP 2*****
            ElseIf (PUMP2 = 16 And Not PUMP1 = 16) Then
                HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write REM_LIT+5
                HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Write REAL_VALUE-5
            '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ PUMP 1&2*****
            ElseIf (PUMP1 = 16 And PUMP2 = 16) Then
                HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write REM_LIT+8
                HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Write REAL_VALUE-8
            End If
        Else
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Write -1
        End If
    End Function
```

Για αυτές τις περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει καμία βλάβη στην επικοινωνία και ότι όλα τα στοιχεία (όπως αντλίες, ηλεκτροβάνες κλπ) λειτουργούν σωστά.

Οι παρακάτω εφαρμογές αναπτύχθηκαν με σκοπό την προσομοίωση της μεταβολής των σταθμών των δεξαμενών που τροφοδοτούνται από γεωτρήσεις:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim REM_LIT, COMS
    Dim PUMP_G1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩN*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_5").Read
    REM_LIT = HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Read
    PUMP_G1 = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Read
    '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ*****
    If COMS = 0 Then
        If (PUMP_G1 = 16) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Write REM_LIT+4
        End If
    End If
End Function

Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim REM_LIT, COMS
    Dim PUMP_G1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩN*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_6").Read
    REM_LIT = HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Read
    PUMP_G1 = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_6").Read
    '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ*****
    If COMS = 0 Then
        If (PUMP_G1 = 16) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_7").Write REM_LIT+7
        End If
    End If
End Function

Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim REM_LIT, COMS
    Dim PUMP_G1
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩN*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_8").Read
    REM_LIT = HMIRuntime.Tags("STATHMI_9").Read
    PUMP_G1 = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_8").Read
    '*****ΣΤΑΘΜΗ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ*****
    If COMS = 0 Then
        If (PUMP_G1 = 16) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_9").Write REM_LIT+6
        End If
    End If
End Function
```

Αντίστοιχα παρατηρούμε ότι, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να μην υπάρχει κάποια βλάβη επικοινωνίας και η αντλία της γεώτρησης να είναι σε λειτουργία.

Τέλος, για τις δεξαμενές που τροφοδοτούν θεωρητικό πληθυσμό στο σύστημά μας, αναπτυχθήκαν οι παρακάτω εφαρμογές:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ ΚΑΙ COM TEE_2*****
    Dim REAL_VALUE, COMS
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ TEE_2*****
    Dim FLOW
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩΝ*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_2").Read
    REAL_VALUE = HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Read
    FLOW = HMIRuntime.Tags("FLOW_TSE_2").Read
    '*****ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % TEE_2*****
    If COMS = 0 Then
        If (FLOW <= 25) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Write REAL_VALUE-1
        ElseIf ((FLOW > 25) And (FLOW <= 50)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Write REAL_VALUE-2
        ElseIf ((FLOW > 50) And (FLOW <= 75)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Write REAL_VALUE-3
        ElseIf ((FLOW > 75) And (FLOW <= 100)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Write REAL_VALUE-4
        End If
    Else
        HMIRuntime.Tags("STATHMI_2").Write -1
    End If
End Function

Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ ΚΑΙ COM TEE_3*****
    Dim REAL_VALUE, COMS
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ TEE_3*****
    Dim FLOW
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩΝ*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_3").Read
    REAL_VALUE = HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Read
    FLOW = HMIRuntime.Tags("FLOW_TSE_3").Read
    '*****ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % TEE_3*****
    If COMS = 0 Then
        If (FLOW <= 25) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Write REAL_VALUE-1
        ElseIf ((FLOW > 25) And (FLOW <= 50)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Write REAL_VALUE-2
        ElseIf ((FLOW > 50) And (FLOW <= 75)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Write REAL_VALUE-3
        ElseIf ((FLOW > 75) And (FLOW <= 100)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Write REAL_VALUE-4
        End If
    Else
        HMIRuntime.Tags("STATHMI_3").Write -1
    End If
End Function

Option Explicit
Function action
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ ΚΑΙ COM TEE_4*****
    Dim REAL_VALUE, COMS
    '*****BOHΘHTIKA ΓΙΑ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ TEE_4*****
    Dim FLOW
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ BOHΘHTIKΩΝ*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_4").Read
    REAL_VALUE = HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Read
    FLOW = HMIRuntime.Tags("FLOW_TSE_4").Read
    '*****ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % TEE_4*****
    If COMS = 0 Then
        If (FLOW <= 25) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Write REAL_VALUE-1
        ElseIf ((FLOW > 25) And (FLOW <= 50)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Write REAL_VALUE-2
        ElseIf ((FLOW > 50) And (FLOW <= 75)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Write REAL_VALUE-3
        ElseIf ((FLOW > 75) And (FLOW <= 100)) Then
            HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Write REAL_VALUE-4
        End If
    Else
        HMIRuntime.Tags("STATHMI_4").Write -1
    End If
End Function
```

Και σε αυτή την περίπτωση, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να μην υπάρχει κάποια βλάβη επικοινωνίας και να έχει οριστεί κάποιο ποσοστό κατανάλωσης στην μεταβλητή FLOW, από το χειριστήριο Administrator που θα δούμε παρακάτω.

4.2 Εφαρμογές χειρισμών

Οι εφαρμογές χειρισμών προσφέρουν στον χειριστή του συστήματος τη δυνατότητα να αλληλοεπιδρά με διάφορα στοιχεία που απαρτίζουν το σύστημα, όπως αντλίες, βάνες και άλλα. Αυτές οι εφαρμογές διευκολύνουν την αποστολή εντολών προς αυτά τα στοιχεία, επιτρέποντας στον χειριστή να προβεί σε διάφορες ενέργειες.

Μέσω των εφαρμογών χειρισμών, ο χειριστής μπορεί να εκτελέσει εντολές όπως ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των αντλιών, άνοιγμα ή κλείσιμο των βαλβίδων, αλλαγή παραμέτρων λειτουργίας και πολλές άλλες ενέργειες που επηρεάζουν τη λειτουργία του συστήματος.

Οι εντολές αυτές μεταφέρονται μέσω των χειριστηρίων στα αντίστοιχα στοιχεία του συστήματος, τα οποία ανταποκρίνονται αναλόγως.

Χρησιμοποιώντας σαν παράδειγμα το χειριστήριο της Γ/Σ ΑΝΩ ΧΩΡΙΟΥ (ΤΣΕ-5) όπως ενδεικτικά φαίνεται στην εικόνα (38), παρατηρούμε ότι οι εφαρμογές χειρισμών χωρίζονται σε εφαρμογές χειρισμών επιλογής τρόπου λειτουργίας, επιλογής κατάστασης λειτουργίας, επιλογής έναρξης και στάσης λειτουργίας και εφαρμογές χειρισμών με εισαγωγή τιμών.



Εικόνα 38: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ΤΣΕ-5.

Πιο αναλυτικά:

4.2.1 Χειρισμοί επιλογής τρόπου λειτουργίας

Οι εφαρμογές χειρισμού επιλογής τρόπου λειτουργίας, αναπτυχθήκαν με σκοπό να δίνουν στο χειριστή την δυνατότητα να επιλέξει τον τρόπο λειτουργίας των αντίστοιχων στοιχείων, όταν η κατάσταση αυτόματης λειτουργίας είναι επιλεγμένη.

Όταν ο χειριστής επιλέξει το πλήκτρο ΜΕΣΟ PLC ΜΕ ΣΤΑΘΜΗ, τότε το σήμα του τρόπου λειτουργίας ενεργοποιείται και το αντίστοιχο στοιχείο είναι σε αυτόματη λειτουργία, σύμφωνα με την επιθυμητή στάθμη.

```
Sub OnClick(ByVal Item)  
    HMIRuntime.Tags("PLC_5").Write 1  
End Sub
```

Όταν ο χειριστής επιλέξει το πλήκτρο ΜΕΣΟ PLC ΜΕ ΦΛΟΤΕΡ, τότε το σήμα του τρόπου λειτουργίας απενεργοποιείται και το αντίστοιχο στοιχείο είναι σε αυτόματη λειτουργία, σύμφωνα με το φλοτέρ.

```
Sub OnClick(ByVal Item)  
    HMIRuntime.Tags("PLC_5").Write 0  
End Sub
```

4.2.2 Χειρισμοί κατάστασης λειτουργίας

Οι εφαρμογές χειρισμού για την επιλογή της κατάστασης λειτουργίας αναπτύχθηκαν με σκοπό να παρέχουν στον χειριστή τη δυνατότητα να επιλέγει την επιθυμητή λειτουργία των αντίστοιχων στοιχείων.

Όταν ο χειριστής επιλέγει το πλήκτρο "AUTO", τότε το Unsigned 16-bit Tag "XEIR_P1_TSE_5" που χρησιμοποιείται για την κατάσταση λειτουργίας του στοιχείου, λαμβάνει την τιμή 1, θέτοντας έτσι το στοιχείο σε αυτόματη λειτουργία.

```
Sub OnClick(Byval Item)  
    HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_5").Write 1  
End Sub
```

Όταν ο χειριστής επιλέξει το πλήκτρο OFF, τότε το Unsigned 16-bit Tag "XEIR_P1_TSE_5" που χρησιμοποιείται για την κατάσταση λειτουργίας του στοιχείου, λαμβάνει την τιμή 2, θέτοντας έτσι το στοιχείο σε κατάσταση αδράνειας.

```
Sub OnClick(Byval Item)  
    HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_5").Write 2  
End Sub
```

Όταν ο χειριστής επιλέξει το πλήκτρο MANUAL, τότε το Unsigned 16-bit Tag "XEIR_P1_TSE_5" που χρησιμοποιείται για την κατάσταση λειτουργίας του στοιχείου, λαμβάνει την τιμή 4, θέτοντας έτσι το στοιχείο σε κατάσταση χειροκίνητης λειτουργίας.

```
Sub OnClick(Byval Item)
    HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_5").Write 4
End Sub
```

4.2.3 Χειρισμοί έναρξης και στάσης λειτουργίας

Οι εφαρμογές χειρισμού για την επιλογή έναρξης και παύσης λειτουργίας αναπτύχθηκαν με σκοπό να παρέχουν στον χειριστή τη δυνατότητα να επιλέγει την εκκίνηση ή την αδράνεια των αντίστοιχων στοιχείων, όταν η λειτουργία χειροκίνητης επιλεγεί.

Όταν ο χειριστής επιλέγει το πλήκτρο "START", τότε ενεργοποιείται το σήμα εντολής για τη χειροκίνητη έναρξη του στοιχείου.

```
Sub OnClick(ByVal Item)
    HMIRuntime.Tags("MAN_S_5").Write 1
End Sub
```

Όταν ο χειριστής επιλέξει το πλήκτρο STOP, τότε το σήμα εντολής για χειροκίνητη εκκίνηση του στοιχείου απενεργοποιείται.

```
Sub OnClick(ByVal Item)
    HMIRuntime.Tags("MAN_S_5").Write 0
End Sub
```

4.2.4 Χειρισμοί εισαγωγής τιμών

Όπως αναφέρεται και στην ενότητα 3.5 "Παράμετροι λειτουργίας των σταθμών" στο αυτόματο σενάριο λειτουργίας, τα στοιχεία λειτουργούν βάσει των ορίων που έχουν οριστεί για τις παραμέτρους.

Οι εφαρμογές χειρισμού εισαγωγής τιμών αναπτύχθηκαν με σκοπό να παρέχουν στον χειριστή τη δυνατότητα να αλλάξει τις παραμέτρους λειτουργίας των αντίστοιχων στοιχείων, όταν ο τρόπος λειτουργίας είναι με βάση τη στάθμη και η κατάσταση αυτόματης λειτουργίας είναι επιλεγμένη.

4.3 Εφαρμογές καταγράφων

Οι εφαρμογές καταγράφων αναπτύχθηκαν με σκοπό να παρέχουν άμεση πληροφόρηση σχετικά με την εκτέλεση των εντολών που έχουν σταλεί από τον χειριστή. Αυτές οι καταγραφές αποτυπώνονται ως μηνύματα και εμφανίζονται στο παράθυρο μηνυμάτων (όπως φαίνεται στην εικόνα 14) του αντίστοιχου σταθμού.

Το παράθυρο μηνυμάτων λειτουργεί ως μια διεπαφή επικοινωνίας μεταξύ του συστήματος SCADA και του χειριστή. Όταν ο χειριστής στέλνει εντολές στο σύστημα, αυτές οι εντολές καταγράφονται και εμφανίζονται στο παράθυρο μηνυμάτων για να επιβεβαιωθεί η παραλαβή και εκτέλεσή τους από το σύστημα.

Συνολικά, οι εφαρμογές καταγράφων παρέχουν έναν τρόπο άμεσης απεικόνισης και επαλήθευσης των εντολών χειρισμού που στέλνονται στο σύστημα SCADA, προσφέροντας ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διαχείριση και τον έλεγχο των χειρισμών σε διάφορους τομείς εφαρμογής.

Όπως και παραπάνω, χρησιμοποιώντας σαν παράδειγμα το χειριστήριο της Γ/Σ ΑΝΩ ΧΩΡΙΟΥ (ΤΣΕ-5) όπως ενδεικτικά φαίνεται στην εικόνα (27), παρατηρούμε ότι οι εφαρμογές καταγράφων χωρίζονται σε καταγραφές χειρισμών, καταγραφές παραμέτρων λειτουργίας και καταγραφές λειτουργίας στοιχείων.

Πιο αναλυτικά:

4.3.1 Καταγραφές εντολών

Όταν ο χρήστης κάνει κλικ (αμέσως πάτημα) σε ένα πλήκτρο του χειριστηρίου, ορίζει μια προκαθορισμένη τιμή που αντιστοιχεί σε ένα μη Unsigned 32-bit value Tag (SET).

Λόγω του μεγάλου αριθμού εντολών, σε κάθε Τοπικό Σταθμό Ελέγχου (ΤΣΕ) έχουν οριστεί δύο Unsigned 32-bit value Tag με τα ονόματα "CONTROL_TSE_x" και "CONTROL1_TSE_x" αντίστοιχα.

Η προκαθορισμένη τιμή που αντιστοιχεί στα αντίστοιχα Tag, κατά την ενεργοποίησή τους, αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων του συστήματος και εμφανίζεται το αντίστοιχο μήνυμα της εντολής στο παράθυρο μηνυμάτων του σταθμού.

Όταν ο χρήστης αφήνει το πλήκτρο μετά από ένα κλικ (αμέσως πάτημα) σε ένα πλήκτρο του χειριστηρίου, το αντίστοιχο Unsigned 32-bit value Tag διαγράφεται (RESET).

Για την καταγραφή της εντολής λειτουργίας με φλοτέρ στο παράδειγμά μας, έχει αναπτυχθεί η παρακάτω εφαρμογή:

```
Sub OnLButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2
.....'SET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 Or 1
HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub
```

Παρατηρούμε ότι η προκαθορισμένη τιμή του Unsigned 32-bit value Tag "CONTROL1_TSE_5" είναι το 1 και επιστρέφει το μήνυμα «Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Εντολή λειτουργίας Γ/Σ με φλοτέρ».

Για το RESET της καταγραφής της εντολής αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Sub OnLButtonUp(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2
.....'RESET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 And (&HFFFFFFF Xor 1)
HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub
```

Για την καταγραφή της εντολής λειτουργίας με στάθμη στο παράδειγμα μας αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Sub OnLButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2
.....'SET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 Or 2
HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub
```

Παρατηρούμε ότι η προκαθορισμένη τιμή του Unsigned 32-bit value Tag "CONTROL1_TSE_5" είναι το 2 και επιστρέφει το μήνυμα «Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Εντολή λειτουργίας Γ/Σ με στάθμη».

Για το RESET της καταγραφής της εντολής αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Sub OnLButtonUp(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2
.....'RESET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 And (&HFFFFFFF Xor 2)
HMIRuntime.Tags("CONTROL1_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub
```

Για την καταγραφή της εντολής κατάστασης λειτουργίας σε AUTO, OFF και MANUAL στο παράδειγμα μας αναπτύχθηκαν η παρακάτω εφαρμογές:

```
Sub OnLButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'SET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 Or 1
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

Sub OnLButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'SET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 Or 2
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

Sub OnLButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'SET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 Or 4
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub
```

Παρατηρούμε ότι η προκαθορισμένη τιμή του Unsigned 32-bit value Tag "CONTROL_TSE_5" είναι το 1 για AUTO, το 2 για OFF και το 4 για MANUAL και επιστρέφει τα μηνύματα «Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Η Γ/Σ τέθηκε σε κατάσταση AUTO.», «Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Η Γ/Σ τέθηκε σε κατάσταση OFF.» και «Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Η Γ/Σ τέθηκε σε κατάσταση MANUAL.» αντίστοιχα.

Για το RESET της καταγραφής της εντολής αναπτύχθηκαν η παρακάτω εφαρμογές:

```
Sub OnLButtonUp(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'RESET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 And (&HFFFFFFF Xor 1)
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

Sub OnLButtonUp(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'RESET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 And (&HFFFFFFF Xor 2)
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub
```

```

Sub OnLButtonUp(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'RESET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 And (&HFFFFFFF Xor 4)
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

```

Για την καταγραφή της εντολής εκκίνησης και παύσης λειτουργίας του στοιχείου σε MANUAL στο παράδειγμα μας αναπτύχθηκαν η παρακάτω εφαρμογές:

```

Sub OnLButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'SET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 Or 8
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

Sub OnLButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'SET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 Or 16
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

```

Παρατηρούμε ότι η προκαθορισμένη τιμή του Unsigned 32-bit value Tag "CONTROL_TSE_5" είναι το 8 για START και το 16 για STOP και επιστρέφει τα μηνύματα «Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Εντολή εκκίνησης Γ/Σ.» και «Πραγματοποιήθηκε χειρισμός. Εντολή παύσης Γ/Σ.» αντίστοιχα.

Για το RESET της καταγραφής της εντολής αναπτύχθηκαν η παρακάτω εφαρμογές:

```

Sub OnLButtonUp(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'RESET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 And (&HFFFFFFF Xor 8)
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

Sub OnLButtonUp(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim dwHelp1,dwHelp2

.....'RESET BIT'.....
dwHelp1 =HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Read
dwHelp2 =dwHelp1 And (&HFFFFFFF Xor 16)
HMIRuntime.Tags("CONTROL_TSE_5").Write dwHelp2
.....
End Sub

```

Με τον ίδιο ακριβός τρόπο αναπτύχθηκαν οι εφαρμογές καταγράφων των εντολών και στους υπολοίπους 8 Τοπικούς Σταθμούς (ΤΣΕ).

Στο παράδειγμά μας, για την καταγραφή των συνολικών και ημερήσιων ωρών λειτουργίας αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****BOHIHTIKA ANTΛΙΑΣ*****
    Dim D1, H1, PUMP_P1_TSE_5
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ANTΛΙΑΣ*****
    PUMP_P1_TSE_5 = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Read
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΩΡΩΝ ANTΛΙΑΣ*****
    D1 = HMIRuntime.Tags("DAY_HOURS_P1_5").Read
    H1 = HMIRuntime.Tags("HOURS_P1_5").Read
    '*****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ANTΛΙΑΣ*****
    If (PUMP_P1_TSE_5 = 16) Then
        HMIRuntime.Tags("DAY_HOURS_P1_5").Write D1+0.1
        HMIRuntime.Tags("HOURS_P1_5").Write H1+0.1
    End If
End Function
```

Με την εφαρμογή αυτή, κάθε φορά που εκκινεί το στοιχείο του ΤΣΕ, καταγράφονται οι ώρες λειτουργίας και αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων. Οι συνολικές και ημερήσιες ώρες λειτουργίας απεικονίζονται στα αντίστοιχα πεδία του χειριστηρίου του στοιχείου.

Κάθε 24 ώρες, οι ημερήσιες ώρες λειτουργίας επαναφέρονται στο 0, προκειμένου να έχουμε ένα εύρος ημερήσιας λειτουργίας του στοιχείου ανά ημέρα, ενώ οι συνολικές ώρες προστίθενται αριθμητικά από την αρχή της λειτουργίας του στοιχείου.

Για την καταγραφή των εκκινήσεων, έχει αναπτυχθεί η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****VOITHITIKA ANTΛΙΑΣ*****
    Dim PUMP, EKK, D
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ANTΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΝ*****
    PUMP = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Read(1)
    EKK = HMIRuntime.Tags("START_P1_5").Read(1)
    D = HMIRuntime.Tags("DAY_STARTS_P1_5").Read(1)
    '*****ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ*****
    If (PUMP = 16) Then
        HMIRuntime.Tags("START_P1_5").Write EKK+1
        HMIRuntime.Tags("DAY_STARTS_P1_5").Write D+1
    End If
End Function
```

Όπως και με τις ώρες λειτουργίας, έτσι και με τις εκκινήσεις, με κάθε λειτουργία του στοιχείου προτίθεται συν 1 εκκίνηση. Οι ημερήσιες και συνολικές εκκινήσεις καταγράφονται και απεικονίζονται στο αντίστοιχο χειριστήριο.

Τέλος για την καταγραφή της ημερήσιας και συνολικής παροχής αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
Dim FIT
'*****PROSTHESI TIMWN DAY FIT TSE_5*****
Dim DAY_FIT
DAY_FIT = HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_1_5").Read
HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_1_5").Write (FIT / 60) + DAY_FIT
End If
End Function
```

Με την εφαρμογή αυτή καταγράφεται η στιγμιαία παροχή, η οποία αφού διαιρεθεί ανά ώρα, προστίθεται στην ημερήσια παροχή.

Αντίστοιχα έχουν αναπτυχθεί οι εφαρμογές καταγράφων λειτουργίας, για όλα τα υπόλοιπα στοιχεία του συστήματός μας.

4.4 Εφαρμογές τυχαίων τιμών

Οι εφαρμογές τυχαίων τιμών αναπτύχθηκαν για να αντιμετωπιστεί η ανάγκη για προσομοίωση των τιμών από αναλογικά σήματα. Όταν οι εφαρμογές SCADA λειτουργούν σε περιβάλλοντα όπου δεν υπάρχει φυσικός PLC που να παρέχει ζωντανές τιμές από τα αναλογικά σήματα, οι εφαρμογές τυχαίων τιμών μπορούν να προσομοιώσουν αυτές τις τιμές για αναφορά και ανάλυση.

Οι εφαρμογές που αναπτυχθήκαν χωρίζονται σε τυχαίες τιμές παροχών, τυχαίες τιμές πιέσεων και τυχαίες τιμές πιοτιών χαρακτηριστικών.

Πιο αναλυτικά:

4.4.1 Τυχαίες τιμές παροχών

Οι τυχαίες τιμές παροχών χωρίζονται σε δυο κατηγορίες

- α) Παροχές κατανάλωσης
- β) Παροχές από στοιχεία

Για της παροχές κατανάλωσης αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****VOITHITIKA GIA KATANALOSH TSE_2*****
    Dim FLOW, FIT, COMS
    '*****VOITHITIKA GIA RAND TIMES TSE_2*****
    Dim MAX, MIN
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_2").Read
    '*****DIAVASMA POSOSTOY KATANALOSH*****
    FLOW = HMIRuntime.Tags("FLOW_TSE_2").Read
    '*****DIAVASMA PAROXHS EKSODOY TSE_2*****
    FIT = HMIRuntime.Tags("FIT_1_2").Read
    '*****KATANALOSH ANALOGA ME TO POSOSTO % TSE_2*****
    If COMS = 0 Then
        If (FLOW <= 25) Then
            MAX = 12.50
            MIN = 11.90
            HMIRuntime.Tags("FIT_1_2").Write ((MAX - MIN) * Rnd + MIN)
        Else If ((FLOW > 25) And (FLOW <= 50)) Then
            MAX = 25.00
            MIN = 24.80
            HMIRuntime.Tags("FIT_1_2").Write ((MAX - MIN) * Rnd + MIN)
        Else If ((FLOW > 50) And (FLOW <= 75)) Then
            MAX = 37.50
            MIN = 36.90
            HMIRuntime.Tags("FIT_1_2").Write ((MAX - MIN) * Rnd + MIN)
        Else If ((FLOW > 75) And (FLOW <= 100)) Then
            MAX = 49.90
            MIN = 49.20
            HMIRuntime.Tags("FIT_1_2").Write ((MAX - MIN) * Rnd + MIN)
        End If
    End If
    '*****PROSTHESI TIMWN DAY FIT TSE_2*****
    Dim DAY_FIT
    DAY_FIT = HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_1_2").Read
    HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_1_2").Write (FIT / 60) + DAY_FIT
End If
End Function
```

Παρατηρούμε ότι, ανάλογα με το ποσοστό της κατανάλωσης, οι τυχαίες τιμές που καταγράφονται ορίζονται από δύο προκαθορισμένες τιμές, το MIN και το MAX.

Όσο αυξάνεται το ποσοστό της κατανάλωσης, τόσο αυξάνονται και οι τιμές του MIN και του MAX, προκειμένου να έχουμε μια πιο αληθοφανή προσομοίωση των τιμών στο σύστημά μας.

Για τις παροχές στοιχείων αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****VOITHITIKA GIA ANTLIES*****
    Dim G_1, COMS
    '*****VOITHITIKA GIA RAND TIMES*****
    Dim MAX, MIN, PIT
    '*****DIAVASMA TIMWN ORGANWN*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_5").Read
    PIT = HMIRuntime.Tags("PIT_1_5").Read
    G_1 = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Read
    '*****PROSOMIOSH TIMWN PH*****
    If COMS = 0 Then
        If (G_1 = 16) Then
            MAX = 5.30
            MIN = 4.83
            HMIRuntime.Tags("PIT_1_5").Write ((MAX - MIN) * Rnd + MIN)
        Else
            HMIRuntime.Tags("PIT_1_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Αντίστοιχα για την προσομοίωση των παροχών των στοιχείων, οι τυχαίες τιμές που καταγράφονται, ορίζονται από δυο προκαθορισμένες τιμές MIN και MAX οι οποίες αντιστοιχούν σε πραγματικές τιμές απόκλισης, από πραγματικές μετρήσεις που έχουν λάβει τόπο σε σύστημα SCADA με PLC.

4.4.2 Τυχαίες τιμές πιέσεων

Για τις τυχαίες τιμές των πιέσεων των στοιχείων, αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****VOITHITIKA GIA ANTLIES*****
    Dim G_1, COMS
    '*****VOITHITIKA GIA RAND TIMES*****
    Dim MAX, MIN, PIT
    '*****DIAVASMA TIMWN ORGANWN*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_5").Read
    PIT = HMIRuntime.Tags("PIT_1_5").Read
    G_1 = HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Read
    '*****PROSOMIOSH TIMWN PH*****
    If COMS = 0 Then
        If (G_1 = 16) Then
            MAX = 5.30
            MIN = 4.83
            HMIRuntime.Tags("PIT_1_5").Write ((MAX - MIN) * Rnd + MIN)
        Else
            HMIRuntime.Tags("PIT_1_5").Write 0
        End If
    End If
End Function
```

Και σε αυτή την περίπτωση, οι τυχαίες τιμές που καταγράφονται, ορίζονται από δυο προκαθορισμένες τιμές MIN και MAX οι οποίες αντιστοιχούν σε πραγματικές τιμές απόκλισης, από πραγματικές μετρήσεις που έχουν λάβει τόπο σε σύστημα SCADA με PLC.

4.4.3 Τυχαίες τιμές πιετικών χαρακτηριστικών

Για τις τυχαίες τιμές των πιετικών χαρακτηριστικών, αναπτύχθηκαν οι παρακάτω εφαρμογές:

Για το PH

```
Option Explicit
Function action
    '*****VOITHITIKA GIA TIMES*****
    Dim PH, COMS
    '*****VOITHITIKA GIA RAND TIMES*****
    Dim MAX, MIN
    '*****DIAVASMA TIMWN ORGANWN*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_4").Read
    PH = HMIRuntime.Tags("PH_4").Read
    '*****PROSOMIOSH TIMWN PH*****
    If COMS = 0 Then
        MAX = 8.60
        MIN = 8.30
        HMIRuntime.Tags("PH_4").Write ((MAX - MIN) * Rnd + MIN)
    End If
End Function
```

Για το χλώριο

```
Option Explicit
Function action
Dim CL_P_TSE_4, COMS
''''''VOITHITIKA GIA TIMES''''''
Dim PPM_4, Y_CL_4
''''''VOITHITIKA GIA RAND TIMES''''''
Dim MAX_4, MIN_4
''''''DIAVASMA KATASTASHS ANTLIAS CL''''''
CL_P_TSE_4 = HMIRuntime.Tags("CL_4").Read
''''''DIAVASMA TIMWN ORGANWN''''''
Y_CL_4 = HMIRuntime.Tags("Y_CL_4").Read
PPM_4 = HMIRuntime.Tags("PPM_4").Read
COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_4").Read
''''''PROSOMIOSH TIMWN DOS ANTLIAS''''''
If COMS = 0 Then
If (CL_P_TSE_4 = 1) Then
MAX_4 = 77.50
MIN_4 = 65.20
HMIRuntime.Tags("Y_CL_4").Write ((MAX_4 - MIN_4) * Rnd + MIN_4)
Else
HMIRuntime.Tags("Y_CL_4").Write 0
End If
''''''PROSOMIOSH TIMWN PPM''''''
MAX_4 = 0.32
MIN_4 = 0.25
If (CL_P_TSE_4 = 1 And PPM_4 >= MIN_4) Then
HMIRuntime.Tags("PPM_4").Write ((MAX_4 - MIN_4) * Rnd + MIN_4)
Else If (CL_P_TSE_4 = 1 And PPM_4 < MIN_4) Then
HMIRuntime.Tags("PPM_4").Write PPM_4 + 0.05
Else If (CL_P_TSE_4 = 0 And PPM_4 <= 0) Then
HMIRuntime.Tags("PPM_4").Write 0
Else
HMIRuntime.Tags("PPM_4").Write PPM_4 - 0.02
End If
End If
End If
End If
End Function
```

Και στις δύο περιπτώσεις, οι τυχαίες τιμές που καταγράφονται ορίζονται από δύο προκαθορισμένες τιμές, το MIN και το MAX, οι οποίες αντιστοιχούν σε πραγματικές τιμές απόκλισης, που προκύπτουν από πραγματικές μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε συστήματα SCADA με PLC.

Σχετικά με το χλώριο, παρατηρούμε ότι σε περίπτωση μη λειτουργίας της δοσομετρικής αντλίας χλωρίου, η τιμή του υπολειμματικού χλωρίου στη δεξαμενή μειώνεται αριθμητικά μέχρι να φτάσει στο μηδέν, σύμφωνα πάντα με τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Με την ίδια λογική, αναπτύχθηκαν εφαρμογές για την καταγραφή τυχαίων τιμών σε όλους τους υπόλοιπους Τοπικούς Σταθμούς Ελέγχου (ΤΣΕ) του συστήματός μας.

4.5 Εφαρμογές βλαβών

Οι εφαρμογές βλαβών αναπτύχθηκαν με σκοπό να παρέχουν απεικόνιση και ενημέρωση στους χειριστές σχετικά με τις επικείμενες βλάβες που μπορεί να εμφανιστούν στο σύστημα.

Συνήθως εμφανίζουν πληροφορίες σχετικά με τον τύπο της βλάβης, την τοποθεσία, την έκταση και τον χρόνο εμφάνισής της. Επιπλέον, μπορεί να παρέχουν πρόσθετες πληροφορίες όπως την πιθανή αιτία της βλάβης. Επιτρέπουν στους χειριστές να αντιληφθούν αμέσως τις προβληματικές καταστάσεις και να λάβουν τις απαραίτητες δράσεις για την αντιμετώπισή τους.

Οι εφαρμογές βλαβών που αναπτύχθηκαν χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- α) Σε βλάβες επικοινωνίας
- β) Σε βλάβες λειτουργίας στοιχείων
- γ) Σε βλάβες γενικές

Για την προσομοίωσή μας και εξαιτίας της έλλειψης ενός πραγματικού PLC για τη λήψη πραγματικών τιμών, δημιουργήσαμε έναν χειριστήριο Διαχειριστή (Administrator), όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικ. 39).

ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ								
ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΣΕ								
ΤΣΕ 1	ΤΣΕ 2	ΤΣΕ 3	ΤΣΕ 4	ΤΣΕ 5	ΤΣΕ 6	ΤΣΕ 7	ΤΣΕ 8	ΤΣΕ 9
ΒΛΑΒΕΣ ΣΗΜΑΤΩΝ								
ΕΠΙΚΟΙΝΟΝΙΑΣ		ΕΠΙΚΟΙΝ. ΔΕ ΚΑΤ 1		ΕΠΙΚΟΙΝ. ΔΕ ΚΑΤ 2				
ΠΟΡΤΑ		UPS <85%		UPS		ΔΕΗ		
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ								
ΤΣΕ 2 ΠΑΡΑΛΙΑ 1	60 %	ΤΣΕ 3 ΠΑΡΑΛΙΑ 2	35 %	ΤΣΕ 4 ΑΝΩ ΧΩΡΙΟ	40 %	ΤΣΕ 9 ΑΓΡΟΥ	28 %	
ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ								
ΒΛΑΒΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ 1		ΒΛΑΒΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ 1		ΒΛΑΒΗ ΕΠΙΤΗΡΗΤΗ 1				
ΒΛΑΒΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ 2		ΒΛΑΒΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ 2		ΒΛΑΒΗ ΕΠΙΤΗΡΗΤΗ 2				

Εικόνα 39: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου διαχειριστή.

Μέσω αυτού του χειριστηρίου, μόνο ο χειριστής με δικαιώματα διαχειριστή έχει τη δυνατότητα να επιλέξει κάποια από τις βλάβες. Ο χειριστής μπορεί να επιλέξει πρώτα τον ΤΣΕ που επιθυμεί και έπειτα να επιλέξει την αντίστοιχη βλάβη, με σκοπό την προσομοίωση αυτών των βλαβών στο σύστημά μας.

Πιο αναλυτικά:

4.5.1 Βλάβες επικοινωνίας

Για τις βλάβες που αφορούν την επικοινωνία των ΤΣΕ με το κεντρικό σύστημα αναπτύχθηκε η παρακάτω εφαρμογή:

```
Option Explicit
Function action
    '*****VOITHITIKA GIA TSE_1*****
    Dim COMS, LIT_1, FIT1_1, FIT2_1, PH_1, Y_CL_1, PPM_1, DAY_FIT1_1, DAY_FIT2_1
    Dim LAST_LIT_1, LAST_FIT1_1, LAST_FIT2_1, LAST_PH_1, LAST_Y_CL_1, LAST_PPM_1, LAST_DAY_FIT1_1, LAST_DAY_FIT2_1

    '*****VOITHITIKA GIA TIMES TSE_1*****
    COMS = HMIRuntime.Tags("COMS_1").Read
    LIT_1 = HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Read
    FIT1_1 = HMIRuntime.Tags("FIT_1_1").Read
    FIT2_1 = HMIRuntime.Tags("FIT_2_1").Read
    PH_1 = HMIRuntime.Tags("PH_1").Read
    Y_CL_1 = HMIRuntime.Tags("Y_CL_1").Read
    PPM_1 = HMIRuntime.Tags("PPM_1").Read
    DAY_FIT1_1 = HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_1_1").Read
    DAY_FIT2_1 = HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_2_1").Read
    '*****VOITHITIKA GIA LAST TIMES TSE_1*****
    LAST_LIT_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_LIT_1").Read
    LAST_FIT1_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_FIT1_1").Read
    LAST_FIT2_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_FIT2_1").Read
    LAST_PH_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_PH_1").Read
    LAST_Y_CL_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_Y_CL_1").Read
    LAST_PPM_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_PPM_1").Read
    LAST_DAY_FIT1_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_DAY_FIT1_1").Read
    LAST_DAY_FIT2_1 = HMIRuntime.Tags("LAST_DAY_FIT2_1").Read
    If COMS = 0 Then
        HMIRuntime.Tags("STATHMI_1").Write LAST_LIT_1
        HMIRuntime.Tags("FIT_1_1").Write LAST_FIT1_1
        HMIRuntime.Tags("FIT_2_1").Write LAST_FIT2_1
        HMIRuntime.Tags("PH_1").Write LAST_PH_1
        HMIRuntime.Tags("Y_CL_1").Write LAST_Y_CL_1
        HMIRuntime.Tags("PPM_1").Write LAST_PPM_1
        HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_1_1").Write LAST_DAY_FIT1_1
        HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_2_1").Write LAST_DAY_FIT2_1
    End If
    If COMS = 1 Then
        HMIRuntime.Tags("LAST_LIT_1").Write LIT_1
        HMIRuntime.Tags("LAST_FIT1_1").Write FIT1_1
        HMIRuntime.Tags("LAST_FIT2_1").Write FIT2_1
        HMIRuntime.Tags("LAST_PH_1").Write PH_1
        HMIRuntime.Tags("LAST_Y_CL_1").Write Y_CL_1
        HMIRuntime.Tags("LAST_PPM_1").Write PPM_1
        HMIRuntime.Tags("LAST_DAY_FIT1_1").Write DAY_FIT1_1
        HMIRuntime.Tags("LAST_DAY_FIT2_1").Write DAY_FIT2_1

        HMIRuntime.Tags("FIT_1_1").Write -0.1
        HMIRuntime.Tags("FIT_2_1").Write -0.1
        HMIRuntime.Tags("PH_1").Write -0.1
        HMIRuntime.Tags("Y_CL_1").Write -0.1
        HMIRuntime.Tags("PPM_1").Write -0.1
        HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_1_1").Write -0.1
        HMIRuntime.Tags("DAY_FIT_2_1").Write -0.1
    End If
End Function
```

Παρατηρούμε ότι όταν ενεργοποιείται το σήμα απώλειας επικοινωνίας με τον αντίστοιχο σταθμό, όλες οι ενεργές καταγραφές τοποθετούνται σε ένα προσωρινό Tag με την αρχική ονομασία LAST_x_x και οι πραγματικές τιμές εμφανίζουν αρνητικό πρόσημο. Ως αποτέλεσμα, η απεικόνιση του αντίστοιχου σταθμού δεν παρουσιάζει τιμές.

Όταν η επικοινωνία αποκαθίσταται, οι πραγματικές τιμές αντικαθίστανται από τις τιμές του προσωρινού Tag με αρχική ονομασία LAST_x_x και η λειτουργία επανέρχεται.

Εντός του χειριστηρίου αναπτύχθηκαν οι παρακάτω εφαρμογές για θερμική βλάβη, βλάβη ανάδρασης και βλάβη από επιτηρητή τάσης:

```
Sub OnClick(Byval Item)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_1").Write 1
Elseif ID = 2 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_2").Write 1
Elseif ID = 3 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_3").Write 1
Elseif ID = 4 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_4").Write 1
Elseif ID = 5 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_5").Write 1
Elseif ID = 6 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_6").Write 1
Elseif ID = 7 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_7").Write 1
Elseif ID = 8 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_8").Write 1
Elseif ID = 9 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_9").Write 1
End If
End Sub
```

Κάθε φορά που ο χειριστής, με δικαιώματα διαχειριστή, επιλέγει το ID του ΤΣΕ που επιθυμεί, έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει το σήμα απώλειας επικοινωνίας κάνοντας αριστερό κλικ στο ποντίκι. Με το δεξί κλικ στο ποντίκι, απενεργοποιείται το σήμα απώλειας επικοινωνίας και η λειτουργία επανέρχεται στην ορθή κατάσταση.

```
Sub OnRButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_1").Write 0
Elseif ID = 2 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_2").Write 0
Elseif ID = 3 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_3").Write 0
Elseif ID = 4 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_4").Write 0
Elseif ID = 5 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_5").Write 0
Elseif ID = 6 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_6").Write 0
Elseif ID = 7 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_7").Write 0
Elseif ID = 8 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_8").Write 0
Elseif ID = 9 Then
HMIRuntime.Tags("COMS_9").Write 0
End If
End Sub
```

Το ίδιο ισχύει για όλους τους υπόλοιπους ΤΣΕ.

4.5.2 Βλάβες λειτουργίας στοιχείων

Όπως είδαμε και στην ενότητα 4.1 "Εφαρμογές λειτουργίας" της εργασίας μας, οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν για απεικόνιση βλαβών λειτουργίας των στοιχείων, φαίνονται παρακάτω:

```
Option Explicit
Function action
    '*****ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ*****
    Dim PUMP, FAIL, STATUS
    '*****ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΣΗΜΑΤΩΝ*****
    PUMP = HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Read
    FAIL = HMIRuntime.Tags("F_PUMP_5").Read
    STATUS = HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_5").Read
    '*****ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΑΙΙΑΣ*****
    If (PUMP = 32 Or PUMP = 64 Or PUMP = 128) Then
        HMIRuntime.Tags("F_PUMP_5").Write 1
        HMIRuntime.Tags("XEIR_P1_TSE_5").Write 2
    ElseIf (PUMP = 4) Then
        HMIRuntime.Tags("F_PUMP_5").Write 0
    End If
End Function
```

Στις περιπτώσεις που το Tag δεχτεί τις τιμές 32, 64, 128, απεικονίζει εναλλαγή μεταξύ κόκκινου και κίτρινου χρώματος, του στοιχείου.

Εντός του χειριστηρίου αναπτυχθήκαν οι παρακάτω εφαρμογές για βλάβη θερμικού, βλάβη ανάδρασης και βλάβη από επιτηρητή τάσης:

```
Sub OnClick(Byval Item)
    Dim ID
    ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
    If ID = 1 Then
        HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 32
    ElseIf ID = 5 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Write 32
    ElseIf ID = 6 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_6").Write 32
    ElseIf ID = 7 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 32
    ElseIf ID = 8 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_8").Write 32
    End If
End Sub

Sub OnClick(Byval Item)
    Dim ID
    ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
    If ID = 1 Then
        HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 64
    ElseIf ID = 5 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Write 64
    ElseIf ID = 6 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_6").Write 64
    ElseIf ID = 7 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 64
    ElseIf ID = 8 Then
        HMIRuntime.Tags("P1_TSE_8").Write 64
    End If
End Sub
```

```

Sub OnClick(Byval Item)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
    HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 128
Elseif ID = 5 Then
    HMIRuntime.Tags("P1_TSE_5").Write 128
Elseif ID = 6 Then
    HMIRuntime.Tags("P1_TSE_6").Write 128
Elseif ID = 7 Then
    HMIRuntime.Tags("P1_TSE_7").Write 128
Elseif ID = 8 Then
    HMIRuntime.Tags("P1_TSE_8").Write 128
End If
End Sub

```

Και για περιπτώσεις δεύτερου στοιχείου, αναπτύχθηκαν οι παρακάτω εφαρμογές:

```

Sub OnClick(Byval Item)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
    HMIRuntime.Tags("HV_2_1").Write 32
Else If ID = 7 Then
    HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 32
End If
End If
End Sub

Sub OnClick(Byval Item)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
    HMIRuntime.Tags("HV_2_1").Write 64
Else If ID = 7 Then
    HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 64
End If
End If
End Sub

Sub OnClick(Byval Item)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
    HMIRuntime.Tags("HV_2_1").Write 128
Else If ID = 7 Then
    HMIRuntime.Tags("P2_TSE_7").Write 128
End If
End If
End Sub

```

Κάθε φορά που ο χειριστής με δικαιώματα διαχειριστή επιλέγει το ID του ΤΣΕ που επιθυμεί, έχει τη δυνατότητα να ορίσει, κάνοντας αριστερό κλικ στο ποντίκι, τις εξής τιμές για τις βλάβες: τιμή 32 για βλάβη ανάδρασης, τιμή 64 για βλάβη θερμικού και τιμή 128 για βλάβη από επιτηρητή τάσης, στο αντίστοιχο στοιχείο που θα επιλέξει.

Με δεξί κλικ στο αντίστοιχο πλήκτρο, η βλάβη απαλείφεται και η λειτουργία επανέρχεται κανονικά.

Ενδεικτική εφαρμογή για RESET βλάβης:

```
Sub OnRButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
    HMIRuntime.Tags("HV_1_1").Write 4
Else If ID = 5 Then
    HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_5").Write 4
Else If ID = 6 Then
    HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_6").Write 4
Else If ID = 7 Then
    HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_7").Write 4
Else If ID = 8 Then
    HMIRuntime.Tags("Pl_TSE_8").Write 4
End If
End If
End If
End If
End Sub
```

Οι εφαρμογές τυχαίων τιμών αναπτύχθηκαν για να αντιμετωπιστεί η ανάγκη για προσομοίωση των τιμών από αναλογικά σήματα. Όταν οι εφαρμογές SCADA λειτουργούν σε περιβάλλοντα όπου δεν υπάρχει φυσικός PLC που να παρέχει ζωντανές τιμές από τα αναλογικά σήματα, οι εφαρμογές τυχαίων τιμών μπορούν να προσομοιώσουν αυτές τις τιμές για αναφορά και ανάλυση.

4.5.3 Βλάβες γενικές

Στο ίδιο χειριστήριο ο χειριστής με δικαιώματα διαχειριστή, αφού επιλέξει το ID του ΤΣΕ που επιθυμεί, έχει την δυνατότητα να ορίζει κάνοντας αριστερό κλικ στο ποντίκι, την ενεργοποίηση διάφορων βλαβών όπως ανοικτή πόρτα ΤΣΕ, χαμηλή μπαταρία UPS, βλάβη UPS και πιθανή απώλεια ΔΕΗ. Ενδεικτικά αναπτύχθηκε η εφαρμογή:

```
Sub OnClick(Byval Item)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_1").Write 1
Elseif ID = 2 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_2").Write 1
Elseif ID = 3 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_3").Write 1
Elseif ID = 4 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_4").Write 1
Elseif ID = 5 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_5").Write 1
Elseif ID = 6 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_6").Write 1
Elseif ID = 7 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_7").Write 1
Elseif ID = 8 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_8").Write 1
Elseif ID = 9 Then
    HMIRuntime.Tags("DOOR_9").Write 1
End If
End Sub
```

Με δεξί κλικ στο αντίστοιχο πλήκτρο, η βλάβη απαλείφεται και η λειτουργία επανέρχεται κανονικά. Ενδεικτικά:

```
Sub OnRButtonDown(ByVal Item, ByVal Flags, ByVal x, ByVal y)
Dim ID
ID = HMIRuntime.Tags("ID_TSE").Read
If ID = 1 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_1").Write 0
Elseif ID = 2 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_2").Write 0
Elseif ID = 3 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_3").Write 0
Elseif ID = 4 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_4").Write 0
Elseif ID = 5 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_5").Write 0
Elseif ID = 6 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_6").Write 0
Elseif ID = 7 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_7").Write 0
Elseif ID = 8 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_8").Write 0
Elseif ID = 9 Then
HMIRuntime.Tags("DOOR_9").Write 0
End If
End Sub
```

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και ευχαριστίες

Η υλοποίηση εφαρμογών SCADA για τη διαχείριση υδάτινων ροών αντιπροσωπεύει μια σημαντική πρόοδο στον τομέα της υδρολογίας. Με την χρήση αυτής της τεχνολογίας, επιτυγχάνονται αποτελεσματική παρακολούθηση, έλεγχος και διαχείριση των υδάτινων συστημάτων, προσφέροντας οφέλη όπως η πρόβλεψη και πρόληψη προβλημάτων, η βελτιστοποίηση της απόδοσης και εξοικονόμηση ενέργειας, και η αύξηση της ασφάλειας των υδάτινων ροών. Η ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων, όπως οι αυτόματες αποφάσεις βάσει αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και οι προηγμένες τεχνολογίες δικτύωσης, θα επιτρέψουν ακόμη πιο αποτελεσματική και αυτόνομη διαχείριση των υδάτινων ροών.

Συνοψίζοντας, το Siemens WinCC SCADA αντιπροσωπεύει μια ισχυρή και εξειδικευμένη λύση λογισμικού για την αυτοματοποίηση και διαχείριση διαδικασιών. Με τη δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, οι χρήστες μπορούν να ελέγχουν και να εποπτεύουν τις εγκαταστάσεις τους, ανιχνεύοντας προβλήματα και προβλέποντας απαιτούμενες βελτιώσεις. Συνολικά, αυτό το λογισμικό συμβάλλει στην επίτευξη μέγιστης απόδοσης, ποιότητας και αποτελεσματικότητας σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Τέλος, μας δίνεται η δυνατότητα να αναπτύξουμε εφαρμογές με την χρήση της VBScript που παρέχει το λογισμικό WINCC της SIEMENS για να παρέχουν προσομοίωση ζωντανών τιμών από αναλογικά σήματα καθώς και διάφορες λειτουργίες των στοιχείων του συστήματος. Οι εφαρμογές αυτές αναπαράγουν τιμές και λειτουργίες που θα μπορούσαν να προέρχονται από πραγματικά συστήματα που λειτουργούν με PLC, προσφέροντας έτσι μια εκτίμηση του τι θα μπορούσε να συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι τυχαίες τιμές και λειτουργίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δοκιμές, εκπαίδευση, ανάπτυξη και παρακολούθηση του SCADA συστήματος, όταν δεν είναι δυνατή η πραγματική σύνδεση με ένα φυσικό σύστημα ελέγχου που λειτουργεί με PLC.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς όλους όσους με στήριξαν αυτά τα χρόνια κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, ιδιαίτερα την οικογένεια μου, τους φίλους μου και τον συνάδελφο μου Τάσο Λαμπρόπουλο για την έμπρακτη βοήθειά του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και την εταιρία AKATT για την 7 έτη εμπειρία που μου πρόσφερε πάνω στα συστήματα SCADA και τη συμβολή της στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Δίκτυο επικοινωνίας συστήματος SCADA.	7
Εικόνα 2: Τυπική εικόνα κεντρικού σημείου ελέγχου.	7
Εικόνα 3: Τυπική εικόνα τηλεχειρισμού συσκευής.	8
Εικόνα 4: Τυπική εικόνα απεικόνισης στατιστικών.	8
Εικόνα 5: Τυπική εικόνα απεικόνισης βλάβης.	8
Εικόνα 6: Κύρια στοιχεία ενός συστήματος SCADA.	9
Εικόνα 7: Τυπική κονσόλα χειρισμού συστήματος SCADA, όπου διακρίνονται καθαρά η μονάδα απεικόνισης (VDU) και το πληκτρολόγιο.	9
Εικόνα 8: Login στα Windows 12	12
Εικόνα 9: Αρχική οθόνη έπειτα από επανεκκίνηση SERVER.	13
Εικόνα 10: Αρχική οθόνη έπειτα από επανεκκίνηση SERVER.	13
Εικόνα 11: Αρχική οθόνη συστήματος SCADA 14	14
Εικόνα 12: Το μενού περιήγησης του συστήματος SCADA.	15
Εικόνα 13: Συνολική ελεγχόμενη περιοχή.	15
Εικόνα 14: Μενού περιήγησης.	16
Εικόνα 15: Τελευταίο ενεργό μήνυμα βλάβης 17	17
Εικόνα 16: Ιστορικό των έξι τελευταίων μηνυμάτων βλάβης 17	17
Εικόνα 17: Η οθόνη τοπικού σταθμού ΤΣΕ-7.	18
Εικόνα 18: Πεδία αναλογικών μετρήσεων.	18
Εικόνα 19: Παράθυρο χειρισμών-παραμετροποίησης αντλίας PUMP1.7 19	19
Εικόνα 20: Παράθυρο χειρισμών αντλίας χλωρίου.	21
Εικόνα 21: Περιοχή παραμετροποίησης σταθμού ΤΣΕ-7.	24
Εικόνα 22: Παράθυρο γραφημάτων του σταθμού ΤΣΕ-7.	25
Εικόνα 23: Πλήκτρα χειρισμού των κυματομορφών.	26
Εικόνα 24: Παράθυρο μηνυμάτων του σταθμού ΤΣΕ-7.	29
Εικόνα 25: Πλήκτρα χειρισμού μηνυμάτων.	29
Εικόνα 26: Tag Management του λογισμικού WINCC της SIEMENS 32	32
Εικόνα 27: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με φλοτέρ.	37
Εικόνα 28: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με στάθμη.	38
Εικόνα 29: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με φλοτέρ.	40
Εικόνα 30: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με στάθμη.	40
Εικόνα 31: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με φλοτέρ.	47
Εικόνα 32: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία AUTO με στάθμη.	48
Εικόνα 33: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με φλοτέρ.	50
Εικόνα 34: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου με λειτουργία MANUAL με στάθμη.	50
Εικόνα 35: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ELV 1.1 με λειτουργία AUTO με φλοτέρ. ...	58
Εικόνα 36: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ELV 1.1 με λειτουργία AUTO με στάθμη... 59	59
Εικόνα 37: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ELV1.1 με λειτουργία MANUAL.	60
Εικόνα 38: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου ΤΣΕ-5.	65
Εικόνα 39: Ενδεικτική εικόνα χειριστηρίου διαχειριστή.	80

Βιβλιογραφία

- [1].Α. ΚΟΚΚΙΝΟΥ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΚΡΟΥΣ ΔΗΜΟΥΣ, ΠΑΤΡΑ: ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, 2018.
- [2].Ν. ΓΚΟΥΓΚΟΥΛΙΑΣ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ, ΛΑΡΙΣΑ: ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ. ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ. ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΓΩΝ, 2015.
- [3].S. Sofios, G. Arabatzis και E. Baltas, «Policy for management of water resources in Greece,» Springer Science+Bussines Media, pp. 185-194, 2007.
- [4].V. Kanakoudis και D. Tolikas, «The role of leaks and breaks in water networks,»
- [5].Α. Μητροπούλου, Κ. Μονοκρούσου και Ε. Φρεζούλη, «ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ,» Δίκτυο ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ SOS, 2013.
- [6].A. Boyer, Supervisory Control and Data Acquisition, NY: ISA, 2004.
- [7].D. Ehrenreich, «Operating Benefits Achieved With SCADA For Water Distribution-F,» σε BCWWA Conference, Vancouver, Canada, 2005.
- [8].Α. Βελώνη, «Ψηφιακός Έλεγχος Συστημάτων,» Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. Τμήμα Η.Υ.Σ., Αιγάλεω, 2013.
- [9].ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΣ ΤΟΠΟΣ (ΕΚ.ΔΙ.ΤΟ.), «Ψηφιακά Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://edume.myds.me/00_0070_e_library/10030/03_Automation_Books/004/10.pdf
- [10]. Δρ. Κωνσταντίνος Αλαφοδήμος, Έλεγχος Παραγωγικών Διεργασιών, Πειραιάς: Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού, 2016.
- [11]. SIEMENS, SIMATIC S7-1200 CPU 1215C Datasheet, Germany: SIEMENS, 2022.
- [12]. M. GURÁŇ, A. JANOTA και P. HOLEČKO, «AUTOMATION OF SCADA SYSTEM DEVELOPMENT,» ACTA TECHNICA CORVINIENSIS - Bulletin of Engineering, τόμ. 134, αρ. Tome XII, pp. 73-77, 2019.
- [13]. B. Bellalta, L. Bononi, R. Bruno και A. Kessler, «Next Generation IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks: Current Status, Future Directions and Open Challenges,» Computer Communications, τόμ. 75, pp. 1-25, 2016.

- [14]. M. E. Abdelghafar, A. Hassan και M. E.-b. Hazem, «Generic Software Risk Management Framework for SCADA System,» *International Journal of Computer Applications* , τόμ. 70, pp. 45-52, 2013.
- [15]. G. VUJNOVIĆ, J. PERIŠIĆ, Z. BOŽILOVIĆ, M. MILOVANOVIĆ, R. V. GETMAN και L. RADOVANOVIĆ, «USING SCADA SYSTEM FOR PROCESS CONTROL IN WATER INDUSTRY,» *ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering*, τόμ. 134, αρ. Tome XII, pp. 67-72, 2019.
- [16]. «ISO 9241 Part 1-17 : Ergonomic requirements for office work with visual display terminals,» *International Organisation for Standardization*.
- [17]. A. Dix, J. Finlay, J. Abowd και B. Russell, *Human-computer interaction* (3rd Edition), Essex, England: Pearson Education Limited, 2004.
- [18]. Ν. Αβούρης, Χ. Κατσάνος, Ν. Τσέλιος και Κ. Μουστάκας, *Εισαγωγή στην Αλληλεπίδραση Ανθρώπου - Υπολογιστή* (2η Έκδοση), Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 2018.
- [19]. K.-C. Kao, «Design and development of an IoT-based web application for an intelligent remote SCADA system,» σε *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 323 012025, Atlanta, US, 2018 .
- [20]. T. Baker, M. Asim, Á. MacDermott, F. Iqbal, F. Kamoun, B. Shah, O. Alfandi και M. Hammoudeh, «A secure fog-based platform for SCADA-based IoT critical infrastructure,» *Softw: Pract Exper.* , τόμ. 50, pp. 503-518, 2020.
- [21]. M. A. Iqbal, S. Hussain, H. Xing και M. A. Imran, «IoT Cloud and Fog Computing,» σε *Enabling the Internet of Things: Fundamentals, Design, and Applications*, First Edition., John Wiley & Sons Ltd., 2021, pp. 127-145.
- [22]. A. G. M. M. M. Al-Fuqaha, «A survey on enabling technologies, protocols, and applications,» σε *Internet of things*., *IEEE Communications Surveys and Tutorials* 17 (4), 2015, pp. 2347-2376.
- [23]. «SIEMENS Industry Online Support,» SIEMENS, 23 1 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/22273427/what-causes-new-segments-to-be-created-in-the-wincc-cyclic-storages-alarm-archive-tag-logging-fast-and-tag-logging-slow-?dti=0&lc=en-WW>. [Πρόσβαση 30 1 2022].
- [24]. Κ. Αλαφοδήμος, «Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών (S C A D A),» σε *ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ*, Αθήνα, Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού, 2018, p. 27.
- [25]. Siemens, *SIMATIC HMI WinCC V7.5 Getting Started*, Siemens, 2018.