



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Έξυπνες εγκαταστάσεις ύδρευσης και αποχέτευσης.
Μελέτη περίπτωσης η πόλη του Μεσολογγίου»**

ΚΑΤΣΩΤΑ ΜΑΡΙΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Τσινόπουλος Στέφανος

ΠΑΤΡΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της μεταπτυχιακής φοιτήτριας Κατσώτα Μαρίας που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Έξυπνες εγκαταστάσεις ύδρευσης και αποχέτευσης.
Μελέτη περίπτωσης η πόλη του Μεσολογγίου»**

ΚΑΤΣΩΤΑ ΜΑΡΙΑ

Γεωλόγος ΕΚΠΑ

Επιβλέπων Καθηγητής

«Δρ. Τσινόπουλος Στέφανος»

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής

«Δρ. Πολύζος Δημοσθένης

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε στα πλαίσια του ΜΠΣ «Διαχείριση Τεχνικών Έργων», της Σχολής Θετικών Επιστημών & Τεχνολογίας του ΕΑΠ, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2023-2024. Αφορμή υπήρξε η επί είκοσι και πλέον χρόνια ενασχόλησή μου στον τομέα του νερού στην Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης-Αποχέτευσης Μεσολογγίου και η προσωπική μου ευαισθησία στην διατήρηση των υδατικών πόρων αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος. Ζώντας από κοντά όλες τις κρίσεις που έχει μέχρι σήμερα υποστεί η κοινωνία μας τις δύο τελευταίες δεκαετίες (οικονομική, υγειονομική, ενεργειακή, κλιματική) και το πως οι πολιτικές αποφάσεις επηρέασαν τις επιχειρήσεις ύδρευσης αποχέτευσης, ήταν μονόδρομος για εμένα να μελετήσω εκτενώς την εφαρμογή των συστημάτων τηλεέλεγχου-τηλεχειρισμού και το Scada στην διαχείριση των εγκαταστάσεων νερού καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι μικρές ΔΕΥΑ, παρά τα οικονομικά προβλήματα και την ελλιπή στελέχωση, παραμένουν αξιόπιστες και συνεχίζουν να προσφέρουν ασφαλές πόσιμο νερό.

Οραματιστής και πρωτοπόρος για την εγκατάσταση έξυπνων συστημάτων στη ΔΕΥΑ Μεσολογγίου υπήρξε ο Γενικός Διευθυντής της, Σπύρος Σταματάτος, ο οποίος μετά από τριάντα χρόνια υπηρεσίας άφησε τη σκυτάλη στους νεότερους. Τον ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου για την καθοδήγηση, την έμπνευση και την επιμονή του να εστιάζει πάντα στον άνθρωπο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κο Στέφανο Τσινόπουλο για την βοήθεια, την κατανόηση και την υπομονή του μα πάνω από όλους, ευχαριστώ τον σύζυγό μου για την στήριξη του και την συμπαράσταση σε όλο αυτό το ταξίδι, που χωρίς τη βοήθεια του, αυτό το πόνημα δεν θα ήταν εφικτό να ολοκληρωθεί.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι προκλήσεις με τις οποίες οι επιχειρήσεις ύδρευσης-αποχέτευσης έρχονται αντιμέτωπες σήμερα επιβάλλουν πιο έξυπνο έλεγχο και ολιστική διαχείριση των υδατικών πόρων. Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται, η αστικοποίηση σε πολλές περιοχές συμβαίνει ταχύτερα από ότι η ανάπτυξη των υποδομών ύδρευσης-αποχέτευσης, η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου αυξάνει περαιτέρω τις ανάγκες για επαρκείς ποσότητες πόσιμου νερού και καθαρού φυσικού περιβάλλοντος. Η κλιματική, η ενεργειακή και η υγειονομική κρίση προστίθενται στις απαιτήσεις ορθολογικής διαχείρισης και ελέγχου του νερού.

Η εργασία αυτή αναδεικνύει τα σημεία εκείνα που συντείνουν στη βιωσιμότητα των υποδομών ύδρευσης αποχέτευσης και αναλύει την εφαρμογή των οργάνων, του απομακρυσμένου ελέγχου και του αυτοματισμού στον ψηφιακό μετασχηματισμό και την μετάβασή τους σε έξυπνες εγκαταστάσεις.

Αρχικά δίνεται έμφαση στα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν οι εγκαταστάσεις ύδρευσης αποχέτευσης ώστε να είναι βιώσιμες επικεντρώνοντας στον ψηφιακό μετασχηματισμό ως τον σημαντικότερο παράγοντα ενώ στη συνέχεια αναλύονται διεξοδικά ο ρόλος των αισθητήριων οργάνων, η αρχιτεκτονική των συστημάτων τηλελέγχου-τηλεχειρισμού, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και ποιες είναι σήμερα οι τάσεις και οι προκλήσεις στον χώρο της βιομηχανίας του νερού όσον αφορά στην ψηφιακή μετάβαση. Τέλος, περιγράφεται αναλυτικά το σύστημα τηλελέγχου-τηλεχειρισμού που έχει εγκατεστημένο στις εγκαταστάσεις της η ΔΕΥΑ Μεσολογγίου και μελετάται η εφαρμογή του στα δίκτυα ύδρευσης –αποχέτευσης της πόλης.

Τόσο το θεωρητικό μέρος όσο και το πρακτικό μέρος της εργασίας καταλήγουν στο συμπέρασμα, ότι στις εγκαταστάσεις νερού, τα έξυπνα συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού, μέσω των μετρούμενων παραμέτρων κάθε σταθμού από το σύστημα τηλελέγχου-τηλεχειρισμού, βελτιστοποιούν την λειτουργία τους και συμβάλλουν στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των επιχειρήσεων ύδρευσης-αποχέτευσης.

Λέξεις κλειδιά: ψηφιακός μετασχηματισμός, βιώσιμες εγκαταστάσεις ύδρευσης-αποχέτευσης, τηλεέλεγχος, τηλεχειρισμός, Scada

Abstract

The challenges that water utilities face today require smarter control and holistic management of water resources. The world's population is increasing, urbanization in many areas is happening faster than the development of water and sanitation infrastructure, the improvement of living standards further increases the needs for sufficient quantities of drinking water and a clean natural environment. Climate, energy and health crises add to the demands of rational water management and control.

This paper highlights those points that contribute to the sustainability of water and wastewater infrastructure and analyzes the application of instrumentation, remote control and automation in digital transformation and their transition to smart facilities.

Initially, emphasis is placed on the features that water and sewage facilities must have in order to be sustainable, focusing on digital transformation as the most important factor, describing the role of sensors, the architecture of remote control systems, communication protocols and what are today the trends and challenges in the field of the water industry regarding the digital transition. Finally, the remote control system installed in its premises by the DEYA of Messolonghi is described in detail and its application to the city's water supply-sewerage networks is studied.

Both the theoretical part and the practical part of the work come to the conclusion that in water facilities, intelligent control and automation systems, through the measured parameters of each station by the remote control system, optimize their operation and contribute to strengthening reliability of water supply and sewage companies.

Keywords: digital transformation, sustainable water-wastewater facilities, remote control, Scada

Αφιερωμένη στα παιδιά μου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
Abstract	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	viii
Κατάλογος Εικόνων.....	xi
Κατάλογος Πινάκων/Σχημάτων.....	xiii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή	1
1.1 Περιγραφή της Μεταπτυχιακής Εργασίας.....	1
1.2 Σκοπός – Αντικείμενο μελέτης της Μ.Δ.Ε.	2
1.3 Μεθοδολογία της Μ.Δ.Ε.	2
1.4 Δομή της Εργασίας.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Σύγχρονες και Βιώσιμες εγκαταστάσεις νερού	4
2.1 Εισαγωγή	4
2.2 Αποκέντρωση	5
2.3 Πράσινες υποδομές.....	6
2.4 Κυκλική Οικονομία	8
2.5 Ψηφιακός Μετασχηματισμός	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Έξυπνες Εγκαταστάσεις Ύδρευσης-Αποχέτευσης.....	13
3.1 Ο ρόλος των αισθητήρων	15
3.1.1 Αισθητήρια για την ποιότητα του πόσιμου νερού	17
3.1.2 Αισθητήρια στην επεξεργασία λυμάτων.....	21
3.2 Τα Συστήματα Τηλέλεγχου-Τηλεχειρισμού	24
3.2.1 Η αρχιτεκτονική των Συστημάτων Τηλεελέγχου-Τηλεχειρισμού	24
3.2.2 Πρωτόκολλα επικοινωνίας SCADA.....	26
3.2.3 Τρωτότητα των συστημάτων	27
3.3 Η ανάλυση της πληροφορίας.....	28
3.4 Τρέχουσα κατάσταση και κενά στον τομέα του νερού για τον ψηφιακό μετασχηματισμό	30

3.5	Η επόμενη ημέρα.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Μελέτη Περίπτωσης η πόλη του Μεσολογγίου		33
4.1	Η συνδρομή των ΔΕΥΑ στον εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων.....	33
4.2	Γενικά για τη ΔΕΥΑΜ	34
4.2.1	Δημογραφικά και γεωγραφικά στοιχεία του Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου-Περιοχή Μελέτης.....	38
4.2.2	Κοινωνικές και Οικονομικές συνθήκες	39
4.3	Υδρολογικά Χαρακτηριστικά.....	40
4.3.1	Λεκάνη Απορροής-Καθορισμός Υδατικού Συστήματος	40
4.3.2	Η Ύδρευση.....	43
4.3.3	Η αποχέτευση.....	45
4.4	Το σύστημα τηλελέγχου-τηλεχειρισμού στη ΔΕΥΑΜ	47
4.4.1	Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου - Περιγραφή του συστήματος	51
4.4.2	Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου	69
4.5	Το Σύστημα Τηλελέγχου-Τηλεχειρισμού στο δίκτυο ύδρευσης του Μεσολογγίου	80
4.5.1	Ιστορικά στοιχεία.....	80
4.5.2	Περιγραφή του Εξωτερικού δικτύου Ύδρευσης Μεσολογγίου.....	81
4.5.3	ΤΣΕ Κεντρικού Ηλεκτροστασίου στον Εύηνο ποταμό	82
4.5.4	ΤΣΕ Δεξαμενής Μεσολογγίου	86
4.5.5	Εσωτερικό Δίκτυο.....	87
4.6	Αξιολόγηση συστήματος τηλελέγχου-τηλεχειρισμού	91
4.6.1	Άμεση επέμβαση συνεργείων με την ειδοποίηση συμβάντων –αξιόπιστος οργανισμός, μικρή όχληση πολιτών.....	91
4.6.2	Έγκαιρη ενημέρωση της υπηρεσίας για θραύση στο δίκτυο ύδρευσης με την πτώση της πίεσης / αύξηση της παροχής, πτώση της στάθμης στη δεξαμενή. Διάκριση της βλάβης εάν βρίσκεται στον καταθλιπτικό αγωγό ή στο εσωτερικό δίκτυο.....	93
4.6.3	Έγκαιρη ενημέρωση της υπηρεσίας λόγω μεταβολής των ποιοτικών παραμέτρων και αυτόματο κλείσιμο αντλιών για αποφυγή εισροής ακατάλληλου νερού στο δίκτυο.....	94
4.6.4	Εκτίμηση των αναγκών του πληθυσμού σε πόσιμο νερό	96
4.6.5	Μείωση της ενέργειας.....	97
4.6.6	Μείωση του Μη Ανταποδοτικού Νερού και ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων.	98

4.6.7 Προβλήματα που αντιμετωπίζουμε	100
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συμπεράσματα	101
5.1 Σύνοψη εργασίας	101
5.2 Συμπεράσματα Εργασίας.....	103
5.3 Προτάσεις	104
Βιβλιογραφία	107

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Η αρχιτεκτονική των έξυπνων εγκαταστάσεων	11
Εικόνα 2. Αναπαράσταση Αρχιτεκτονικής δομής του συστήματος τηλελέγχου σε ένα σύστημα υδροδότησης (Lindovsky & Krocova, 2015)	25
Εικόνα 3. Μεγάλης κλίμακας σύστημα επικοινωνιών SCADA	27
Εικόνα 4. Περιοχή Μελέτης Δήμος Ι.Π. Μεσολογγίου	38
Εικόνα 5. Υπόγεια υδατικά συστήματα του ΥΔ Δυτ. Στερεάς Ελλάδας.....	40
Εικόνα 6. Εξωτερικά δίκτυα Μεσολογγίου στο Google Earth.	44
Εικόνα 7. Σκαρίφημα δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων πόλης Μεσολογγίου	45
Εικόνα 8. Στιγμιότυπο από οθόνη MIMIKO 1 στην ύδρευση των χωριών Αρακύνθου Μεσολογγίου (αρχικό Σύστημα τηλελέγχου)	47
Εικόνα 9. Στιγμιότυπο από οθόνη MIMIKO 1 στην Αποχέτευση Μεσολογγίου (αρχικό Σύστημα τηλελέγχου).....	48
Εικόνα 10. Συνολικό σύστημα τηλεμετρίας ΔΕΥΑΜ όπως ισχύει σήμερα.....	50
Εικόνα 11. Σχηματική Αναπαράσταση Αρχιτεκτονικής.....	53
Εικόνα 12. Στιγμιότυπο Οθόνης SCADA ΔΕΥΑΜ	57
Εικόνα 13. Συνολική υφιστάμενη κατάσταση σταθμών Data Logger ΔΕΥΑΜ (μαύρο χρώμα πίεση, μπλε χρώμα παροχή).....	57
Εικόνα 14. Οθόνη SCADA ΤΣΕ Γεώτρησης ΔΕΥΑΜ	58
Εικόνα 15. Στιγμιότυπο Scada για αντλίες	58
Εικόνα 17. Οθόνη SCADA ΤΣΕ Δεξαμενής ΔΕΥΑΜ.....	60
Εικόνα 16. Στιγμιότυπο Scada από το setpoint αντλιών όμβριων υδάτων	59
Εικόνα 18. Στιγμιότυπο οθόνης Scada για τον χειρισμό των αντλιών και των φίλτρων.....	61
Εικόνα 19. Συνδυαστικά γραφήματα	62
Εικόνα 20. Αναφορά ημερήσιων όγκων νερού ΔΕΥΑΜ	63
Εικόνα 21. Γενική λίστα βλαβών – μηνυμάτων ΔΕΥΑΜ	64
Εικόνα 22. Οθόνη αναφορών στο Scada ΔΕΥΑΜ	65
Εικόνα 23. Στιγμιότυπο οθόνης προγράμματος υδραυλικής προσομοίωσης ΔΕΥΑΜ.....	67
Εικόνα 24. Δίκτυο τηλεπικοινωνιών.....	79
Εικόνα 25. Περιγραφικό σκαρίφημα του εξωτερικού δικτύου Ζώνης Μεσολογγίου	82
Εικόνα 26. Κεντρικό ηλεκτροστάσιο Ευήνου, 4η γεώτρηση	82
Εικόνα 27. Ερμάριο εξοπλισμού ΤΣΕ στο ηλεκτροστάσιο	83
Εικόνα 28. Ψηφιακοί μετατροπείς παροχόμετρων στο κεντρικό ηλεκτροστάσιο	85
Εικόνα 29. Δοσομετρικές αντλίες χλωρίου	85

Εικόνα 30. Αισθητήρια ποιοτικών παραμέτρων θολότητας, αγωγιμότητας, pH και υπολειμματικού χλωρίου στις γεωτρήσεις Ευήνου	86
Εικόνα 31. Στιγμιότυπο οθόνης Scada δεξαμενής Μεσολογγίου	86
Εικόνα 32. Μετρητής πίεσης στο δίκτυο	88
Εικόνα 33. Στιγμιότυπο οθόνης για ΤΣΕΖ	89
Εικόνα 34. Υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης με αποτυπωμένους τους σταθμούς ΤΣΕΖ και ΤΣΕΔ.....	90
Εικόνα 35. Υπέρβαση κατώτερου ορίου δεξαμενής Μεσολογγίου (ειδοποίηση SMS από το Scada).....	92

Κατάλογος Πινάκων/Σχημάτων

Πίνακας 1. Ζώνες παροχής νερού στη ΔΕΥΑ Μεσολογγίου	43
Πίνακας 2. Ώρες λειτουργίας και των 4 αντλιών του Α/Σ 1ΑΟ από τα δεδομένα των inverter από το Scada	93
Πίνακας 3. Κατανάλωση ενέργειας στις εγκαταστάσεις ύδρευσης & αποχέτευσης της ΔΕΥΑΜ	97
Πίνακας 4. Υπολογισμός δείκτη ILI στην περίπτωση εφαρμογής έργου τηλεέγχου και αντικατάστασης εσωτερικού δικτύου ύδρευσης σε Τοπική Κοινότητα της ΔΕ Μεσολογγίου	99
Γράφημα 1. Γράφημα της στάθμης νερού στην δεξαμενή ύδρευσης Μεσολογγίου	91
Γράφημα 2. Στάθμη νερού στη δεξαμενή εισόδου του αντλιοστασίου 1ΑΟ MOTIBO	93
Γράφημα 3. Γράφημα πίεσης δικτύου (στιγμιότυπο από οθόνη Scada της ΔΕΥΑΜ)	94
Γράφημα 4. Γράφημα ποιοτικών χαρακτηριστικών	95
Γράφημα 5. Γράφημα παροχών	96
Γράφημα 6. Μεταβολή της παροχής νερού σε συνθήκες καύσωνα (στιγμιότυπο Scada).....	96
Γράφημα 7. Κατανάλωση ενέργειας κατά τα έτη 2022 και 2023	97
Γράφημα 8. Κατανάλωση ενέργειας (KWh) αντλιοστασίου ύδρευσης Ευηνοχωρίου.....	98

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή της Μεταπτυχιακής Εργασίας

Η επιτακτική ανάγκη αντιμετώπισης των προκλήσεων στον τομέα του νερού παγκοσμίως συνεχίζει να είναι η κινητήριος δύναμη πίσω από τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Εκτός από τις πιέσεις που δέχονται ήδη οι εγκαταστάσεις λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της ζήτησης, την κλιματική κρίση και τη γήρανση των υποδομών, η ξαφνική εμφάνιση νέων απειλών για τη δημόσια υγεία επιβαρύνουν επιπλέον τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας (Nikolopoulos, et al., 2019) (WHO, UNICEF, 2020). Μπροστά στην πανδημία του COVID-19, οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας αναγκάστηκαν να επιταχύνουν την εφαρμογή ψηφιακών λύσεων για να διατηρήσουν την επικοινωνία με τους καταναλωτές και το προσωπικό, για να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις εγκαταστάσεις τους αλλά και να προσδιορίζουν την πορεία εξάπλωσης της νόσου στον πληθυσμό. Οι παραπάνω προκλήσεις αυξάνουν την ανάγκη για «έξυπνη» διαχείριση και έλεγχο τόσο της ποσότητας όσο και της ποιότητας του νερού (Daughton, 2020) (Υπουργείο Υγείας, 2020).

Η πρόοδος στην κατασκευή αισθητήρων, διαφόρων μεγεθών και τύπων όπως αναφέρει ο (Yihao Zhang, 2024), η εξέλιξη της πληροφορικής και της παροχής υπηρεσιών σε πραγματικό χρόνο, η μεγάλης κλίμακας και εκτεταμένη απόκτηση δεδομένων, τα όλο και πιο εξελιγμένα εργαλεία μοντελοποίησης, οι τεχνολογίες επικοινωνιών και η ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων 5G, επιτρέπουν στους επαγγελματίες του νερού τη βελτιστοποίηση της ολοκληρωμένης διαχείρισης των συστημάτων τους. Προβλήματα, όπως η αποτελεσματική χρήση μεγάλων δεδομένων και κίνδυνοι, όπως η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο που πρέπει να αντιμετωπιστούν, εξακολουθούν να ισχύουν.

Η ψηφιοποίηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για την επίλυση ορισμένων από τα πιο επείγοντα ζητήματα, όπως η διασφάλιση της δημόσιας υγείας με ασφαλή παροχή νερού, η αύξηση της ανθεκτικότητας στην παγκόσμια αλλαγή (π.χ. κλιματικοί κίνδυνοι, αυξανόμενη αστικοποίηση, ανταγωνιστική ζήτηση για πηγές νερού) και η βελτίωση της λειτουργικής απόδοσης των εγκαταστάσεων ύδρευσης-αποχέτευση (Baeza, et al., 2022).

Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας ύδρευσης και αποχέτευσης διατηρούν την ευθύνη παροχής υπηρεσιών ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη υγεία και την ευημερία της κοινωνίας σε όλο τον κόσμο, υπηρεσίες που περιλαμβάνουν βασικά ανθρώπινα δικαιώματα – το δικαίωμα στο νερό και την αποχέτευση (Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, 2010) (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2022). Η εγκατάλειψη των παραδοσιακών, παλαιού τύπου υποδομών και η μετάβαση σε ένα διασυνδεδεμένο ψηφιακό μέλλον είναι απαραίτητα στοιχεία προκειμένου να συνεχίσουν οι επιχειρήσεις αυτές να παρέχουν επαρκείς υπηρεσίες για την κάλυψη των αναγκών της κοινωνίας.

1.2 Σκοπός – Αντικείμενο μελέτης της Μ.Δ.Ε.

Σκοπός της εργασίας είναι να αναδειχθεί η ανάγκη του ψηφιακού μετασχηματισμού των επιχειρήσεων ύδρευσης- αποχέτευσης και να αποτυπωθούν τα μέτρα εκείνα που οδηγούν στο επιθυμητό αποτέλεσμα ώστε οι επιχειρήσεις αυτές να είναι βιώσιμες για να συνεχίσουν να επιτελούν τον σκοπό για τον οποίο ιδρύθηκαν.

Στην εργασία περιγράφεται η εφαρμογή του συστήματος τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού που είναι εγκατεστημένο στην ΔΕΥΑ Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου και τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνολογίας στην διαχείριση της ποιότητας και της ποσότητας του νερού αλλά και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

1.3 Μεθοδολογία της Μ.Δ.Ε.

Για την συγγραφή της παρούσας εργασίας έγινε αναζήτηση και βιβλιογραφική έρευνα με κριτήρια: τον τίτλο των άρθρων, σχετικό με το αντικείμενο που πραγματεύεται, την χρονολογία των άρθρων και την απήχηση των περιοδικών. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης, κανονισμοί, επιστημονικά άρθρα και βιβλία που αφορούν στη διαχείριση του αστικού νερού στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

1.4 Δομή της Εργασίας

Η δομή της εργασίας αναλύεται ως εξής:

- Στο 2^ο Κεφάλαιο περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των σύγχρονων και βιώσιμων εγκαταστάσεων νερού
- Στο 3^ο Κεφάλαιο αναλύονται τα στοιχεία που συνθέτουν μια έξυπνη εγκατάσταση
- Στο 4^ο Κεφάλαιο αναλύεται το σύστημα τηλελέγχου-τηλεχειρισμού της ΔΕΥΑ Μεσολογγίου και η διαχείριση των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης στο Μεσολόγγι και τέλος
- Στο Κεφάλαιο 5^ο παρατίθενται τα συμπεράσματα και τα οφέλη του ψηφιακού μετασχηματισμού των εγκαταστάσεων ύδρευσης-αποχέτευσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Σύγχρονες και Βιώσιμες εγκαταστάσεις νερού

2.1 Εισαγωγή

Οι εγκαταστάσεις ύδρευσης-αποχέτευσης διαδραματίζουν τον κεντρικό ρόλο στην διασφάλιση της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Οι κύριες λειτουργίες τους περιλαμβάνουν την επεξεργασία και τροφοδοσία πόσιμου νερού, την συγκέντρωση, επεξεργασία των αστικών λυμάτων για την επιστροφή τους στο περιβάλλον, καθώς και τη συγκέντρωση και απομάκρυνση των όμβριων υδάτων από τον αστικό ιστό για την αποφυγή πλημμυρών (N 1069/80, ΦΕΚ 191Α).

Οι εγκαταστάσεις αυτές απαρτίζονται από τα εξωτερικά και εσωτερικά δίκτυα ύδρευσης, τα διυλιστήρια πόσιμου νερού, τα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων, τα δίκτυα αποχέτευσης όμβριων και Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων (ΜΕΛ). Τα συστήματα αυτά κατασκευάστηκαν σταδιακά και σχεδιάστηκαν στο παρελθόν μεμονωμένα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι αλληλεξαρτήσεις τους και οι ευρείες επιπτώσεις στην οικονομία και την κοινωνία.

Σήμερα, η λειτουργία των εγκαταστάσεων αυτών υπερβαίνει κατά πολύ τις συνήθεις υπηρεσίες παροχής νερού και αποχέτευσης στις πόλεις. Η υιοθέτηση καλών πρακτικών με τη κατασκευή μπλε-πράσινων υποδομών έχει θετικό αντίκτυπο στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, στη βελτίωση της βιοποικιλότητας και στην ευημερία των πολιτών (Lamond & Everett, 2019). Η επαναχρησιμοποίηση και η ανάκτηση των υδατικών πόρων μειώνει τις ανάγκες σε νερό, σε ενέργεια και σε αναλώσιμα υλικά συμβάλλοντας στην ενσωμάτωση της κυκλικής οικονομίας (ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, 2015).

Στην εποχή των mega data και της τεχνητής νοημοσύνης AI, ο ψηφιακός μετασχηματισμός των εγκαταστάσεων αποτελεί βασικό συστατικό για την ανάπτυξη έξυπνων επιχειρήσεων ύδρευσης-αποχέτευσης.

Ωστόσο, η λειτουργία και η διαχείριση των συστημάτων αντιμετωπίζει τεράστιες προκλήσεις, όπως η αύξηση του πληθυσμού, η αστικοποίηση, η κλιματική κρίση, η αυστηρότερη νομοθεσία και η γήρανση των υποδομών (Yuan, et al., 2019). Ο μελλοντικός σχεδιασμός λειτουργίας και διαχείρισης των εγκαταστάσεων ύδρευσης-αποχέτευσης πρέπει

να ενσωματώνει τις διαρκώς εξελισσόμενες κοινωνικές ανάγκες και προκλήσεις προκειμένου να επιτευχθεί η βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Από την έρευνα και την πρακτική που εφαρμόζεται τις τελευταίες δεκαετίες έχει διαπιστωθεί ότι οι προφανείς παράγοντες που οδηγούν σε βιώσιμα αστικά συστήματα νερού είναι η αποκέντρωση, οι πράσινες υποδομές, η κυκλική οικονομία και ο ψηφιακός μετασχηματισμός (Fu & Butler, Pathways towards sustainable and resilient urban water systems, 2021). Στο Σχήμα 1 δίνεται η αναπαράσταση κατά τους Fu & Butler.



Σχήμα 1. Παράγοντες που οδηγούν σε βιώσιμες εγκαταστάσεις νερού (Fu & Butler, Pathways towards sustainable and resilient urban water systems, 2021)

2.2 Αποκέντρωση

Ο συγκεντρωτισμός ήταν η βασική αρχή σχεδιασμού των αστικών συστημάτων ύδρευσης-αποχέτευσης από τη Ρωμαϊκή εποχή. Σε ένα κεντρικό σύστημα, το νερό συχνά λαμβάνεται από μεγάλη απόσταση και διανέμεται μέσω των έργων επεξεργασίας νερού σε υψηλή πίεση σε μία μεγάλη περιοχή. Τα λύματα και τα όμβρια ύδατα συλλέγονται ξανά για κεντρική διαχείριση.

Κεντρικά συστήματα, τα οποία είναι σήμερα το κυρίαρχο είδος στις ανεπτυγμένες χώρες, μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση κόστους σε: επενδύσεις κεφαλαίου, λειτουργίες και συντήρηση με βάση την θεωρία της οικονομίας κλίμακας. Σε ένα συγκεντρωτικό σύστημα όμως η σπατάλη σε νερό, ενέργεια και υλικά είναι συγκριτικά μεγαλύτερη. Η Παγκόσμια Τράπεζα εκτιμά ότι το ποσοστό του Μη ανταποδοτικού νερού (NRW) στις αναπτυσσόμενες χώρες αγγίζει το 40-50% του παραγόμενου νερού ενώ στο σενάριο ενός μικρότερου ποσοστού 35% , οι απώλειες νερού αντιστοιχούν σε 26.7 δισ m³ (Kingdom, Liemberger, &

Marin, 2006). Ομοίως και σε συστήματα αποχέτευσης, η άντληση είναι αναπόφευκτη σε πολλές περιπτώσεις για την προώθηση των λυμάτων σε μια κεντρική επεξεργασία μονάδα.

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι σύγχρονες προκλήσεις της κλιματικής κρίσης, συνδυαζόμενες με την παλαιότητα των υποδομών και την υποχρηματοδότηση τους, το ενδιαφέρον στρέφεται σήμερα προς τα αποκεντρωμένα συστήματα, εκεί όπου το νερό προμηθεύεται από τοπικές και διαφορετικές πηγές και τα λύματα επεξεργάζονται εντός των κτιρίων ή των οικισμών (Wutich, et al., 2023).

Το βασικό χαρακτηριστικό των αποκεντρωμένων συστημάτων είναι η χρήση τοπικών εγκαταστάσεων για ύδρευση και αποχέτευση χωρίς τη μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις και χωρίς εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας ώστε να είναι περισσότερα ευέλικτα από τα κεντρικά συστήματα για προσαρμογή σε μελλοντικές αβεβαιότητες όπως π.χ. στο περιβάλλον. Τεχνικές βελτίωσης της αποδοτικότητας των διαθέσιμων υδατικών πόρων, που περιλαμβάνουν την συλλογή όμβριων υδάτων, την επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού και το ανακυκλωμένο νερό, μπορούν να εφαρμοστούν σε τοπικό επίπεδο και να παρέχουν υδατική αυτάρκεια στον πληθυσμό. Όσον αφορά στα οικονομικά μεγέθη, οι αποκεντρωμένες Μονάδες επεξεργασίας λυμάτων έχουν το ίδιο κόστος κεφαλαίου, λειτουργίας και συντήρησης, όπως τα κεντρικά συστήματα, για την επίτευξη παρόμοιων επιπέδων υπηρεσιών και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας όπως και μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα (Makropoulos & Butler , 2010).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις θα βοηθήσουν στην αποκέντρωση των συστημάτων ύδρευσης-αποχέτευσης. Νερό και επεξεργασία των λυμάτων επί τόπου μπορεί πλέον να επιτύχουν υψηλά πρότυπα ποιότητας νερού.

2.3 Πράσινες υποδομές

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και η εξάντληση των φυσικών πόρων οδήγησαν στην χρήση λύσεων για τα συστήματα διαχείρισης των υδάτων (ιδίως στον τομέα της διαχείρισης των αστικών όμβριων υδάτων) που βασίζονται στη φύση. Ορολογίες όπως low impact development (LID), Best Management Practices (BMPs), sustainable drainage systems (SuDS), water sensitive urban design, Urban Green Infrastructure (UGI) or Green Infrastructure, Blue-Green Infrastructure, the Blue-Green City and the Sponge City αναπτύχθηκαν με βάση την αρχή του μετριασμού των επιπτώσεων μέσω της μίμησης της

φύσης ώστε να επιτυγχάνονται ευρύτερα οφέλη για την ποσότητα και την ποιότητα του νερού. Η εφαρμογή των πράσινων υποδομών αναμένεται να οδηγήσει σε ένα πλήθος ωφελειών για την υγεία και το περιβάλλον (Furlong, Phelana, & Dodsona, 2018).

Τον Δεκέμβριο του 2019 παρουσιάστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η **Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία**, ένας οδικός χάρτης για να καταστεί η οικονομία της ΕΕ βιώσιμη, ο οποίος μετατρέπει τις κλιματικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις σε ευκαιρίες σε όλους τους τομείς πολιτικής και εξασφαλίζει μια δίκαιη και χωρίς αποκλεισμούς μετάβαση. Έτσι, πολιτικές για καθαρή ενέργεια όλης της οικονομίας, για τη βιομηχανία, την παραγωγή και την κατανάλωση, τις υποδομές μεγάλης κλίμακας, τις μεταφορές, τα τρόφιμα και τη γεωργία, τις κατασκευές, τη φορολογία και τις κοινωνικές παροχές επανεξετάζονται ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι και να αυξηθεί η αξία που αποδίδεται στην προστασία και την αποκατάσταση των φυσικών οικοσυστημάτων, στη βιώσιμη χρήση των πόρων και στη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας. Για την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, η ΕΕ ψήφισε τον κλιματικό νόμο 2021/1119 και εφαρμόζει δράσεις για την περαιτέρω απανθρακοποίηση του ενεργειακού συστήματος, για έξυπνες υποδομές με τη διάδοση καινοτόμων τεχνολογιών και υποδομών, όπως τα ευφυή δίκτυα, τα δίκτυα υδρογόνου ή η δέσμευση, αποθήκευση και χρήση άνθρακα και η αποθήκευση ενέργειας, η κινητοποίηση της βιομηχανίας για μια καθαρή και κυκλική οικονομία ώστε να δώσει ώθηση στην ανάπτυξη πρωτοπόρων αγορών για κλιματικά ουδέτερα και κυκλικά προϊόντα, και ο αναγκαίος ψηφιακός μετασχηματισμός και τα ψηφιακά εργαλεία (τεχνητή νοημοσύνη, τα δίκτυα 5ης γενιάς, η υπολογιστική νέφους, η υπολογιστική αιχμής και το διαδίκτυο των πραγμάτων) προσφέροντας νέες ευκαιρίες για την παρακολούθηση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και των υδάτων από απόσταση ή για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση του τρόπου χρήσης της ενέργειας και των φυσικών πόρων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

Οι (Liu Li & Jensen Marina Bergen, 2018) εξετάζοντας την διαχείριση του αστικού νερού σε 5 πόλεις, γνωστές για τις καινοτόμες προσεγγίσεις τους στην διαχείριση των υδάτων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι προκλήσεις στην εφαρμογή των πράσινων υποδομών είναι κοινές και περιλαμβάνουν χωροταξικούς και οικονομικούς περιορισμούς όπως επίσης και εμπόδια στην διατομεακή συνεργασία και τη συνεργασία των ενδιαφερομένων μερών περιορίζοντας έτσι την ταχύτητα αναβάθμισης των υποδομών σε πράσινες και την πλήρη ανάδειξη των πλεονεκτημάτων τους.

2.4 Κυκλική Οικονομία

Η ανάπτυξη των εγκαταστάσεων νερού ακολουθεί ένα γραμμικό μοντέλο ανάπτυξης «απόληψη-επεξεργασία-χρήση-απόρριψη», στο οποίο η ανάκτηση πόρων και η επαναχρησιμοποίηση δεν λαμβάνονται υπόψη στο διαδικασία σχεδιασμού. Ιστορικά, οι υδατικοί πόροι λαμβάνονται από τις λεκάνες απορροής ποταμών για την κάλυψη των αυξανόμενων απαιτήσεων νερού στις πόλεις, τα λύματα και τα όμβρια ύδατα θεωρούνται ως απόβλητα προϊόντα που πρέπει να απομακρυνθούν από την περιοχή το συντομότερο δυνατό για επεξεργασία και επιστροφή στο περιβάλλον. Ακόμη και σήμερα, η γραμμική σκέψη εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως για την αντιμετώπιση προβλημάτων νερού σε πολλές χώρες. Όταν οι τοπικές πηγές νερού εξαντληθούν ή μολυνθούν, τότε το νερό μεταφέρεται από πιο μακριά.

Στον αντίποδα του γραμμικού μοντέλου, το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, προωθεί την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, την επισκευή και ανάκτηση πόρων όπου είναι δυνατόν.

Από την πλευρά της κυκλικής οικονομίας, οι εγκαταστάσεις ύδρευσης-αποχέτευσης θεωρούνται ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα όταν οι πόροι, συμπεριλαμβανομένου του νερού, της ενέργειας και των υλικών (π.χ. χημικών και βιοστερεών) χρησιμοποιούνται βιώσιμα και ανακτώνται πλήρως όπου είναι δυνατόν.

Οι επιχειρήσεις ύδρευσης-αποχέτευσης έχουν υιοθετήσει από νωρίς τεχνολογίες και πρακτικές που υποστηρίζουν την κυκλική οικονομία, καθώς είναι υποχρεωμένες να εφαρμόζουν ολοένα και πιο αυστηρούς κανονισμούς, εφαρμόζουν τεχνολογίες αιχμής και είναι αναγκασμένες να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην καθημερινότητά τους. Στον τομέα του νερού τα μέτρα πρόληψης και οι επενδύσεις στην προστασία των υδάτινων σωμάτων εντός της λεκάνης απορροής του ποταμού περιορίζουν σημαντικά τα κόστη για την επεξεργασία του πόσιμου νερού. Η συγκέντρωση του βρόχινου νερού είτε στις κατοικίες είτε στους οικισμούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πότισμα κήπων και καθαρισμούς εξοικονομώντας έτσι φυσικούς πόρους συμβάλλοντας παράλληλα στην οικονομία των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων. Η επαναχρησιμοποίηση των αστικών λυμάτων και η χρήση τους στη γεωργία και τη βιομηχανία έχει τα ίδια αποτελέσματα. Η επαναχρησιμοποίηση για άμεση ανθρώπινη κατανάλωση είναι λιγότερο ενεργοβόρα από την

αφαλάτωση (εκτός από τη δυσπιστία που μπορεί να νιώθουν οι καταναλωτές) ενώ η επαναχρησιμοποίηση για έμμεση ανθρώπινη κατανάλωση χρησιμοποιεί τα επεξεργασμένα αστικά λύματα για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων αυξάνοντας έτσι τους μειωμένους φυσικούς πόρους. Η μείωση των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης και οι καμπάνιες ενημέρωσης των πολιτών μειώνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας και το κόστος και ταυτόχρονα συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων. Στον τομέα των υλικών η λυματολάσπη που προέρχεται είτε από την επεξεργασία των λυμάτων είτε από το πόσιμο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως λίπασμα ή στον εμπλουτισμό των εδαφών. Η λυματολάσπη μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία για την παραγωγή οικοδομικών προϊόντων (τσιμέντο, τούβλα κλπ) και την εξαγωγή μετάλλων. Προϊόντα που παράγονται κατά την επεξεργασία όπως βιοπλαστικά από ορισμένα βακτήρια, κυτταρίνη ή άλγη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πλαστικών. Επίσης, τα αέρια που εκλύονται είτε στις δεξαμενές επεξεργασίας είτε από την αποξήρανση της ιλύος μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία και στην παραγωγή ενέργειας. Τέλος, στον τομέα της ενέργειας η βελτιστοποίηση των διαδικασιών επεξεργασίας μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας στις εγκαταστάσεις. Η τοποθέτηση έξυπνων συστημάτων που διευκολύνουν τη συγκέντρωση δεδομένων και την ανάλυσή τους, η αντικατάσταση του παλαιού εξοπλισμού με σύγχρονα μηχανήματα μικρότερης κατανάλωσης ενέργειας, η παραγωγή ενέργειας από αντλησιοταμιευτήρες πόσιμου νερού, η παραγωγή αέριων καυσίμων από τη λυματολάσπη και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά πάνελ) συμβάλλουν τόσο στην οικονομία της λειτουργίας των εγκαταστάσεων όσο και στην ασφάλεια έναντι των διακυμάνσεων των τιμών της ενέργειας (IWA, 2016).

Τόσο η Ευρώπη όσο και η Ελλάδα προωθούν την κυκλική οικονομία με τη χρηματοδότηση των παραπάνω δράσεων και έργων ώστε να μειωθεί το υδατικό αποτύπωμα του νερού (ypen.gov.gr).

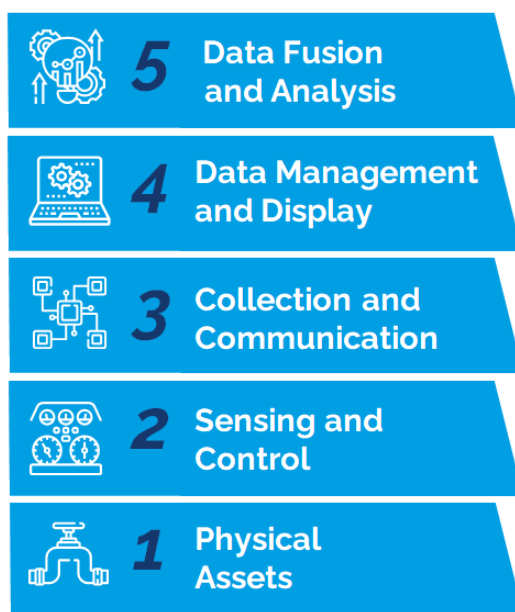
Η επόμενη γενιά θα πρέπει να κατασκευάσει τις υποδομές της πάνω στην έννοια της κυκλικής οικονομίας για την παροχή ενός συνεχούς θετικού κύκλου ανάπτυξης που διατηρεί και ενισχύει το φυσικό κεφάλαιο, βελτιστοποιεί τις αποδόσεις των πόρων και μεγιστοποιεί την αξία τους.

2.5 Ψηφιακός Μετασχηματισμός

Η χρήση της ανάλυσης δεδομένων για την υποστήριξη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση του αστικού νερού παρουσιάζεται για πρώτη φορά στην εργασία του John Snow το 1854 όταν ανέλυσε χωρικά δεδομένα των θυμάτων χολέρας στο Λονδίνο για τον εντοπισμό της πηγής της επιδημίας (Μαυρίδου, Βανταράκης, Ευστρατίου, & Αρβανιτίδου-Βαγιωνά, 2014). Αυτή η περίπτωση δείχνει τη σημασία των δεδομένων για την αντιμετώπιση κρίσεων δημόσιας υγείας. Από τότε, η ανάλυση δεδομένων παίζει διαρκώς αυξανόμενο ρόλο στη βελτίωση των υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης. Ένα από τα ορόσημα είναι η ανάπτυξη και εφαρμογή μοντέλων υπολογιστών για τη διαχείριση του νερού που προέκυψε τη δεκαετία του 1950. Αυτό οδήγησε στην εδραίωση μιας νέας ερευνητικής περιοχής αυτή της υπολογιστικής υδραυλικής (Popescu, 2014). Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, νέες ευκαιρίες προέκυψαν για τις έρευνες στον τομέα των υδάτων και των επιχειρήσεων κοινής ωφελείας όταν νέες τεχνολογίες άρχισαν να αναπτύσσονται και να εφαρμόζονται σε μια σειρά από βιομηχανίες.

Ψηφιακό νερό. Έξυπνο νερό. Διαδικτυακό νερό. Νερό 4.0 είναι μερικοί από τους όρους που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τον μετασχηματισμό που λαμβάνει χώρα σήμερα στον τομέα των υδάτων και ανεξάρτητα από τον ποιον όρο επιλέγουμε, είναι σημαντικό να προσδιοριστεί η εξέλιξη αυτή με την ευρύτερη δυνατή έννοια για να κατανοήσουμε πραγματικά τις δυνατότητες που υπάρχουν.

Το Φόρουμ Smart Water Networks αρχικά χρησιμοποίησε μια αρχιτεκτονική πέντε επιπέδων για να περιγράψει και να αποσαφηνίσει τη λογική ροή στα έξυπνα συστήματα (SWAN, 2024).



Εικόνα 1. Η αρχιτεκτονική των έξυπνων εγκαταστάσεων (<https://swan-forum.com/smart-water-network/#5layers>)

Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 1, ένα έξυπνο σύστημα νερού διακρίνεται σε 5 επίπεδα και μπορεί να γίνει πιο «έξυπνο» υιοθετώντας τα κατάλληλα μέσα και τεχνολογίες σε κάθε επίπεδο. Το αρχικό επίπεδο “Physical Assets” (εξοπλισμός) περιλαμβάνει τα σταθερά στοιχεία του συστήματος όπως σωληνώσεις, αντλίες, δικλείδες, υδραυλικά υλικά. Το δεύτερο επίπεδο, “Sensing and Control” (Αισθητήρια και όργανα ελέγχου) περιέχει το μη σταθερό εξοπλισμό όπως παροχόμετρα, μετρητές πίεσης, όργανα καταγραφής κατανάλωσης ενέργειας και ποιότητας νερού, αλλά και τηλεχειριζόμενες συσκευές όπως μειωτές πίεσης ή booster και μετρητές ασύρματης ανάγνωσης. Το τρίτο επίπεδο “Collection and Communication” (Συλλογή και επικοινωνία) περιλαμβάνει τεχνολογίες και λογισμικά για την αποθήκευση και μετάδοση της πληροφορίας. Κύριος σκοπός των τεχνολογιών αυτών είναι να συλλέξει την πληροφορία από το προηγούμενο στάδιο και να το μεταδώσει στο επόμενο. Το τέταρτο επίπεδο, “Data Management and Display” (Διαχείριση δεδομένων και παρουσίαση), επιτρέπει στις επιχειρήσεις να συγκεντρώσουν και να μετατρέψουν τα δεδομένα σε πληροφορία την οποία θα λάβει ο χειριστής των εγκαταστάσεων μέσω του κεντρικού συστήματος ελέγχου SCADA ή του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών GIS ή άλλου απεικονιστικού συστήματος. Αυτό το επίπεδο συνδέεται επίσης με την κυβερνοασφάλεια, τον τρόπο που επιλέγεται η αλληλουχία των εργασιών και τα συστήματα ενημέρωσης των καταναλωτών. Το τελευταίο στάδιο “Data Fusion and Analysis” (Συνδυασμός και ανάλυση δεδομένων) προσφέρει εργαλεία για την παροχή βέλτιστου

σχεδιασμού και διαχείρισης των έξυπνων εγκαταστάσεων και αποτελείται από βάσεις δεδομένων, συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, μοντέλα προσομοίωσης υπολογιστή, μηχανική μάθηση και αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης AI (Cahn, 2014).

Η ανάπτυξη συστημάτων οργάνων, ελέγχου και αυτοματισμού (ICA: Instrumentation, control and automation) είναι το βασικό μέρος για τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Το ICA άρχισε να εφαρμόζεται στον τομέα του νερού και των λυμάτων από τη δεκαετία του 1970. Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει αποκτήσει ευρεία εφαρμογή στη βιομηχανία νερού και των λυμάτων, κυρίως για τους εξής λόγους: (1) της αυξανόμενης πίεσης στα υφιστάμενα συστήματα λόγω της αστικοποίησης, της κλιματικής αλλαγής, της αυστηρότερης νομοθεσίας και της γήρανσης των υποδομών (2) της προόδου στην ανάπτυξη τεχνολογιών ICA που επιτρέπουν τη συλλογή και τον έλεγχο δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας παράλληλα το κόστος εγκατάστασης τους (3) της αύξησης της αξίας της πληροφορίας που επιτρέπει βελτιστοποίηση σε πραγματικό χρόνο και (4) της προόδου στον τομέα της υδραυλικής πληροφορικής με σημαντικά βελτιωμένη τη μοντελοποίηση και την ακρίβεια πρόβλεψης (Yuan, et al., 2019).

Η ψηφιοποίηση δεν μεταμορφώνει μόνο τον τρόπο σχεδιασμού, λειτουργίας και διαχείρισης των εγκαταστάσεων ύδρευσης-αποχέτευσης αλλά εκτείνεται και σε ένα ευρύ φάσμα θεμάτων συμπεριλαμβανομένης της φύσης των χειρισμών από το ανθρώπινο δυναμικό, της εμπειρίας των καταναλωτών και τον ρόλο του τομέα του νερού στην ανάπτυξη έξυπνων και βιώσιμων πόλεων (IWA, 2019).

Οι συνέργειες που οδηγούν σε βιώσιμα αστικά συστήματα νερού δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες αλλά αλληλένδετες. Η ψηφιοποίηση όμως επισκιάζει τις περισσότερες αφού για παράδειγμα μπορεί να εφαρμοστεί στην παρακολούθηση και τον έλεγχο πράσινων υποδομών, στη βελτίωση της αποδοτικότητας και ανάκτησης πόρων μέσω του βέλτιστου ελέγχου του τρίπτυχο νερού-ενέργειας-υλικού και στην επιτάχυνση της αποκέντρωσης τοπικών υδάτινων συστημάτων με τοπικό έλεγχο μικρής κλίμακας παρά σε ένα μεγάλο κέντρο ελέγχου (Muench, Stoermer, Jensen, & Asikainen, 2022).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Έξυπνες Εγκαταστάσεις Ύδρευσης-Αποχέτευσης

Η βέλτιστη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης είναι καθοριστική, καθώς τα δίκτυα θα πρέπει να ικανοποιούν τις ανάγκες των καταναλωτών, να περιορίζεται το κόστος λειτουργίας τους και να μειώνονται οι ανάγκες τους σε ενέργεια. Τα προβλήματα διαχείρισης μπορούν να διαχωριστούν σε μακροπρόθεσμα, μέσης διάρκειας και βραχυπρόθεσμα προβλήματα και ο ψηφιακός μετασχηματισμός των επιχειρήσεων ύδρευσης και αποχέτευσης μπορούν να συνδράμουν καθοριστικά στην αντιμετώπισή τους.

Στην αντιμετώπιση των βραχυπρόθεσμων προβλημάτων συναντάμε τη διαχείριση της χλωρίωσης σε όλα τα μήκη του δικτύου, τον προσδιορισμό αντιπροσωπευτικών σημείων δειγματοληψιών για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού και της επαρκούς χλωρίωσης μέχρι τα άκρα του, τη βελτίωση, των διαδικασιών λειτουργίας των εγκαταστάσεων, τον έλεγχο και τον προγραμματισμό λειτουργίας τους, τη διαχείριση και τον έλεγχο των διαρροών, την διασφάλιση της ποιότητας του νερού, την αντιμετώπιση ρύπανσης και της μόλυνσης, την αδιάλειπτη παροχή νερού από διαφορετικές πηγές υδροδότησης, την ανίχνευση και την ειδοποίηση σφαλμάτων από τα συστήματα επικοινωνίας. Στα μεσοπρόθεσμα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στη διαχείριση των δικτύων συμπεριλαμβάνεται η αντικατάσταση τους λόγω παλαιότητας ή λόγω αστοχίας των υλικών, η διαχείριση της τρωτότητας, η τιμολόγηση του νερού, η οποία προκύπτει από τα κόστη των επιχειρήσεων ύδρευσης και αποχέτευσης ενώ στα μακροπρόθεσμα προβλήματα συναντάμε το σχεδιασμό των δικτύων και τις τεχνικές βελτιστοποίησης τους, την ανάλυση της αξιοπιστίας τους, την ζωνοποίηση των δικτύων για την καλύτερη διαχείριση των πιέσεων και τη μείωση των απωλειών (Oladipupo Bello , et al., 2019).

Στην επεξεργασία των λυμάτων οι διαδικασίες που καθορίζουν τη σωστή λειτουργία των εγκαταστάσεων, άρα και της επεξεργασίας τους, αφορούν: στον έλεγχο του διαλυμένου οξυγόνου (DO) με σταθερό ή μεταβλητό σημείο ρύθμισης ως μέρος της λειτουργίας της διαδικασίας της μονάδας αερισμού (διακυμάνσεις στο σημείο ρύθμισης DO καθοδηγούνται συνήθως από την απομάκρυνση του αζώτου όπου παρακολουθούνται με αισθητήρες θρεπτικών ουσιών), στο στάδιο του αερισμού σε εναλλασσόμενες δεξαμενές με βάση τις μετρήσεις σε θρεπτικά συστατικά, DO, pH ή δυνατότητα μείωσης οξείδωσης (ORP), στον

έλεγχο ανακυκλοφορίας των νιτρικών, στον εξωτερικό έλεγχο δοσολογίας άνθρακα με βάση τη μέτρηση νιτρικών αλάτων στην ανοξική ζώνη, στον έλεγχο SRT (χρόνος κατακράτησης στερεών) με βάση το απόθεμα λάσπης χρησιμοποιώντας δεδομένα θολότητας, στον έλεγχο της ροής επιστροφής της ενεργούς ιλύος με βάση την παροχή εισόδου, στον έλεγχο τροφοδοσίας θρεπτικών με βάση την παροχή εισόδου για τον περιορισμό της υπερφόρτωσης λάσπης στη δευτεροβάθμια καθίζηση, στον έλεγχο των αναερόβιων διεργασιών με στόχο τη σταθεροποίηση της διαδικασίας και τη μεγιστοποίηση της παραγωγής βιοαερίου και στον έλεγχο καθίζησης χημικών με βάση τοπικές μετρήσεις της συγκέντρωση φωσφόρου (Yuan, et al., 2019).

Στην περίπτωση των δικτύων όμβριων υδάτων η χρήση ελέγχου σε πραγματικό χρόνο (RTC: Real Time Control) εφαρμόζεται όλο και περισσότερο για τη σύλληψη και τη χρήση των επιφανειακών απορροών, για την αύξηση των υδατικών αποθεμάτων, τη μείωση του κινδύνου πλημμύρας και την αποκατάσταση της φυσικής ροής στους αποδέκτες. Αν και προς το παρόν εφαρμόζεται σε μικρή κλίμακα η τηλεμετρία μπορεί να βελτιώσει τη διαχείριση των αστικών υδάτων (Xu, Burns , Cherqui, & Fletcher, 2021).

Την έννοια «έξυπνες» εγκαταστάσεις ύδρευσης-αποχέτευσης την δανειζόμαστε από τον χώρο της ενέργειας (έξυπνα ενεργειακά δίκτυα). Η διαχείριση του νερού με έναν ευφυή τρόπο μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων και δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Το μοντέλο «Μέτρηση–Ανάλυση–Απόφαση» βασίζεται: 1. στη λήψη των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, 2. στην σωστή και αποτελεσματική ανάλυση τους και 3. στην λήψη των βέλτιστων αποφάσεων (Ingildsen & Olsson, 2016).

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες δεκαετίες η ικανοποιητική διαχείριση των εγκαταστάσεων νερού δεν μπορεί να βασίζεται στη διαίσθηση και στην προσωπική εμπειρία. Προβλήματα λειψυδρίας, καθώς και το γεγονός ότι οι εγκαταστάσεις νερού είναι αρκετά ενεργοβόρες, πρέπει να ωθούν τους διαχειριστές σε μέτρα πρόληψης για την σωστή διαχείριση των συστημάτων αυτών. Η χρήση των συστημάτων τηλεέγχου- τηλεχειρισμού ως μια τεχνική βάση για την αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων είναι περισσότερο από ποτέ αναγκαία. Τα συστήματα τηλεμετρίας, όπως και τα εποπτικά συστήματα, παίζουν έναν αδιαμφισβήτητο ρόλο στη μείωση του κόστους και στην ορθή λειτουργία των συστημάτων νερού σε έκτακτες καταστάσεις όπως πλημμύρες, μεγάλες περιόδους ξηρασίας ή άλλοι κίνδυνοι ή ακόμη και τρομοκρατικές επιθέσεις (Lindovsky & Krocova, 2015)

Με την αυξανόμενη πολυπλοκότητα στα συστήματα διαχείρισης νερού, αυξάνονται οι ανάγκες υιοθέτησης ψηφιακών λύσεων. Για παράδειγμα, ο τηλεχειρισμός και τα ψηφιακά δίδυμα (digital twins) παρέχουν συνδεσιμότητα μεταξύ ενός βοηθητικού προγράμματος και μιας παροχής νερού. Στη συνέχεια, διάφορες ψηφιακές τεχνολογίες παρέχουν συνδεσιμότητα εντός των λειτουργιών μιας υπηρεσίας κοινής ωφέλειας. Εργαλεία εξυπηρέτησης πελατών και ανάλυσης πελατών στη συνέχεια εγκαθίστανται για να γεφυρώσουν το κενό μεταξύ της επιχείρησης ύδρευσης και του πελάτη της και πρωτοβουλίες, όπως οι πλατφόρμες ανοιχτών δεδομένων και κοινωνικά προγράμματα, μπορούν να προσφέρουν συνδεσιμότητα από τον πελάτη πίσω στην παροχή νερού. Αυτές οι λύσεις αξιοποιούν τις πιο πρόσφατες προτάσεις της τεχνολογίας : cloud, κινητά τηλέφωνα, έξυπνες υποδομές, αισθητήρες, δίκτυα επικοινωνίας και ανάλυση μεγάλων δεδομένων (IWA, 2019).

3.1 Ο ρόλος των αισθητήρων

Τα όργανα είναι το θεμελιώδες μέρος της ψηφιακής μεταρρύθμισης στη βιομηχανία του νερού, καθώς είναι η κύρια πηγή των ψηφιακών δεδομένων. Είναι παρόντα σε όλη τη διαδρομή του πόσιμου νερού και των λυμάτων και τα συναντάμε από τον καταναλωτή, με τη χρήση έξυπνων μετρητών στα κτίρια, μέχρι και τα βιομηχανικά όργανα στα διάφορα συστήματα των δικτύων και της επεξεργασίας του νερού. Ο Ψηφιακός Μετασχηματισμός επιτυγχάνει (1) όταν λαμβάνονται δεδομένα καλής ποιότητας από σωστά εγκατεστημένα όργανα διευκολύνοντας έτσι την τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων, (2) εάν είναι γνωστή η αβεβαιότητα των δεδομένων και (3) εάν διατηρείται το πρόγραμμα συντήρησης των οργάνων, διασφαλίζοντας την ακρίβεια τους. Για την επιτυχία των έργων, είναι απαραίτητο να έχει νωρίτερα αποφασιστεί ο λόγος και ο τρόπος συλλογής των δεδομένων (πχ. μείωση του Μη ανταποδοτικού Νερού).

Αισθητήρες, τηλεχειρισμός, τεχνολογίες συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), και εργαλεία οπτικοποίησης γίνονται τα βασικά στοιχεία για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Τεχνολογίες απεικόνισης όπως δορυφόροι και drones, που χρησιμοποιούνται χωριστά ή μαζί, παρέχουν δεδομένα για τη χαρτογράφηση των υδατικών πόρων, τη μέτρηση των ροών νερού. Δεδομένα από τέτοιες τεχνολογίες μπορούν να προετοιμάζουν καλύτερα τους διαχειριστές των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας για έντονα καιρικά φαινόμενα.

Επιπλέον, τα δορυφορικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ποιότητα του νερού (π.χ. θολότητα, άλγη, κ.λπ.) και τις υδρολογικές προβλέψεις, οι οποίες όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με επιτόπιες μετρήσεις, επιτρέπουν στους χειριστές να προετοιμαστούν και να αντιδράσουν σε ζητήματα ποιότητας του νερού και άλλες προκλήσεις. Οι αισθητήρες μπορούν να εγκατασταθούν σε όλα τα συστήματα βοηθώντας στις καθημερινές λειτουργίες βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων (π.χ. χρήση χημικών για τον καθαρισμό του νερού), ανίχνευση, διάγνωση και πρόληψη επιζήμιων συμβάντων (π.χ. ρήξεις σωλήνων, συμβάντα αποχρωματισμού νερού, καταρρεύσεις/μπλοκαρίσματα αποχετεύσεων κ.λπ.), και παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την προληπτική συντήρηση και βελτίωση των εξοπλισμών (π.χ. βοηθώντας στην ιεράρχηση των επισκευών και στις αντικαταστάσεις πεπαλαιωμένων υποδομών). Ομοίως, οι αισθητήρες μπορούν να παρέχουν στοιχεία για τη διάβρωση των σωλήνων και να ειδοποιούνται οι ιδιοκτήτες οικιών και επιχειρήσεων όταν το νερό δεν πληροί τα πρότυπα ποιότητας. Επιπλέον, οι έξυπνοι μετρητές καταγράφουν τη χρήση νερού του καταναλωτή, παρέχοντας μια σαφή εικόνα του προφίλ του, επιτρέποντας έτσι τη λήψη μέτρων για την μείωση της κατανάλωσης ή τον εντοπισμό βλαβών στο εσωτερικό της οικίας του (Ingildsen & Olsson, 2016).

Σήμερα, η μέτρηση της παροχής και της πίεσης του νερού είναι οι πιο συχνές μετρήσεις με αισθητήρια όργανα. Αν και αφορούν σε απλές μετρήσεις, μπορούν να δώσουν αρκετές πληροφορίες για τα συστήματα και για το λόγο αυτό επιλέγονται σε προτεραιότητα τόσο στα δίκτυα ύδρευσης όσο και της αποχέτευσης.

Αισθητήρια

1. Παροχή

Η παροχή είναι μια ουσιαστική παράμετρος σε οποιαδήποτε εφαρμογή στον κύκλο παροχής νερού. Σε συνδυασμό με τις μετρήσεις για τη στάθμη του νερού παρακολουθεί τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του νερού, δηλ. που είναι το νερό/υγρό και πώς κινείται. Η μέτρηση της ροής διατίθεται σε ένα ευρύ φάσμα μεγεθών από μεγάλες μετρήσεις ροής εισόδου χιλιάδων κυβικών μέτρων ανά ώρα ή σε μικρότερες μετρήσεις χιλιοστόλιτρων ανά λεπτό. Στις επιχειρήσεις ύδρευσης οι πιο συχνές συσκευές αισθητήρων μέτρησης παροχής είναι τα ηλεκτρομαγνητικά παροχόμετρα σε κλειστούς σωλήνες πλήρους λειτουργίας. Δύο

ηλεκτρόδια σε κάθε πλευρά του μετρητή ροής παράγουν ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Αυτό το πεδίο διαχωρίζει τα θετικά και τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια δημιουργώντας ρεύμα κάθετο στο μαγνητικό πεδίο. Το παραγόμενο ρεύμα είναι ανάλογο της ροής. Ως εκ τούτου, η μέτρηση του ρεύματος χρησιμοποιείται για να ληφθεί η μέτρηση της ροής. Οι ροές σε σωλήνες που δεν γεμάτοι μετριοούνται με αρχές άλλες από τις ηλεκτρομαγνητικές.

2. Στάθμη και πίεση

Η στάθμη του νερού και η πίεση είναι σε πολλές περιπτώσεις αλληλένδετες αφού η πίεση μπορεί να μετρηθεί σε μέτρα μιας στήλης νερού. Οι πιο συνήθεις μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται ευρέως για την πίεση είναι τα bar ή psi. Η λειτουργία του αισθητηρίου βασίζεται στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Η πίεση ασκείται σε ένα μεταλλικό φιλμ. Όσο η πίεση αυξάνει τα άτομα απομακρύνονται μεταξύ τους και ως αποτέλεσμα έχει την μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του μετάλλου.

3.1.1 Αισθητήρια για την ποιότητα του πόσιμου νερού

Στην περίπτωση του πόσιμου νερού τα αισθητήρια πρέπει να είναι σύμφωνα με το ISO 15839:2003.

3. Θολότητα

Θολότητα είναι μια έκφραση της οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και να απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό χωρίς να το μεταδίδει σε ευθεία γραμμή. Μετράται σε νεφελομετρικές μονάδες NTU και το επιθυμητό όριο στο πόσιμο νερό είναι 0,3 NTU.

Αποτελεί μια σημαντική μέτρηση στην εξέταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων γιατί η διαύγεια του νερού επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς και τις χρήσεις των νερών (πόση, βιομηχανία, αναψυχή). Οφείλεται σε κολλοειδείς ανόργανες ή οργανικές ύλες που αιωρούνται όπως είναι ο πηλός, χώμα, φύκι, βακτήρια τα οποία μπορούν να καθιζάνουν και δημιουργούν προβλήματα ακόμα και στις σωληνώσεις και δεξαμενές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατανάλωση θολού νερού μπορεί να είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία, καθώς η απολύμανση του νερού δεν είναι αποτελεσματική όταν υπάρχει θολότητα

αφού πολλοί παθογόνοι οργανισμοί εγκλωβίζονται στα σωματίδια που αιωρούνται και προστατεύονται από το απολυμαντικό. Επίσης, τα σωματίδια μπορεί να απορροφήσουν επιβλαβείς οργανικές ή ανόργανες ουσίες (αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά, μαγγάνιο, σίδηρο, χαλκό). Για το λόγο αυτό η θολότητα χρησιμοποιείται ευρέως ως μέτρο της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό και θεωρείται αντιπροσωπευτική παράμετρος για την μέτρηση της αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας του πόσιμου νερού (Σκληβανιώτης, 2004).

4. Υπολειμματικό χλώριο

Η χρήση του χλωρίου για την απολύμανση του νερού είναι ακόμη και σήμερα μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος. Η διαδικασία παρακολούθησης του υπολειμματικού χλωρίου στο δίκτυο μπορεί να γίνει είτε απευθείας με αισθητήρια είτε με εργαστηριακό εξοπλισμό αυτόματα.

Το χλώριο μετράται με αμπερομετρικές ή φασματομετρικές μεθόδους.

5. pH

Η μέτρηση του pH είναι μία από τις σημαντικότερες μετρήσεις κατά την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού ενός οικοσυστήματος. Το pH μπορεί να μετρηθεί ηλεκτρομετρικά (πεχάμετρο), χρωματομετρικά (χρησιμοποίηση δεικτών που αλλάζουν χρώμα σε διαφορετικές τιμές pH), με χρήση φασματοφωτόμετρου κ.ά.

Το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων στο εσωτερικό των κυττάρων πραγματοποιείται σε ουδέτερο pH. Όξινα ή αλκαλικά περιβάλλοντα δυσχεραίνουν την πορεία των παραπάνω αντιδράσεων ή αναστέλλουν την πραγματοποίησή τους. Τα περισσότερα νερά στη φύση έχουν τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ των 4-9 μονάδων, επομένως για να μην επηρεάζεται η διαβρωτικότητα του νερού που προορίζεται για κατανάλωση έχει ορισθεί μια παραμετρική τιμή για την ενεργό οξύτητα και είναι 6,5-8,5 (Σκληβανιώτης, 2004).

Το pH μπορεί να μετρηθεί από ένα ηλεκτρόδιο βυθισμένο σε γυάλινο δοχείο. Ένα ηλεκτρόδιο συλλογής ατόμων υδρογόνου είναι βυθισμένο σε ένα ουδέτερο διάλυμα (pH =7) και ένα διάλυμα του διερχόμενου νερού διαχωρίζεται από μια γυάλινη μεμβράνη.

6. UV254/TOC

Το περιεχόμενο της οργανικής ύλης στο πόσιμο νερό σχετίζεται τόσο με το χλωριωμένο όσο και το αχλωρίωτο νερό. Η οργανική ύλη μπορεί να χρησιμεύει ως υπόστρωμα για τα βακτήρια και στο χλωριωμένο σύστημα αυτό προκαλεί το σχηματισμό καρκινογόνων παραπροϊόντων απολύμανσης. Επιπρόσθετα, έχει επιπτώσεις και μπορεί να προσθέσει η γεύση και οσμή στο τελικό αποτέλεσμα. Ο προσδιορισμός του ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) και του διαλελειμμένου οργανικού άνθρακα (DOC) απαιτεί δουλειά εργαστηρίου. Οι μετρήσεις της UV254 έχουν αποδειχθεί ότι είναι μια καλή προσέγγιση για το περιεχόμενο σε ολικό οργανικό άνθρακα του νερού. Οι μετρήσεις UV254 είναι απλά μία μέτρηση της ποσότητας του φωτός που εκπέμπεται από ένα μήκος κύματος 254nm το οποίο απορροφάται από το δείγμα νερού.

7. Οξειδωσιμότητα

Η παράμετρος αυτή μετράει τη δυνατότητα της οξείδωσης των αντιδράσεων. Η χλωρίωση δουλεύει τόσο καλά γιατί το χλώριο είναι ένα πολύ ισχυρό οξειδωτικό μέσο και οξειδώνει τα ένζυμα των μικροβίων. Έτσι, τα μικρόβια πεθαίνουν ή γίνονται ανίκανα να αναπαραχθούν. Η μέτρηση ORP μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της διαδικασίας της απολύμανσης, εκφράζεται σε millivolts (mV) και μετριέται με τον ίδιο τρόπο όπως το pH, με ένα ηλεκτρόδιο σε επαφή με το νερό και ένα άλλο ηλεκτρόδιο μέσα σε ηλεκτρολύτη.

8. Αγωγιμότητα

Η αγωγιμότητα είναι ένα μέτρο της δυνατότητας του νερού να μεταφέρει ένα ηλεκτρικό φορτίο. Εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ανόργανων ιόντων χλωρίου, νιτρικής αμμωνίας και ασβεστίου. Οργανικά σε συσσωματώματα έχουν μικρή ικανότητα να παράγουν ρεύμα και επηρεάζουν την αγωγιμότητα του νερού σε μικρό βαθμό. Η θερμοκρασία παίζει ρόλο και επηρεάζει την αγωγιμότητα, όπου το στάνταρ προσδιορίζεται στους 25 βαθμούς κελσίου. Η αγωγιμότητα συνδέεται στενά με την παράμετρο των ολικών διαλυμένων στερεών TDS (total dissolved solids) που είναι μια παραπλήσια παράμετρος της αντίστροφης όσμωσης, καθώς υψηλές συγκεντρώσεις σε TDS υποδηλώνουν ότι μία υψηλότερη πίεση απαιτείται για να λάβει χώρα η όσμωση. Η αγωγιμότητα χρησιμοποιείται επίσης για την ανίχνευση της διείσδυσης του αλμυρού νερού στις πηγές του υδροφόρου

ορίζοντα ή στο σύστημα διανομής. Η αγωγιμότητα μετράται ως η αντίσταση του νερού μεταξύ 2 ηλεκτροδίων σε μία συγκεκριμένη απόσταση. Στο πόσιμο νερό κυμαίνεται μέχρι 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

9. Θερμοκρασία

Οι αισθητήρες για την μέτρηση θερμοκρασίας υπάρχουν εδώ και πολλά χρόνια και θεωρούνται ως ο απλούστερος τύπος μέτρησης που διατίθεται για τον έλεγχο της ποιότητας του πόσιμου νερού. Ο πιο συνηθισμένος τύπος αισθητήρα για μέτρηση της θερμοκρασίας είναι τα θερμistor NTC και PTC. Η ηλεκτρική αντίσταση των θερμistor αλλάζει με τη θερμοκρασία με έναν προβλέψιμο τρόπο είτε με θετική συσχέτιση (PTC) είτε με αρνητική συσχέτιση (NTC). Ένα θερμistor έχει μικρό κόστος. Πολλά αισθητήρια άλλων παραμέτρων περιλαμβάνουν επίσης και έναν αισθητήρα για τη θερμοκρασία.

10. Χρώμα

Ο όρος χρώμα χρησιμοποιείται για να δηλώσει το πραγματικό χρώμα ενός δείγματος νερού, μετά την απομάκρυνση θολότητας με διήθηση ή φυγοκέντρηση.

Εάν υπάρχει, είναι ανεπιθύμητο για το πόσιμο νερό. Οφείλεται σε κolloειδείς ή διαλυμένες ουσίες φυσικής προέλευσης ή σε τεχνητές χρωστικές ουσίες όπως:

- παρουσία διαλυμένων χρωστικών ουσιών, απόβλητα βιομηχανιών
- μεταλλικά ιόντα από διάβρωση των σωλήνων
- αδιάλυτες αιωρούμενες ουσίες (άργιλος, άμμος, μικροοργανισμοί)
- πλαγκτόν.

Επίσης, μια έντονη βροχόπτωση μπορεί να φτάσει στο σύστημα επικοινωνίας ύδρευσης ή της πηγής υδροληψίας με επιφανειακά νερά και κατά την έννοια αυτή είναι δυνατόν να σημαίνει κατ' αρχήν υγειονομικό κίνδυνο.

Η παρουσία χρώματος στο νερό περιορίζει τις δυνατότητες χρήσης του, διότι δεν είναι αισθητικά αποδεκτό από τους καταναλωτές και πρέπει να εξεταστεί χημικά για να αναζητηθεί η προέλευση του χρώματος.

Ο προσδιορισμός του χρώματος μπορεί να επιτευχθεί είτε με οπτική μέθοδο συγκρίνοντας το δείγμα με πρότυπη χρωματική κλίμακα, είτε φωτομετρικά με ειδικά φασματοφωτόμετρο ή φωτόμετρα με φίλτρα. Ο προσδιορισμός του χρώματος στηρίζεται στην οπτική σύγκριση του δείγματος με έγχρωμο διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης που παρασκευάζεται στο εργαστήριο. Το διάλυμα αυτό περιέχει λευκόχρυσο (Pt) και κοβάλτιο (Co) (Σκληβανιώτης, 2004).

Για τον προσδιορισμό του χρώματος χρησιμοποιούνται αισθητήρια εφαρμόζοντας την απορρόφηση NIR/VIS που μετρά το απορροφούμενο φως στις ορατές και υπέρυθρες περιοχές της χρωματικής κλίμακας. Το χρώμα προλαμβάνεται με εξουδετέρωση των αιτιών ή αντιμετωπίζεται με χλωρίωση, διύλιση, ενεργό άνθρακα ή με φωτολυτική δράση του ηλίου.

3.1.2 Αισθητήρια στην επεξεργασία λυμάτων

1. Διαλυμένο οξυγόνο DO

Μετράει το ποσό του οξυγόνου στο νερό, το οποίο είναι προαπαιτούμενο για τις αερόβιες συνθήκες και την αποσύνθεση της οργανικής ύλης, όπως επίσης και την νιτροποίηση. Η κορεσμένη συγκέντρωση σε διαλυμένο οξυγόνο στο νερό εξαρτάται πρωτίστως από τη θερμοκρασία και κυμαίνεται από 8 έως 10 mg / λίτρο. Διατηρώντας το διαλυμένο οξυγόνο από 1,5 ως 3 mg / λίτρο στις δεξαμενές αερισμού, διασφαλίζεται η οξυγόνωση ανάλογα με το εισερχόμενο φορτίο. Σήμερα, πολλές εγκαταστάσεις έχουν αρκετά αισθητήρια DO στη γραμμή των αερόβιων επεξεργασιών, όπως και σε παράλληλες γραμμές ώστε να διασφαλιστεί ο καλός αερισμός σε όλες τις συνθήκες. Η μέτρηση του γίνεται σύμφωνα με την αρχή Clark όπου ένας θάλαμος αντίδρασης απομονώνεται από το νερό με μεμβράνη που επιτρέπει στα μόρια οξυγόνου να διεισδύσουν. Το παραγόμενο ρεύμα μεταξύ ενός αργυρού ανοδικού και ενός καθοδικού χρυσού ηλεκτροδίου, σε ένα διάλυμα ηλεκτρολύτη χλωριούχου καλίου, δίνει ένα σήμα ανάλογο με τη συγκέντρωση του οξυγόνου στο νερό. Οι νέες εξελίξεις των αισθητήρων επιτρέπουν αισθητήρες DO χωρίς μεμβράνη. Αυτοί οι αισθητήρες βασίζονται στην αρχή της φωταύγειας και δεν απαιτούν βαθμονόμηση για χρόνια λειτουργίας ή οποιαδήποτε συντήρηση εκτός από τον καθαρισμό.

2. Ολικά διαλυμένα στερεά TSS

Τα ολικά διαλυμένα στερεά μετρώνται σε mg/l και αποτυπώνουν τη συγκέντρωση των στερεών που καθυστερούν να καθιζήσουν. Για την online μέτρηση τους χρησιμοποιείται η ίδια διαδικασία όπως και στη θολότητα, το αντανakλώμενο φως μετريέται μέσα από ένα δείγμα λύματος.

3. Αμμωνία

Η περιεκτικότητα σε αμμωνία είναι σημαντική στην κατανόηση της διαδικασίας νιτροποίησης που αποτελεί μέρος της συνολικής διαδικασίας απομάκρυνσης του αζώτου. Στη νιτροποίηση, η αμμωνία μετατρέπεται σε νιτρικά ενώ αντιδρά με (και ως εκ τούτου καταναλώνει) διαλυμένο οξυγόνο. Σήμερα, στον τομέα των αισθητήρων κυριαρχεί το ηλεκτρόδιο που είναι ευαίσθητο σε ιόντα (ISE: ion sensitive electrode) και μετατρέπει τη συγκέντρωση σε ένα ηλεκτρικό δυναμικό. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτείται κάποια μικρή άντληση ενώ το μειονέκτημα της είναι ότι κανένα ηλεκτρόδιο δεν είναι εξ ολοκλήρου επιλεκτικό και στο σήμα μπορεί να παρεμβάλλονται και άλλες ουσίες, όπως το κάλλιο επηρεάζοντας έτσι την ακρίβεια της μέτρησης.

4. Νιτρικά

Τα νιτρικά είναι μια άλλη κρίσιμη παράμετρος για την απομάκρυνση του αζώτου στα λύματα. Η απονιτροποίηση οδηγεί στην παραγωγή αζώτου αερίου το οποίο εκλύεται από το νερό και με αυτό τον τρόπο απομακρύνεται το άζωτο. Αυτή η διαδικασία κάνει το νερό λιγότερο ευάλωτο στον ευτροφισμό. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των νιτρικών βασίζονται στην λειτουργία ενός ηλεκτροδίου, όπως και της αμμωνίας, ή μέσω της απορρόφησης UV ακτινοβολίας.

5. Φώσφορος

Ο φώσφορος είναι το τρίτο από τα θρεπτικά ιόντα που συνήθως μετριώνται online στα λύματα. Απομακρύνεται είτε χημικά μέσω καθίζησης είτε βιολογικά από τους μικροοργανισμούς που προσλαμβάνουν το φώσφορο στα κύτταρά τους. Ο φώσφορος συνήθως απομακρύνεται με την λυματολάσπη. Ενώ βρίσκεται σε στερεή κατάσταση,

διαλύεται στο νερό αρχικά με τη μορφή των φωσφορικών αλάτων. Αρκετοί αισθητήρες για τον προσδιορισμό των φωσφορικών αλάτων βασίζονται στην φασματομετρική μέθοδο. Αυτό σημαίνει ότι με την προσθήκη χημικών που αντιδρά με το ιόν του φωσφόρου χρωματίζεται το νερό. Η ένταση του φωτός λαμβάνεται από ένα φωτόμετρο το οποίο το μεταφράζει σε συγκέντρωση mg ανά λίτρο.

6. Οργανικά

Ένας από τους κυριότερους λόγους της επεξεργασίας αστικών λυμάτων είναι και η απομάκρυνση των οργανικών ουσιών οι οποίες καταναλώνουν οξυγόνο κατά τη διάρκεια της αποδόμησης τους. Δύο παράμετροι χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουνε την οργανική ύλη, μία είναι το COD και η άλλη το BOD. Αυτές οι παράμετροι περιγράφουν πόσο οξυγόνο χρειάζεται για να αποσυντεθεί η οργανική ύλη είτε μέσω της χημικής οξείδωσης είτε μέσω των βακτηρίων. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση αυτών των ποιοτικών στοιχείων είναι η απορρόφηση της UV ακτινοβολίας.

7. Λυματολόσπη

Για τον προσδιορισμό της στάθμης της ιλύος στη δεξαμενή καθίζησης χρησιμοποιούμε υπερήχους με συχνότητες υψηλότερης από αυτές που μπορεί να ακούσει τα ανθρώπινο αυτί. Η συσκευή υπερήχων στέλνει ένα κύμα στο νερό. Ο χρόνος τον οποίο χρειάζεται το κύμα να επιστρέψει χρησιμοποιείται ως δείκτης για τη στάθμη της ιλύος. Μια νέα γενιά αισθητήρων ιλύος χρησιμοποιεί υπέρυθρες ακτίνες για τη μέτρηση της στάθμης.

8. Μεταβολή του διαλυμένου οξυγόνου

Πολλές παράμετροι μπορούν να εκτιμηθούν με τον προσδιορισμό του ποσοστού μεταβολής του διαλυμένου οξυγόνου. Η αποσύνθεση της οργανικής ύλης, η ανάπτυξη των βακτηρίων και η μετανάστευση τους λόγω τοξικότητας μπορούν να προσδιοριστούν καταγράφοντας το ποσοστό εισόδου του αέρα στο σύστημα, καθώς και το ποσοστό αλλαγής στην δεξαμενή καθίζησης ενώ το οξυγόνο διατηρείται σε ελεγχόμενη συγκέντρωση.

9. Αερισμός

Η online μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σε έναν διαχυτή διασφαλίζει πιο σταθερές διαδικασίες και έλεγχο του αερόβιου σταδίου. Ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία για την ταχύτητα του αέρα βασίζεται στη θερμική διασπορά. Εφαρμόζοντας έναν αισθητήρα ζεστό και έναν όχι ζεστό, το ποσό της ενέργειας που χρειάζεται για να διατηρηθεί η διαφορά της θερμοκρασίας είναι ανάλογη με την ταχύτητα του αέρα.

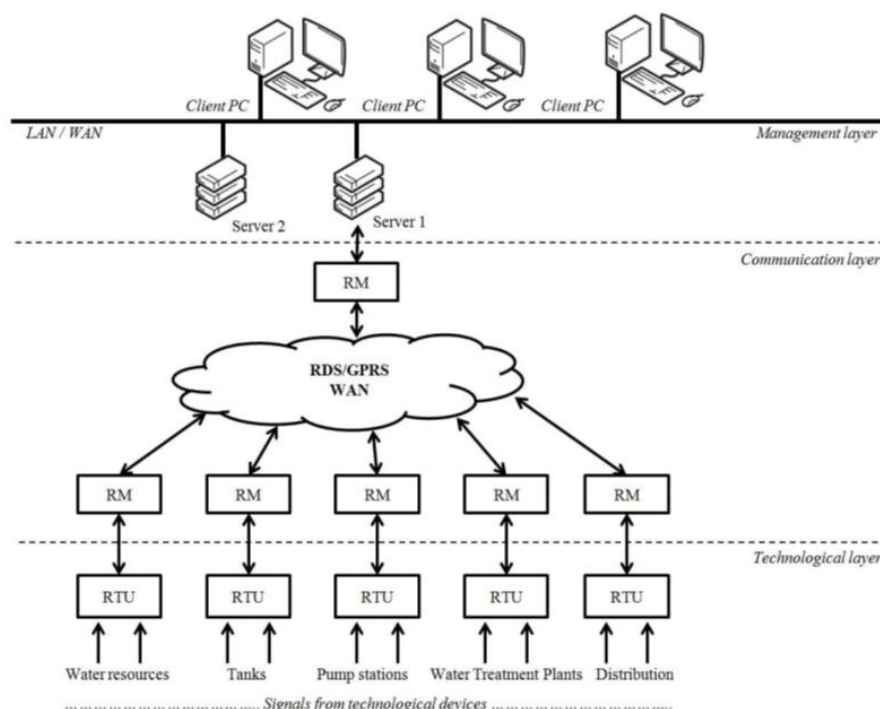
3.2 Τα Συστήματα Τηλέλεγχου-Τηλεχειρισμού

Στις αρχές του 1960 η λειτουργία των βιομηχανιών βασιζόνταν στα ηλεκτρικά συστήματα. Αυτό άρχισε να αλλάζει από τη δεκαετία '70 όταν ο όρος SCADA εισήχθη θέλοντας να περιγράψει τον αυτόματο έλεγχο και τη μεταφορά δεδομένων (Simon Duque Ant' on, Daniel Fraunholz, Christoph Lipps, Frederic Pohl, Marc Zimmermann and Hans D. Schotten, 2017).

Ο όρος SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) περιγράφει μια κατηγορία συστημάτων βιομηχανικού αυτομάτου ελέγχου και τηλεμετρίας. Το χαρακτηριστικό των συστημάτων SCADA είναι ότι αποτελούνται από τοπικούς ελεγκτές PLC, που ελέγχουν επί μέρους στοιχεία και μονάδες μιας εγκατάστασης, συνδεδεμένους σε ένα κεντρικό Master Station (Κύριο Σταθμό Εργασίας). Ο κεντρικός σταθμός εργασίας κατόπιν επικοινωνεί τα δεδομένα που συλλέγει από την εγκατάσταση σε ένα πλήθος από σταθμούς εργασίας σε τοπικό LAN ή μεταδίδει τα δεδομένα της εγκατάστασης σε μακρινά σημεία μέσω κάποιου συστήματος τηλεπικοινωνίας, π.χ. μέσω του ενσύρματου τηλεφωνικού δικτύου ή μέσω κάποιου ασύρματου δικτύου (<https://el.wikipedia.org/wiki/SCADA>, 2024).

3.2.1 Η αρχιτεκτονική των Συστημάτων Τηλεελέγχου-Τηλεχειρισμού

Τα Συστήματα Τηλεελέγχου-Τηλεχειρισμού είναι βιομηχανικά δίκτυα (Industrial networks) και απαρτίζονται από εξειδικευμένα υπολογιστικά συστήματα και εφαρμογές όπως οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές «Programmable Logic Controllers (PLCs)», τα συστήματα SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), τα Κατανεμημένα Συστήματα Ελέγχου Distributed Control Systems (DCSc) και τις επικοινωνίες μεταξύ αυτών των συστημάτων. Στην Εικόνα 2 μπορούμε να δούμε μια τυπική δομή του συστήματος.



Εικόνα 2. Αναπαράσταση Αρχιτεκτονικής δομής του συστήματος τηλεέλεγχου σε ένα σύστημα υδροδότησης (Lindovsky & Krocova, 2015)

Σύμφωνα με τον (Galloway & Hancke, 2013) ένα βιομηχανικό δίκτυο αποτελείται από:

1) *PLC*: Τα PLCs είναι εξειδικευμένοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, που αποτελούν τον πυρήνα ελέγχου των βιομηχανικών δικτύων. Ο προγραμματισμός ενός PLC γίνεται με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού, είτε με χρήση φυσικής σύνδεσης σε αποκλειστική θύρα προγραμματισμού στη συσκευή ή μέσω δικτύου στο οποίο είναι προσαρτημένο το PLC. Το λογισμικό προγραμματισμού συχνά αποτελεί μέρος του περιβάλλοντος ανάπτυξης, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει επίσης άλλα χαρακτηριστικά, όπως η ικανότητα επικοινωνίας, οδηγίες στο PLC ή για προβολή εσωτερικών μεταβλητών στο εκτέλεση PLC για σκοπούς εντοπισμού σφαλμάτων και αντιμετώπισης προβλημάτων.

2) *SCADA*: Το SCADA είναι ένα σύστημα λογισμικού που εφαρμόζεται ένα επίπεδο πάνω από τον έλεγχο του hardware στην ιεραρχία του δικτύου και δεν εκτελεί κάποιον έλεγχο αλλά λειτουργεί εποπτικά. Ο σκοπός του SCADA είναι η μεταφορά των δεδομένων και η παρουσίαση τους στο κεντρικό πρόγραμμα επικοινωνίας Χειριστού - Συστήματος Human Machine Interface (HMI), αλλά και η αποστολή κεντρικών εντολών για τον έλεγχο των εξοπλισμών πχ η εντολή να εκκινήσει μία μηχανή ή να αλλάξει το όριο εκκίνησης. Το

hardware ελέγχου που επικοινωνεί με το SCADA αναφέρεται ως απομακρυσμένη τερματική μονάδα Remote Terminal Unit (RTU) και είναι συνήθως ένας εξειδικευμένος τύπος PLC. Η συσκευή με την οποία επικοινωνούν οι RTUs είναι γνωστή ως Κεντρική τερματική μονάδα Master Terminal Unit (MTU). Η παροχή ρεύματος είναι σημαντική για τις μονάδες RTU και για το λόγο αυτό είναι συνήθως ενεργειακά αυτόνομες (UPS, φωτοβολταϊκή συστοιχία). Όταν ο εξοπλισμός συνδέεται τοπικά τότε επιλέγονται τα PLC αντί των RTU.

Τα συστήματα SCADA συνήθως αποτελούνται από δύο επίπεδα: ένα επίπεδο client που παρουσιάζει το HMI και ένα του server ή της κεντρικής μονάδας που συντονίζει και καταγράφει τα δεδομένα που αποστέλλονται από τους client. Επιπλέον, το SCADA περιλαμβάνει και άλλα προγράμματα απαραίτητα για την αντιμετώπιση προβλημάτων και την προώθηση των δεδομένων στη βάση δεδομένων.

3) DCS: Τα συστήματα DCS μοιάζουν με τις λειτουργίες του SCADA, καθώς είναι ένα πακέτο software που εκτελεί επικοινωνία μεταξύ του hardware ελέγχου και του προγράμματος επικοινωνίας Χειριστού - Συστήματος HMI. Η διαφορά μεταξύ τους είναι μικρή και οφείλεται στο γεγονός ότι τα DCSs καθοδηγούνται από τις διαδικασίες λειτουργίας παρά από τα συμβάντα και γενικά εστιάζουν στην σταθερή ροή της πληροφορίας.

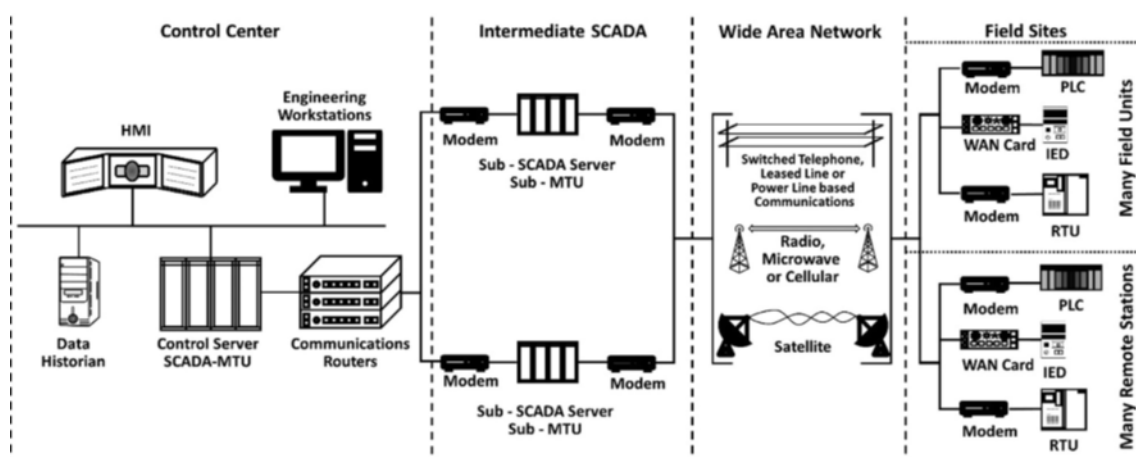
3.2.2 Πρωτόκολλα επικοινωνίας SCADA

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι κανονισμοί για την απεικόνιση των δεδομένων και την ανταλλαγή πληροφοριών σε ένα σύνδεσμο επικοινωνίας. Στην περίπτωση των SCADA τα πρωτόκολλα επικοινωνίας παίζουν έναν κεντρικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ MTU-RTU. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται οι επικοινωνίες σε ένα μεγάλης κλίμακας σύστημα τηλεέλεγχου-τηλεχειρισμού.

Αρχικά, τα όργανα και τα προστατευτικά ρελέ επέτρεπαν την απομακρυσμένη επικοινωνία χρησιμοποιώντας τοπική σύνδεση ή διεπαφή μέσω μόντεμ τηλεφώνου. Αλλά λόγω προβλημάτων επεκτασιμότητας, έχουν μετακινηθεί σε πιο προηγμένα πρωτόκολλα. Καθώς το σύστημα SCADA είναι μια σύνθεση πολλών στοιχείων, εάν κάθε στοιχείο χρησιμοποιεί πρωτόκολλο συγκεκριμένου προμηθευτή, δεν θα επικοινωνεί με άλλα στοιχεία. Κάθε πρωτόκολλο SCADA για συγκεκριμένο προμηθευτή έχει τους δικούς του κανόνες και διαδικασίες επικοινωνίας, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν από την παρουσίαση και τη

μετατροπή δεδομένων, την εκχώρηση διευθύνσεων έως τη δημιουργία εντολών και πληροφορίες κατάστασης. Ως εκ τούτου, για την υποστήριξη της διαλειτουργικότητας και της αποδοτικότητας κόστους, παρουσιάστηκαν ορισμένα ανοιχτά πρότυπα. Για την ενθάρρυνση των ανοιχτών πρωτοκόλλων, το μοντέλο Διασύνδεσης Ανοικτού Συστήματος (OSI) εισήχθη το 1984. Τα ανοιχτά πρωτόκολλα αυξάνουν τη διαθεσιμότητα, τη διαλειτουργικότητα των συσκευών, ελαχιστοποιούν την εξάρτηση από τους προμηθευτές, βελτιστοποιούν το κόστος, διευκολύνουν την τεχνική υποστήριξη κ.λπ.

Η μελέτη διαφόρων πρωτοκόλλων επικοινωνίας κατηγοριοποιείται σε δύο μέρη, δηλαδή ενσύρματα και ασύρματα. Η ενσύρματη εξετάζει τη μετάδοση δεδομένων μέσω ενσύρματης τεχνολογίας επικοινωνίας (π.χ. καλώδια ethernet). Τέτοια δίκτυα είναι το Modbus, το Profibus, IEC 60870-5, το IEC 61850, το HART, Ωστόσο, στην ασύρματη μετάδοση, η επικοινωνία δεν βασίζεται στο καλώδιο. Τα ραδιοκύματα είναι δημοφιλής ασύρματη τεχνολογία (Yadav & Paul, 2021).



Εικόνα 3. Μεγάλης κλίμακας σύστημα επικοινωνιών SCADA (Upadhyay & Sampalli, 2020)

3.2.3 Τρωτότητα των συστημάτων

Το μέλλον απαιτεί συστήματα SCADA βασισμένα σε cloud περιβάλλον και αυτό μπορεί να γίνει μόνο εάν η βιομηχανία των συστημάτων αυτών υιοθετήσει στρατηγικές για ικανά και ασφαλή συστήματα. Η μικρή γνώση του τομέα παραγωγής προϊόντων SCADA πάνω στην

κυβερνοασφάλεια των συστημάτων τους οδηγεί σε αυξημένο κίνδυνο τόσο για την φήμη των εταιρειών αυτών, την οικονομική τους κατάσταση, την μείωση της αξίας των προϊόντων τους όσο και για τη διάρκεια ζωής τους. Σύμφωνα με τα καταγεγραμμένα περιστατικά στη βάση δεδομένων (CVE (Common Vulnerabilities and Exposures), 2024) (<https://cve.mitre.org/cgi-bin/cvekey.cgi?keyword=SCADA>), από το 2007 έχουν δηλωθεί 1051 περιστατικά για την παραβίαση συστημάτων.

Οι κίνδυνοι που μπορεί να επηρεάσουν ένα σύστημα SCADA είναι:

- Ο έλεγχος εγκυρότητας των εισερχόμενων δεδομένων
- Η τρωτότητα των ρυθμίσεων (αδύναμος μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης, κακή πιστοποίηση χρηστών, θέματα κρυπτογράφησης, κακές πρακτικές διαχείρισης διαπιστευτηρίων και συντήρησης του συστήματος)
- η ασφάλεια του διαδικτύου
- ο ελλιπής τεχνικός έλεγχος του συστήματος
- σφάλματα στα πρωτόκολλα

Λαμβάνοντας προληπτικά μέτρα, ένας οργανισμός μπορεί να τυποποιήσει και να εφαρμόσει ασφαλή συστήματα ελέγχου και την υποκείμενη αρχιτεκτονική τους. Για την ασφαλή εφαρμογή της αυτοματοποίησης και των διαδικασιών στον οργανισμό, απαιτούνται περιοδικοί έλεγχοι τόσο των αξιολογήσεων κινδύνου όσο και της τρωτότητας (Upadhyay & Sampalli, 2020).

3.3 Η ανάλυση της πληροφορίας

Ο σύνδεσμος μεταξύ των μετρήσεων και της ανεπεξέργαστης πληροφορίας είναι η ανάλυση τους. Η σωστή ανάλυση δημιουργεί ασφάλεια για τον εντοπισμό των προβλημάτων που μπορούν να εμφανιστούν σε μία εγκατάσταση οδηγώντας στη λήψη των σωστών αποφάσεων.

Το **φιλτράρισμα των δεδομένων** είναι μία δυναμική ανάλυση σημάτων που χρησιμοποιείται για να μετατρέψει ένα θορυβώδη σήμα σε ένα χρήσιμο σήμα. Αυτό μπορεί να γίνει είτε αναλογικά είτε με τη χρήση ψηφιακών φίλτρων.

Ο **αυτόματος εντοπισμός ακραίων τιμών** είναι σημαντικός σε μια ηλεκτρονική ρύθμιση σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να μην είναι απαραίτητο να παρακολουθείται κάθε σημείο

δεδομένων που εισέρχεται και να διασφαλιστεί ότι οι βρόχοι ελέγχου μπορούν να λειτουργήσουν με βάση ένα σήμα. Σε μια ρύθμιση εκτός σύνδεσης η αξιολόγηση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων δεν διαταράσσεται από ελαττωματικά δεδομένα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα δεδομένα μπορούν να διορθωθούν, ενώ σε άλλες περιπτώσεις απαιτείται κάποια φυσική δράση για να εντοπιστεί ο λόγος για το ακρότατο και να ληφθούν διορθωτικές ενέργειες (Ingildsen & Olsson, 2016).

Στα δίκτυα διανομής νερού χρησιμοποιούνται τα **μαθηματικά μοντέλα** για να περιγράψουν και να μιμηθούν την συμπεριφορά και την αντίδραση τους και υπολογίζουν τους παραμέτρους και την κατάσταση του δικτύου για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας. Τα εκτός σύνδεσης μαθηματικά μοντέλα είναι αναπαραστάσεις δικτύου που έχουν παραμέτρους που δεν ενημερώνεται συνεχώς για να δείχνουν τις τρέχουσες καταστάσεις του δικτύου. Στο μεγαλύτερο μέρος της υδραυλικής μοντελοποίησης τα περισσότερα πακέτα λογισμικού βασίζονται σε μοντέλα εκτός σύνδεσης. Για την εφαρμογή αυτών των μοντέλων, τα μοντέλα εκτός σύνδεσης βαθμονομούνται με βάση έναν σημαντικό όγκο ιστορικών δεδομένων μία φορά σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο. Ωστόσο, αυτά δεν μπορούν να καλύψουν τις λειτουργικές ανάγκες των δικτύων σε πραγματικό χρόνο και δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση σε τρέχουσες πληροφορίες δικτύου για να τρέξουν τις προσομοιώσεις. Τα on line μοντέλα αναπτύσσονται από βαθμονομημένα μοντέλα offline που συνδέονται με το Scada που παρέχουν τρέχουσες, σχεδόν σε πραγματικό χρόνο μετρήσεις ροής και πίεσης στα δίκτυα. Οι παράμετροι του online μοντέλου ενημερώνονται με βάση τις τρέχουσες μετρήσεις. Για παράδειγμα, κάθε 15 λεπτά, το online μοντέλο εκτελεί αυτόματα συνεχή κύκλο προσομοίωσης και τα αποτελέσματα του μοντέλου αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων (Oladipupo Bello , και συν., 2019).

Ο προσδιορισμός της βιωσιμότητας του Τομέα ύδρευσης-αποχέτευσης και η αναγνώριση κρίσιμων σημείων που χρήζουν βελτίωσης διερευνώνται με αντιπροσωπευτικούς **δείκτες αποδοτικότητας** μέσω των οποίων σχηματίζεται μια ολοκληρωμένη εικόνα της λειτουργικής και οικονομικής επίδοσης των επιχειρήσεων. Η IWA διαμόρφωσε και στη συνέχεια επικαιροποίησε ένα εγχειρίδιο δεικτών παρακολούθησης για τις επιχειρήσεις ύδρευσης-αποχέτευσης που περιλαμβάνει 170 δείκτες, οι οποίοι διακρίνονται σε 6 επιμέρους κατηγορίες α) υδατικών πόρων, β) προσωπικό, γ) ποιότητα υπηρεσιών, δ) λειτουργικοί, ε) φυσικοί και στ) χρηματοοικονομικοί, με σημαντικότερο το «Πρότυπο Υδατικού Ισοζυγίου» (ΕΔΕΥΑ, 2024).

3.4 Τρέχουσα κατάσταση και κενά στον τομέα του νερού για τον ψηφιακό μετασχηματισμό

Στην Έκθεση της ΕΕ «**Digitalisation in the Water Sector. Recommendations for Policy Developments at EU Level**» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2022) η Επιτροπή παραδέχεται ότι οι ψηφιακές λύσεις δεν είναι επαρκώς ενσωματωμένες στις πολιτικές της ΕΕ για το νερό ενώ αυτές απαιτούνται για να διασφαλιστεί η βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική διαχείριση του νερού που θα μπορεί να αντιμετωπίσει προκλήσεις όπως η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση και η εξάντληση των υδάτινων πόρων και οι απειλές στον κυβερνοχώρο. Από τις πολιτικές της ΕΕ λείπει μια συνεκτική ορολογία και σαφείς ορισμοί της ψηφιοποίησης στον τομέα των υδάτων. Ταυτόχρονα, έχουν διαφορετικούς στόχους και διαφορετικό κοινό στόχο. Ως αποτέλεσμα, οι χρήστες υπηρεσιών ύδρευσης και ακόμη και οι πάροχοι ψηφιακών υπηρεσιών στον τομέα του νερού, συχνά, είτε δεν γνωρίζουν είτε δεν κατανοούν τις σχετικές πολιτικές για το νερό. Ένας άλλος παράγοντας που εμποδίζει την πλήρη χρήση του δυναμικού της ψηφιοποίησης στον τομέα των υδάτων είναι η έλλειψη τεχνολογικής καθοδήγησης και προτύπων για την παρακολούθηση.

Από τεχνολογικής πλευράς οι επιχειρήσεις ύδρευσης-αποχέτευσης αποτελούνται από πολυάριθμα διαφορετικά σχήματα, το καθένα με μοναδικά προβλήματα που χρειάζονται εξατομικευμένες λύσεις. Η ίδια η αγορά ψηφιακών λύσεων είναι κατακερματισμένη. Πολλές εταιρείες ειδικεύονται σε εξειδικευμένες εφαρμογές. Επομένως, είναι δύσκολο να επιτευχθεί τυποποίηση σε ολόκληρη τη βιομηχανία. Αυτό έχει επίσης να κάνει με το γεγονός ότι η ψηφιοποίηση δεν αποτελεί ακόμη βασικό στοιχείο των πολιτικών για το νερό.

Προβλήματα όπως:

- η ανταλλαγή δεδομένων και διαλειτουργικότητας,
- υποχρεώσεις των αναθετουσών αρχών με τους οικονομικούς φορείς με τους οποίους είναι υποχρεωμένοι να συνεχίσουν συγκεκριμένα λογισμικά λόγω δεσμευτικών δημοσίων συμβάσεων,
- η άγνοια του τομέα νερού για την κυβερνοασφάλεια,
- το μέγεθος της αγοράς του νερού που είναι περιορισμένο και ως εκ τούτου δεν μπορούν να επιτευχθούν σε μεγάλη κλίμακα συμφέρουσες τεχνολογικές λύσεις,

- η επεξεργασία των λυμάτων σε διαβρωτικά περιβάλλοντα απαιτούν συχνή επιτόπια παρακολούθηση και μεγάλα κόστη για αντικατάσταση οργάνων,
- η έννοια της ασφάλειας των υδάτων που δεν ενσωματώνεται επαρκώς στο πλαίσιο πολιτικής της ΕΕ
- η άγνοια των αρχών για τη σημασία και τις επιπτώσεις της εισαγωγής ψηφιακών λύσεων στον τομέα του νερού
- το τεχνικό και διοικητικό προσωπικό στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, αλλά και στη δημόσια διοίκηση, δεν διαθέτει την ψηφιακή παιδεία για να αξιολογήσει τα οφέλη και τις ελλείψεις από την εισαγωγή νέων ψηφιακών λύσεων
- η ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων νερού είναι τεράστια και με λιγοστές προοπτικές μείωσης

πρέπει να ξεπεραστούν και η πολιτεία να αναγνωρίσει τη σημασία της ψηφιοποίησης στον τομέα του νερού. Οι νέες ψηφιακές λύσεις μπορούν να δημιουργήσουν δεδομένα και γνώσεις για να καθοδηγήσουν τον σχεδιασμό πιο αποτελεσματικών παρεμβάσεων με τη μορφή πολιτικών και μέτρων και μπορεί να βελτιώσουν τη διαφάνεια και την αποτελεσματικότητα στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων. Η ακριβέστερη, οικονομικά προσιτή και συχνή επιτόπια παρακολούθηση της ποιότητας και της ποσότητας του νερού μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση και την αύξηση της φιλοδοξίας των κανονισμών, ενώ η πιο αποτελεσματική επικοινωνία μπορεί να ενισχύσει τον δεσμό με την κοινωνία (π.χ. καταναλωτές) και έχει θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Τα δεδομένα μπορούν να κάνουν τις πολιτικές πιο απτές, καλύτερα κατανοητές και ευρύτερα αποδεκτές. Η ψηφιοποίηση στον τομέα του νερού αντιπροσωπεύει την ίδια την ουσία της δίδυμης μετάβασης που απαιτείται για να συμβάλει στην εφαρμογή της Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ.

3.5 Η επόμενη ημέρα

Η **Τεχνητή Νοημοσύνη** (AI: Artificial Intelligence) χρησιμοποιείται τώρα στην παγκόσμια βιομηχανία νερού για να βρίσκει κρυμμένα μοτίβα σε μεγάλες ροές δεδομένων ώστε να προτείνει την καλύτερη προσέγγιση για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων και επιδόσεων. Οι δυνατότητες αναγνώρισης προτύπων της AI προσφέρουν τον γρήγορο εντοπισμό δυσμενών συνθηκών στις εγκαταστάσεις νερού και στον εξοπλισμό, όπως δίκτυα και

αντλίες. Επιπλέον, η ΑΙ έχει χρησιμοποιηθεί για να προτείνει ενέργειες ελέγχου που επιτυγχάνουν στόχους όπως η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, η πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων και η αναγνώριση μοτίβων δεδομένων σε συστήματα ύδρευσης και λυμάτων. Η ικανότητα της ΑΙ να αναγνωρίζει μοτίβα σε μεγάλα σύνολα δεδομένων με πολλές μεταβλητές επιτρέπουν την εξαγωγή πρόσθετων στοιχείων από τα δεδομένα (IWA, 2022).

Σύμφωνα με τους (Fu, Sun, Hoang, & Yuan, 2023) οι 4 τύποι των ΑΙ analytics (περιγραφικοί, διαγνωστικοί, προγνωστικοί και προδιαγραφικοί), βρίσκονται να συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος με βάση τρεις κατηγορίες, δηλαδή την αξιοπιστία, την ανθεκτικότητα και τη βιωσιμότητα.

Πολλές παγκόσμιες προκλήσεις της βιομηχανίας οδηγούν στην εμφάνιση **Ψηφιακών Διδύμων** (DT: Digital Twins) στη βιομηχανία νερού-λυμάτων. Αυτές οι προκλήσεις σχετίζονται με: (1) τη στελέχωση, (2) την ανάγκη βελτίωσης της αποτελεσματικότητας και (3) την ανάγκη λήψης κατάλληλων αποφάσεων στις επιχειρήσεις. Τα Ψηφιακά δίδυμα αναγκάζουν την συμφωνία πολλών ροών δεδομένων σε μια λογική πλατφόρμα που επιτρέπει στο προσωπικό να δει τις συνθήκες λειτουργίας πιο καθαρά ώστε αυτές να γίνουν πιο αποτελεσματικές και να λάβουν σωστές αποφάσεις (IWA, 2022).

Το Ψηφιακό Δίδυμο είναι ένα εικονικό περιβάλλον και εκείνο που το διαχωρίζει από την προσομοίωση είναι ότι μπορεί να τρέξει οποιεσδήποτε προσομοιώσεις ώστε να εξετάσει πολλαπλές διαδικασίες. Η εφαρμογή της τεχνολογίας DT σε εγκαταστάσεις νερού έδειξε την μείωση των διαρροών και την βελτίωση του συστήματος (Ramos, et al., 2023)

Η **Δυναμική Ανθεκτικότητα** (DR: Dynamic resilience) γίνεται γρήγορα μια από τις πιο κρίσιμες προκλήσεις αυτού του αιώνα και είναι ευθυγραμμισμένη με το πώς «κάνουμε περισσότερα με λιγότερα», όπου οι εξοπλισμοί συνήθως επισκευάζονται αντί να αντικαθίσταται. Η εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής μαζί με την υγειονομική κρίση που προκλήθηκε από την πανδημία COVID-19, η οποία άλλαξε τον όγκο και τη σύσταση των λυμάτων, συνέτειναν περαιτέρω στην μείωση της ανθεκτικότητας των εγκαταστάσεων αυξάνοντας την τρωτότητά τους και τις πιθανές εκδηλώσεις ρύπανσης. Η Δυναμική Ανθεκτικότητα χρησιμοποιεί τη μηχανική μάθηση για να εξάγει τις συνθήκες λειτουργίας από τα πραγματικά δεδομένα μιας εγκατάστασης (IWA, 2022).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Μελέτη Περίπτωσης η πόλη του Μεσολογγίου

4.1 Η συνδρομή των ΔΕΥΑ στον εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων

Στην Ελλάδα οι Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης – Αποχέτευσης (Δ.Ε.Υ.Α.) που ιδρύθηκαν από τους Δήμους και λειτουργούν ως κοινωφελείς, ανταποδοτικές και μη κερδοσκοπικές επιχειρήσεις από το 1980, με δικό τους θεσμικό πλαίσιο, το οποίο αναθεωρήθηκε και εκσυγχρονίστηκε (ν. 1069/80), υλοποιούν τον στόχο Βιώσιμης Ανάπτυξης 6 του Ο.Η.Ε. («Πόσιμο Νερό και Αποχέτευση για όλους») και τους υποστόχους του, παρέχοντας καθαρό και υγιεινό νερό και υπηρεσίες αποχέτευσης σε 5,2 εκατομμύρια πολίτες, δηλαδή στον μισό πληθυσμό της Ελλάδας, σε 126 από τους 325 Δήμους της χώρας, στους οποίους δεν περιλαμβάνονται οι δύο μεγάλες πόλεις της χώρας μας, η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη (ΕΔΕΥΑ, 2024).

Σύμφωνα με έκθεση που συνέταξε η «Γενική Διεύθυνση Περιφερειακής και Αστικής Πολιτικής Κύπρου και Ελλάδας» σε 35 Δ.Ε.Υ.Α στην Ελλάδα (DG REGIO , 2022), βασική λειτουργική αδυναμία για τις περισσότερες επιχειρήσεις αποτελεί το υψηλό επίπεδο απωλειών του νερού από τα δίκτυα ύδρευσης, που κυμαίνεται σε σχετικά υψηλά επίπεδα για τις περισσότερες ΔΕΥΑ, με τη μέση τιμή του ποσοστού απωλειών να είναι της τάξης του 40%. Το δε Μη Τιμολογούμενο Νερό ξεπερνά το ποσοστό του 50% στο 1/3 των περιπτώσεων. Στα προβλήματα προστίθενται η έλλειψη μόνιμου, έμπειρου και εξειδικευμένου προσωπικού και το ενεργειακό κόστος που από το 2021 καταλαμβάνει πλέον ακόμη και πάνω από το 50% συνολικού προϋπολογισμού των επιχειρήσεων.

Μέχρι σήμερα, οι ΔΕΥΑ έχουν εκτελέσει έργα δεκάδων δις ευρώ και οι τελευταίες επενδύσεις που έγιναν για την αναβάθμιση των υποδομών και την εφαρμογή έξυπνων συστημάτων στα δίκτυα τους αγγίζουν τα 100 εκ € στο ΕΣΠΑ 2014-2020 (Υπουργείο Ανάπτυξης και Επενδύσεων, 2024) και τα 200 εκ στο πρόγραμμα ΤΡΙΤΣΗΣ (Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης και Εφαρμογής του Υπουργείου Εσωτερικών, 2024).

4.2 Γενικά για τη ΔΕΥΑΜ

Με την απόφαση 153/1992 του Δημοτικού Συμβουλίου Ι.Π. Μεσολογγίου ιδρύθηκε η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Μεσολογγίου, με περιοχή αρμοδιότητας την πόλη του Μεσολογγίου (ΦΕΚ 65/1993, τ Α'). Η λειτουργία της άρχισε την 1/10/1993. Με το Πρόγραμμα «ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ», το 1998, η ΔΕΥΑΜ επεκτάθηκε στις κοινότητες Ευηνοχωρίου, Αγ. Γεωργίου και Αγ. Θωμά ενώ με τον «ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗ», το 2011, η ΔΕΥΑΜ ανέλαβε και τη διαχείριση της ύδρευσης και αποχέτευσης των πρώην δήμων Οινιάδων και Αιτωλικού (ΦΕΚ 802/2011 τ Β').

Σύμφωνα με τον Ν. 1069/80 είναι δημοτική, κοινωφελής, μη κερδοσκοπική επιχείρηση ιδιωτικού δικαίου αλλά καθολικά εξαρτημένη από την νομοθεσία του Δημοσίου. Διοικείται από ενδεκαμελές συμβούλιο, το οποίο ορίζεται από το Δημοτικό Συμβούλιο. Έδρα της Επιχείρησης είναι η πόλη του Μεσολογγίου.

Στόχοι της ίδρυσης παραμένουν:

- η προστασία των υδάτινων πόρων της περιοχής
- η προστασία του περιβάλλοντος – θαλάσσιας περιοχής
- ο εκσυγχρονισμός του τρόπου διαχείρισης του τομέα Ύδρευσης-Αποχέτευσης.

Η ΔΕΥΑΜ είναι υπεύθυνη για την λειτουργία περίπου 400χλμ δικτύων ύδρευσης, 150χλμ δικτύων αποχέτευσης, 48 αντλιοστασίων στην ύδρευση, 35 αντλιοστασίων ακαθάρτων και 8 αντλιοστασίων όμβριων. Τα ενεργά υδρόμετρα είναι 21.758.

Σήμερα απασχολεί μόλις 30 άτομα μόνιμο προσωπικό εκ των οποίων τα 10 άτομα έχουν προσληφθεί με ειδικές διατάξεις του νόμου περί ΑΜΕΑ ενώ η τελευταία προκήρυξη που έκανε ήταν το 2008 για την πρόσληψη 2 ατόμων. Οι εργασίες αρμοδιότητάς της, που δεν μπορούν να υλοποιηθούν, ανατίθενται σε εξωτερικούς συνεργάτες.

Στον Ισολογισμό 2022 τα Καθαρά Έσοδα έφτασαν τα 3.693.695€ ενώ παρουσίασε ζημία κατά 144.677€. Η τιμολογιακή πολιτική που εφαρμόζει η ΔΕΥΑΜ, λαμβάνει υπόψη ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των καταναλωτών και διαμορφώνεται ως εξής :

- Ίδιο τιμολόγιο (με κλιμακούμενη χρέωση) για όλους τους οικιακούς καταναλωτές του Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου.
- Ενιαία τιμή για δημόσιες υπηρεσίες, βιομηχανίες κλπ.

- Μειωμένα τιμολόγια ευπαθών κοινωνικών ομάδων όπως αναφέρονται στην κοινωνική πολιτική της.

Σύμφωνα με τον προσδιορισμό του χρηματοοικονομικού κόστους του νερού για το 2022 η εφαρμοζόμενη τιμολογιακή πολιτική δεν κατάφερε να αφομοιώσει το ενεργειακό κόστος με αποτέλεσμα το κόστος των πωλήσεων να υπερβαίνει τον κύκλο των εργασιών. Σύμφωνα με την Οικονομική Ανάλυση για την ανάκτηση του κόστους των υπηρεσιών ύδατος της ΔΕΥΑ Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου για το 2024, το σύνολο του χρηματοοικονομικού κόστους ανά μ3 νερού ανέρχεται στα 2,09€.

Σήμερα η ΔΕΥΑΜ εκτελεί 3 σημαντικά έργα:

- 1) το έργο «Επέκταση - Εκσυγχρονισμός Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων Δημοτικής Ενότητας Οινιάδων & Κατασκευή καταθλιπτικού αγωγού προς την ΕΕΛ Οινιάδων», προϋπολογισμού 5.133.600,00 €, ενταγμένο στο πρόγραμμα ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΙΤΣΗΣ με το οποίο προβλέπεται η αναβάθμιση των ΕΕΛ των Οινιάδων και η επέκταση του έργου εντός των υφισταμένων δομικών έργων με τη χρήση του συστήματος Βιοαντιδραστήρα Μεμβρανών (Bio-Reactor Membrane – MBR).
- 2) το έργο «Αντικατάσταση εσωτερικού δικτύου του Μεσολογγίου», προϋπολογισμού 6.500.000€, ενταγμένο στο πρόγραμμα ΕΥΔ ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ που περιλαμβάνει την αντικατάσταση 80χλμ αγωγών.
- 3) το έργο «Κατασκευή δικτύου αποχέτευσης ομβρίων υδάτων περιοχής «ΒΙΓΛΑΣ» Μεσολογγίου», προϋπολογισμού 2.790.000,00€ - ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΙΤΣΗΣ

Έργα από την ίδρυση της ΔΕΥΑΜ

Τα έργα που εκτέλεσε η ΔΕΥΑΜ από την ίδρυσή της είναι πολλά για το μέγεθός της (ξεπερνούν τα 50εκ ευρώ) και άλλαξαν την ζωή των δημοτών δίνοντας της ποιότητα και ασφάλεια.

Έχουν ιδιαίτερη σημασία και ξεχωρίζουν :

- η υδροδότηση της πόλης του Μεσολογγίου από τον Εύηνο ποταμό το 1997 που έφερε στις βρύσες των σπιτιών καθαρό πόσιμο νερό εγκαταλείποντας το υφάλμυρο νερό που έβγαине από τις πηγές Ασφακοβουνίου.

- η υδροδότηση των ορεινών χωριών Ρέτινα, Μούσουρα, Ελληνικά, το 2001, που έως τότε υδροδοτούνταν από τοπικές πηγές και υδροφόρες, με ταυτόχρονη την ηλεκτρονική παρακολούθηση του δικτύου μέσω συστήματος τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού (καινοτόμο για την εποχή)
- η βελτίωση της ποιότητας του νερού Αιτωλικού με: α) έργα προστασίας της πηγής Κεφαλοβρύσου, β) επεξεργασία του νερού με φίλτρα ενεργού άνθρακα και γ) on line παρακολούθηση των ποιοτικών παραμέτρων του νερού και αυτόματης διακοπής άντλησης σε περίπτωση υπέρβασης προκαθορισμένων ορίων.
- το έργο της αντικατάστασης του δικτύου ύδρευσης της πόλης του Μεσολογγίου που ήταν αίτημα δεκαετιών της επιχείρησης και πλέον εν έτη 2023-2024 κατασκευάζεται.

Με χρονολογική σειρά (Σταματάτος, 2020) τα έργα που έχει εκτελέσει η ΔΕΥΑΜ μέχρι και σήμερα:

1. «Βελτίωση και Εκσυγχρονισμός Βιολογικού Καθαρισμού Μεσολογγίου» προϋπολογισμός 200.000.000 δρχ. (586.510€) -ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENVIREG 1994.
2. «Επεκτάσεις – Βελτιώσεις Δικτύων Ύδρευσης – Αποχέτευσης Μεσολογγίου», προϋπολογισμός 200.000.000 δρχ (586.510€) -ΕΑΠΤΑ 1994.
3. «Ολοκλήρωση εξωτερικού δικτύου ύδρευσης Μεσολογγίου» προϋπολογισμός 200.000.000 δρχ (586.510€) - Δημόσιες Επενδύσεις.
4. «Ολοκλήρωση εξωτερικού δικτύου ύδρευσης Μεσολογγίου (Τελική φάση)», προϋπολογισμός 295.000.000 δρχ (865.103€) - Δημόσιες Επενδύσεις.
5. «Ύδρευση Δημοτικών Διαμερισμάτων Ρετινίων, Μουσούρων και Ελληνικών» προυπ. 360.000.000 δρχ (1.055.718€) (Πρόγραμμα ΕΑΠΤΑ ΙΙ 1999).
6. «Επέκταση Δικτύου Ύδρευσης σε Περιοχές “Νέων Οικοπέδων”, Τουρλίδας και Βιολογικό Καθαρισμό Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου» προϋπολογισμός 103.200.000 δρχ (302.639€) - Πρόγραμμα ΕΑΠΤΑ ΙΙ 1999.
7. «Δίκτυα Αποχέτευσης Ομβρίων και Ακαθάρτων Πόλης Μεσολογγίου» προϋπολογισμός 2.185.000.000 δρχ (6.407.625€) - Ταμείο Συνοχής 1999.

8. «Βελτίωση Υφισταμένων Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων Πόλης Μεσολογγίου και Επέκταση Αυτών σε Τριτοβάθμια Επεξεργασία» προϋπολογισμός 700.000.000 δρχ. (2.052.786€) - Ταμείο Συνοχής 1999.
9. «Κατασκευή δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων και όμβριων σε περιοχή Ανατολικού Αλιπέδου», προϋπολογισμός 762.711,86€ - Γ' ΚΠΣ 2004.
10. «Κατασκευή καταθλιπτικού αγωγού από γέφυρα Ευήνου έως δεξαμενή ύδρευσης Ι.Π. Μεσολογγίου και ύδρευσης στο Δ.Δ. Κουδουνίου», προϋπολογισμός 247.520,00€ - Γ' ΚΠΣ 2006.
11. «Κατασκευή δικτύων αποχέτευσης στον Συνοικισμό Αγίου Παύλου Μεσολογγίου», προϋπολογισμός 755.650,00€ - Γ' ΚΠΣ 2007.
12. «Αποχέτευση ακαθάρτων Δ.Δ. Αγίου Θωμά και αγωγού μεταφοράς λυμάτων από Δ.Δ. Αγίου Θωμά σε Ε.Ε.Λ. Μεσολογγίου», προϋπολογισμός 3.880.000,00€ - Γ' ΚΠΣ 2008.
13. «Αποχέτευση λυμάτων οικισμών Κατοχής - Νεοχωρίου και ολοκλήρωση αποχετευτικών δικτύων Αιτωλικού -Κεφαλοβρύσου Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου», προϋπολογισμός 8.868.867€ - ΕΣΠΑ 2012
14. «Αναβάθμιση αντλιοστασίων Αιτωλικού», προϋπολογισμού 1.334.000€ για την ανακατασκευή των Α/Σ Ακαθάρτων Αιτωλικού- ΕΣΠΑ 2012
15. «Υδρευση σε περιοχές Καλλονή, Βίγλα, Αγ.Δημήτριο Μεσολογγίου», προϋπολογισμός 1.650.000€ - ΕΣΠΑ, 2014.
16. «Βελτίωση ποιότητας νερού υδροδότησης του Αιτωλικού» προϋπολογισμού 2.784.072,00€-ΕΣΠΑ 2018
17. «Ολοκλήρωση ύδρευσης Ευηνοχωρίου και προμήθεια - εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία συστήματος ηλεκτρονικής διαχείρισης-τηλεέλεγχου τηλεχειρισμού για τη ελαχιστοποίηση των διαρροών του πόσιμου νερού της ΔΕΥΑ Μεσολογγίου», προϋπολογισμού 3.000.000€,ΦΙΛΟΔΗΜΟΣ, 2019

4.2.1 Δημογραφικά και γεωγραφικά στοιχεία του Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου-Περιοχή Μελέτης

Ο Δήμος Ιεράς Πόλεως Μεσολογγίου είναι δήμος της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας που συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Αιτωλικού, Μεσολογγίου και Οινιάδων. Η έκταση του Δήμου είναι 680,37 km² και η έδρα του δήμου ορίστηκε το Μεσολόγγι. Σύμφωνα με τα στοιχεία της τελευταίας απογραφής του έτους 2021 (πηγή ΕΛΣΤΑΤ), ο συνολικός πληθυσμός του διευρυμένου Δήμου Ιεράς Πόλεως Μεσολογγίου σύμφωνα με το σχέδιο «Καλλικράτης» ανέρχεται σε 32.048 κατοίκους, ενώ ο πληθυσμός της έδρας του Δήμου (πόλη του Μεσολογγίου) ανέρχεται σε 13.965 κατοίκους (<https://www.statistics.gr/2021-census-res-pop-results>)



Εικόνα 4. Περιοχή Μελέτης Δήμος Ι.Π. Μεσολογγίου

Το Μεσολόγγι είναι πόλη της δυτικής Στερεάς Ελλάδος, έδρα του Νομού Αιτωλοακαρνανίας και του ομώνυμου δήμου. Η πόλη, χτισμένη σε έναν προσχωσιγενή βραχίονα που σχηματίζεται ανάμεσα στην ομώνυμη λιμνοθάλασσα και στη λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας, βρίσκεται σε απόσταση 249 χλμ. από την Αθήνα και απέχει περίπου 35 χλμ. από το Αγρίνιο και 37 χλμ. από το Αντίρριο.

4.2.2 Κοινωνικές και Οικονομικές συνθήκες

Η οικονομική δραστηριότητα στον πρωτογενή τομέα του δήμου Μεσολογγίου αφορά σχεδόν αποκλειστικά την φυτική και την ζωική παραγωγή: Ανάμεσα στους 12.000 απασχολούμενους το 2001 στον πρωτογενή, υπήρχαν 3.070 απασχολούμενοι στον τομέα της γεωργίας-κτηνοτροφίας. Ως προαναφέρθηκε, ο πρωτογενής τομέας δημιουργεί το 25% των θέσεων εργασίας στο δήμο Μεσολογγίου. Ο δευτερογενής τομέας χαρακτηρίζεται από μια γενικότερη προσπάθεια αναδιάρθρωσης της βιομηχανικής βάσης και την μετατόπιση των δραστηριοτήτων από τους παραδοσιακούς φθίνοντες κλάδους (μεγάλες μονάδες) προς ανταγωνιστικές και βιώσιμες δραστηριότητες. Σύμφωνα με τα δεδομένα της απογραφής του 2001, στον Δήμο Ι.Π. Μεσολογγίου ο δευτερογενής τομέας συνεισφέρει το 11.3% της τοπικής απασχόλησης, ήτοι 1.397 θέσεις εργασίας. Η κατανομή των θέσεων αυτών ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας αφορά τη μεταποίηση και τις κατασκευές. Ο τριτογενής τομέας περιλαμβάνει τις παραγωγικές δραστηριότητες που σχετίζονται με το εμπόριο, τις υπηρεσίες τουρισμού και τις παρεχόμενες υπηρεσίες γενικότερα στην περιοχή μελέτης. Στο Δήμο Ι.Π. Μεσολογγίου ο τριτογενής τομέας αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς κι αυτό φαίνεται από τα ποσοστά απασχόλησης στον τομέα, που αυξάνονται συνεχώς. Σύμφωνα με τα δεδομένα της απογραφής του 2001, ο τριτογενής τομέας συνεισφέρει το 44.5% της τοπικής απασχόλησης, ήτοι 5.481 θέσεις εργασίας.

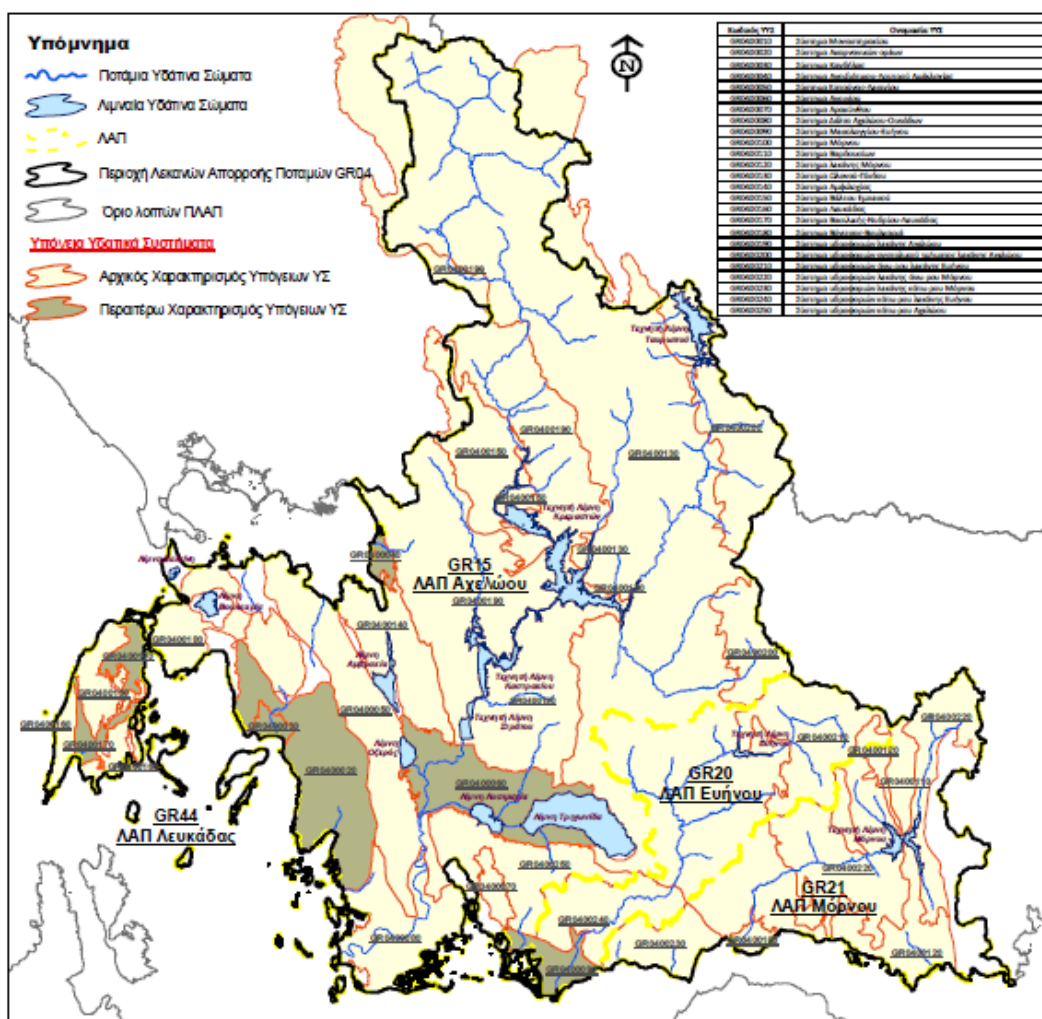
Ο Οικονομικά ενεργός πληθυσμός του Δήμου Ι.Π. Μεσολογγίου ανέρχεται σε 10.000 άτομα. Η εξέταση των οικονομικώς ενεργών ανά ηλικιακή ομάδα αναδεικνύει, ως αναμένεται, ως πλέον ενεργές τις ηλικίες 25-39 ετών. Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας βρίσκεται σε χαμηλότερη θέση από το αντίστοιχο μέσο κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας. Συγκεκριμένα με βάση στοιχεία του 2021, ανέρχεται στο 73,4% του μέσου κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας, ήτοι στα 12.522 ευρώ έναντι 17.058 ευρώ. Γενικώς, όπως και στο σύνολο της χώρας, παρουσιάζει σταθερή μείωση τα τελευταία χρόνια. Όσον αφορά την παραγωγικότητα της Δυτικής Ελλάδας, υστερεί σε σχέση με την παραγωγικότητα της Ε.Ε., ενώ είναι λίγο υψηλότερη από το μέσο εθνικό επίπεδο.

4.3 Υδρολογικά Χαρακτηριστικά

4.3.1 Λεκάνη Απορροής-Καθορισμός Υδατικού Συστήματος

Σύμφωνα με το εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης Υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Ελλάδας (GR04) (οικ. 908/14 ΦΕΚ 2562/Β'/25-9-14), ο Δήμος Μεσολογγίου περιλαμβάνει την λεκάνη απορροής του Αχελώου GR15 και την λεκάνη απορροής του Ευήνου GR20 (Εικόνα 5). Σε αυτά συμμετέχουν:

- το Σύστημα Αρακύνθου GR0400070,
- το Σύστημα Μεσολογγίου-Ευήνου GR0400090,
- το Σύστημα Δέλτα Αχελώου-Οινιάδων GR0400080 και
- το Σύστημα Κατούνας-Λεσινίου GR0400050 (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2014)



Εικόνα 5. Υπόγεια υδατικά συστήματα του ΥΔ Δυτ. Στερεάς Ελλάδας

Οι κυριότερες υπόγειες υδροφορίες αναπτύσσονται στους καρστικούς ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης της Πίνδου. Στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης Πίνδου λόγω των πυριτικών - κερατολιθικών παρεμβολών αναπτύσσονται επιμέρους διαφορετικής κάθε φορά έκτασης, υδρογεωλογικές λεκάνες και κατ' επέκταση και ανάλογης δυναμικότητας υδροφορίες. Σημαντικής δυναμικότητας υδροφορίες αναπτύσσονται επίσης στους κοκκώδεις σχηματισμούς των τεταρτογενών αποθέσεων το δυναμικό των οποίων εξαρτάται από την κοκκομετρία τους και τις συνθήκες τροφοδοσίας. Στις εμφανίσεις του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικής σημασίας υδροφορίες, μικρής δυναμικότητας που καλύπτουν τοπικές υδρευτικές, αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες. Στην περιοχή αρμοδιότητας της ΔΕΥΑΜ συναντάμε τα παρακάτω υδροφόρα συστήματα (βλέπε παράρτημα δελτία καταγραφής υδροφόρου συστήματος):

Υδροφόρο σύστημα Κατούνας - Λεσινίου GR0400050

Συνίσταται από ανθρακικά λατυποπαγή, η έκτασή του ανέρχεται στα 435.93 km^2 και η ετήσια ανατροφοδότησή του εκτιμάται στα $45,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Στο βόρειο και κεντρικό τμήμα του υδροσυστήματος παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση θεικών ιόντων σε αντίθεση με το νότιο τμήμα όπου η εν λόγω συγκέντρωση κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Οι ετήσιες απολήψεις ανέρχονται σε $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και προορίζονται για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών της περιοχής. Το σύστημα δεν υφίσταται αξιόλογες πιέσεις με αποτέλεσμα το υδατικό του ισοζύγιο να είναι πλεονασματικό.

Υδροφόρο σύστημα Αρακύνθου GR0400070

Συνίσταται από ανθρακικούς σχηματισμούς και η έκτασή του ανέρχεται στα 41.85 km^2 , η δε ετήσια ανατροφοδότησή του στα $8,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Η ποιοτική υποβάθμιση (υφαλμύριση) τμήματος της υπόγειας υδροφορίας του συστήματος οφείλεται στην τεκτονική της περιοχής. Οι ετήσιες απολήψεις ανέρχονται σε $0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και προορίζονται για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της πόλης του Αιτωλικού.

Υδροφόρο Σύστημα Δέλτα Αχελώου-Οινιάδων GR0400080

Έχει έκταση 286.63 km^2 και συνίσταται από κοκκώδεις σχηματισμούς. Η ετήσια ανατροφοδότησή του οφείλεται κυρίως στην επιφανειακή απορροή του Αχελώου ποταμού. Η συγκέντρωση ιόντων χλωρίου στην υπόγεια υδροφορία του συστήματος παρουσιάζει διαφοροποιήσεις λόγω της γειννίας του με το θαλάσσιο περιβάλλον. Οι ετήσιες απολήψεις είναι της τάξης $2,0 - 2,5 * 10^6 \text{ m}^3$, πολύ μικρές συγκριτικά με την ανατροφοδότηση του συστήματος, με αποτέλεσμα το υδατικό του ισοζύγιο να είναι πλεονασματικό.

Υδροφόρο Σύστημα Μεσολογγίου-Ευήνου GR0400090

Συνίσταται από κοκκώδεις σχηματισμούς και η έκτασή του ανέρχεται στα 97.35 km^2 . Η ετήσια ανατροφοδότησή του κεντρικού τμήματος του υδροσυστήματος οφείλεται κυρίως στην επιφανειακή απορροή του Ευήνου ποταμού. Στο δυτικό του τμήμα έχει παρατηρηθεί αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων, καθώς και ιόντων χλωρίου. Οι ετήσιες απολήψεις είναι της τάξης $8,0 * 10^6 \text{ m}^3$, πολύ μικρές συγκριτικά με την ανατροφοδότηση του συστήματος, με αποτέλεσμα το υδατικό του ισοζύγιο να είναι πλεονασματικό.

4.3.2 Η Ύδρευση

Οι Ζώνες παροχής πόσιμου νερού του Δήμου Μεσολογγίου δίδονται στον ακόλουθο Πίνακας 1.

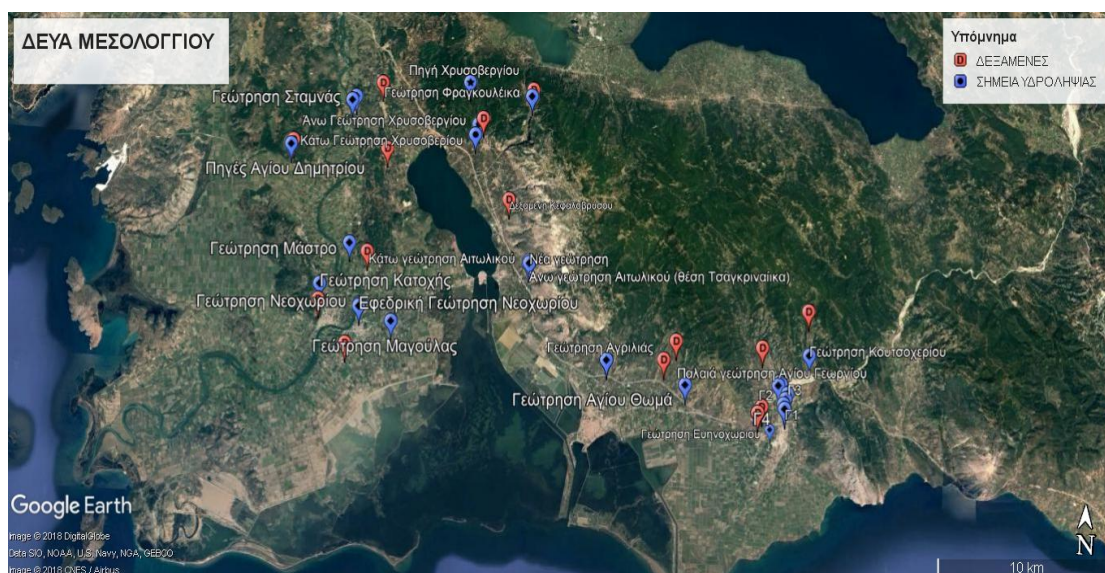
Πίνακας 1. Ζώνες παροχής νερού στη ΔΕΥΑ Μεσολογγίου

Όνομα Ζώνης Παροχής Νερού (ΖΠΝ)	Σημείο υδροληψίας	Παροχή αντλίας (m ³ /h)	Εξυπηρετούμενος Μόνιμος πληθυσμός της ΖΠΝ
Μεσολογγίου (Μεσολόγγι, Αγ. Θωμάς, Ρέτινα, Μούσουρα, Ελληνικά)	Γεώτρηση Γ1	300	15.200
	Γεώτρηση Γ2	300	
	Γεώτρηση Γ3	300	
	Γεώτρηση Γ4	300	
	Γεώτρηση Γ5	300	
Αγίου Γεωργίου	Γεώτρηση	45	700
	Γεώτρηση	60	
Ευηνοχωρίου	Γεώτρηση	110	1456
Κουτσοχέρι	Γεώτρηση	40	35
Αιτωλικού	Πηγή Κεφαλ/σου	120	4813
	Άνω Γεώτρηση	50	
	Κάτω Γεώτρηση	70	
	Νέα Γεώτρηση	80	
Σταμνάς	Γεώτρηση	100	808
Αγίου Ηλία	Γεώτρηση	30	172
Χρυσοβεργίου	Γεώτρηση	30	368
Φραγκουλέικων	Γεώτρηση	20	54
Νεοχωρίου	Κύρια Γεώτρηση	150	3000
	Εφ. Γεώτρηση	120	
Κατοχής	Κ. Γεώτρηση	150	2514
Πενταλόφου-Γουριάς	Πηγές Αγ. Δημητρίου	150	1540
Λεσινίου	Πηγές Αγ. Δημητρίου	90	671
Μαγούλας	Γεώτρηση	70	120

Μάστρο	Γεώτρηση	30	548
--------	----------	----	-----

Τα σημεία υδροληψίας που τροφοδοτούν τα δίκτυα της ΔΕΥΑΜ σήμερα είναι 21 ενεργές γεωτρήσεις και 2 πηγές μεγάλης παροχής. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζονται τα σημεία υδροληψίας και οι θέσεις των δεξαμενών.

Το σύνολο του κατ' εκτίμηση αντλούμενου νερού πριν την εγκατάσταση του συστήματος τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού άγγιζε τα 15.000.000 μ³ το χρόνο ενώ οι βεβαιωμένες καταναλώσεις (υδρόμετρα) περίπου 2.500.000 κ.μ, δηλαδή βεβαιώνονταν λιγότερο από το 20% του συνολικού αντλούμενου νερού. Αυτό συμβαίνει λόγω της παλαιότητας των δικτύων που παρουσιάζουν συχνές – καθημερινές βλάβες και πολύ μεγάλες διαρροές, των παράνομων λήψεων νερού και της επικρατούσας νοοτροπίας όπου σε περιοχές κυρίως αγροτικές το νερό χρησιμοποιείται και για αρδευτικούς σκοπούς.



Εικόνα 6. Εξωτερικά δίκτυα Μεσολογγίου στο Google Earth.

Ο Δήμος Μεσολογγίου διαθέτει ένα αρκετά μεγάλο δίκτυο διανομής νερού με συνολικό μήκος δικτύου ύδρευσης αποτελούμενο από σωλήνες πολυαιθυλενίου νέας γενιάς. Οι αγωγοί είναι κατασκευασμένοι σε ποσοστό 60% από PVC και 40% από πολυαιθυλένιο (PE) ενώ ορισμένες περιοχές εξακολουθούν να υδρεύονται με αμιαντοσωλήνες.

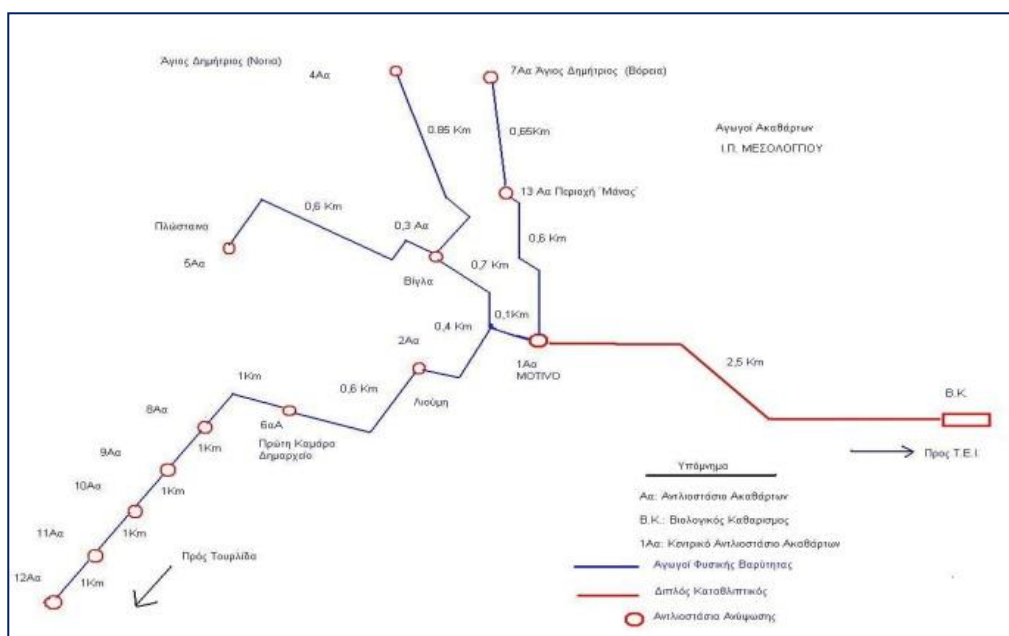
4.3.3 Η αποχέτευση

Στην **Εικόνα 7** αποτυπώνονται σε σκαρίφημα τα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων και όμβριων καθώς και ο ΒΚ της ΔΕΥΑΜ στο Μεσολόγγι που εξυπηρετούν περίπου 12.000 κατοίκους και επεξεργάζονται περίπου 3.500 μ³ ανά ημέρα. Περιλαμβάνουν 100χλμ αγωγούς ακαθάρτων, 4χλμ καταθλιπτικό αγωγό με 14 αντλιοστάσια και επιπλέον 35χλμ δίκτυο όμβριων υδάτων με 3 αντλιοστάσια.

Το αποχετευτικό δίκτυο, καθώς και οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων της πόλης του Μεσολογγίου κατασκευάστηκαν την περίοδο 1968-1977. Η λειτουργία του Βιολογικού Καθαρισμού άρχισε την περίοδο 1976-1977.

Με έργα εκσυγχρονισμού του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και επέκτασης σε τριτοβάθμια λειτουργία του ΒΚ, το 2004, βελτιώθηκε το επίπεδο επεξεργασίας των αστικών υγρών αποβλήτων της πόλης.

Οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων δέχονται αστικά λύματα από τις οικίες. Η ενδεχόμενη συνεπεξεργασία βιομηχανικών λυμάτων μπορεί να γίνει αποδεκτή εφόσον τα λύματα αυτά έχουν υποστεί προεπεξεργασία.



Εικόνα 7. Σκαρίφημα δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων πόλης Μεσολογγίου

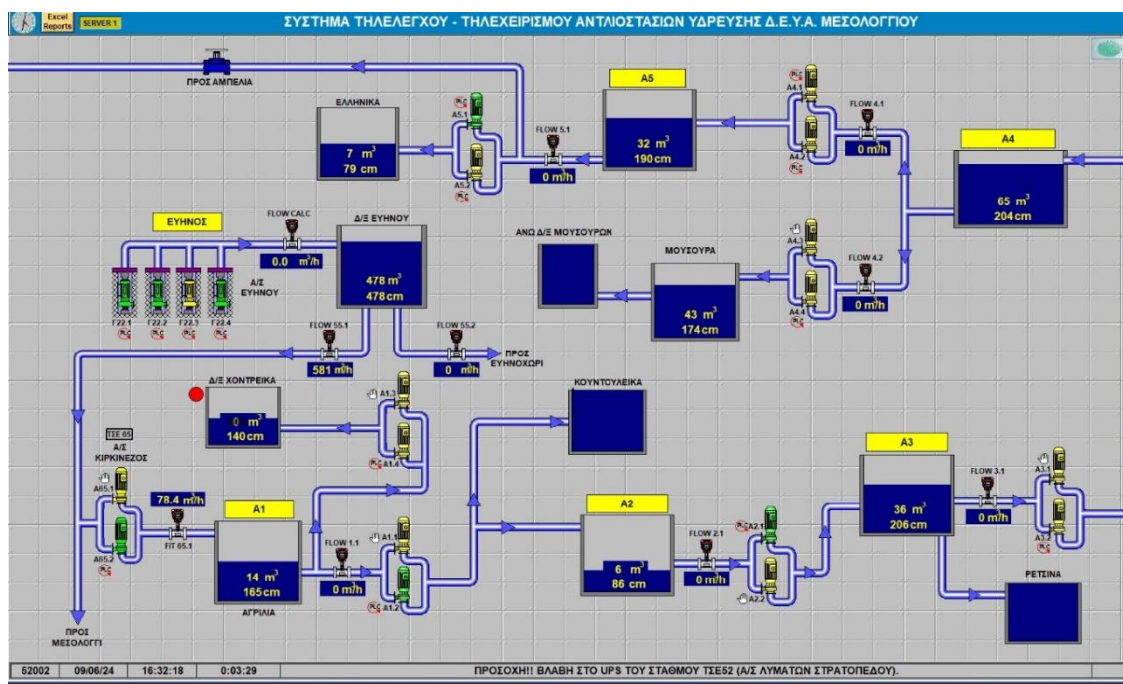
Στο Αιτωλικό ο Βιολογικός Καθαρισμός και τα δίκτυα εντός του Νησιού κατασκευάστηκαν το 1980 ενώ αργότερα έγιναν επεκτάσεις των δικτύων και στην Ανατολική και Δυτική

Συνουκία. Στο Νησί Αιτωλικού λειτουργούν 4 αντλιοστάσια όμβριων υδάτων και 13 αντλιοστάσια ακαθάρτων ενώ πρόκειται να προστεθούν άλλα δύο αντλιοστάσια μετά την ολοκλήρωση του δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων στην περιοχή του Κεφαλοβρύσου.

Οι Οινιάδες απέκτησαν αρχικά τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας το 2000 χωρίς την κατασκευή του ανάλογου δικτύου. Ένα μικρό μέρος, στην περιοχή του Νεοχωρίου, έγινε ώστε να δέχεται λύματα ο Βιολογικός. Με έργα στο ΕΣΠΑ 2017-2021 ολοκληρώνονται τα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων στις δύο μεγαλύτερες πόλεις της Δημοτικής Ενότητας Κατοχής και Νεοχωρίου που περιλαμβάνουν 11 αντλιοστάσια ενώ είναι σε εξέλιξη η δημοπρασία έργου αναβάθμισης και εκσυγχρονισμού του Βιολογικού Καθαρισμού Οινιάδων όπου περιλαμβάνεται και η εγκατάσταση συστήματος τηλεμετρίας – τηλεχειρισμού της μονάδας.

4.4 Το σύστημα τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού στη ΔΕΥΑΜ

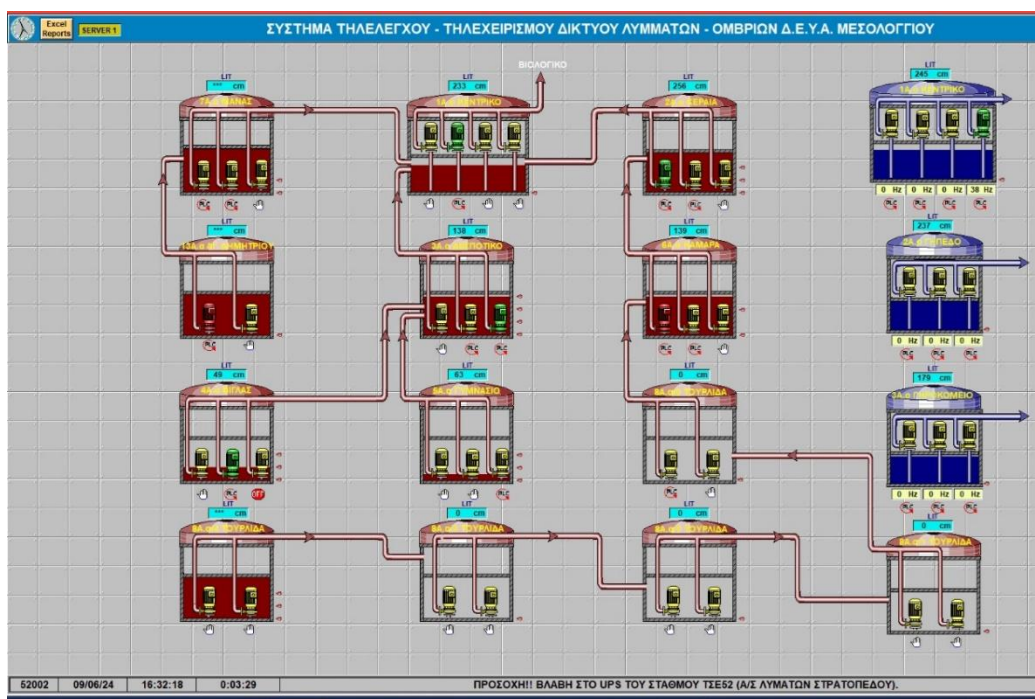
Η ΔΕΥΑ Μεσολογγίου είναι από τις πρώτες μικρές Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης-Αποχέτευσης που εφαρμόσαν έξυπνα συστήματα προκειμένου να διαχειρίζονται τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης. Στις αρχές του 2000 και με την ολοκλήρωση του συστήματος υδροδότησης των ορεινών χωριών του Αρακύνθου από το κεντρικό δίκτυο της πόλης του Μεσολογγίου, εγκαταστάθηκε το πρώτο σύστημα τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού στην ύδρευση, καθώς οι αποστάσεις και τα πέντε αντλιοστάσια που κατασκευάστηκαν για την προώθηση του νερού σε μεγάλα υψόμετρα έκαναν αδύνατη την επιτήρησή τους όλο το 24ωρο.



Εικόνα 8. Στιγμιότυπο από οθόνη MIMIKO 1 στην ύδρευση των χωριών Αρακύνθου Μεσολογγίου (αρχικό Σύστημα τηλεελέγχου)

Στη συνέχεια, το 2004 το σύστημα τηλεμετρίας και απομακρυσμένου ελέγχου εφαρμόστηκε στη αποχέτευση στην πόλη του Μεσολογγίου αφού ο μεγάλος αριθμός αντλιοστασίων έκαναν δύσκολη την επιτόπια παρακολούθησή τους από ολιγομελή συνεργεία. Μέχρι σήμερα, ο τηλεέλεγχος δεν εφαρμόζεται στις ΕΕΑ ούτε και στα δίκτυα αποχέτευσης παρά μόνο στα αντλιοστάσια όμβριων και ακαθάρτων. Στις **Εικόνες 8 και 9** αποτυπώνεται η

εμφάνιση του συστήματος τηλεελέγχου για την ύδρευση και την αποχέτευση που διατηρείται ακόμη και σήμερα στο παλαιό Scada της ΔΕΥΑΜ.



Εικόνα 9. Στιγμιότυπο από οθόνη MIMIKO 1 στην Αποχέτευση Μεσολογγίου (αρχικό Σύστημα τηλεελέγχου)

Το σύστημα τηλεμετρίας στην ύδρευση επεκτάθηκε το 2017 στις περισσότερες περιοχές της νέας Καλλικρατικής ΔΕΥΑΜ ενώ το 2021 ολοκληρώθηκε σε όλα τα σημεία υδροληψίας και στα δίκτυα ύδρευσης προκειμένου να ξεπεραστεί το βασικό πρόβλημα της Επιχείρησης που είναι οι διαρροές στο δίκτυο ύδρευσης και οδηγούν τόσο στη σπατάλη των υδάτινων αποθεμάτων, όσο και στην υπερβολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, οι ανθρωπογενείς πιέσεις στα υδατικά αποθέματα αλλά και οι ιδιαίτερες υπεδάφειες συνθήκες της περιοχής, σε συνδυασμό με την επέκταση της ΔΕΥΑΜ στα νέα γεωγραφικά όρια του Δήμου Μεσολογγίου, κατέστησε αναγκαία την άμεση εγκατάσταση και λειτουργία ευφών συστημάτων τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού για την παρακολούθηση τόσο των αντλούμενων ποσοτήτων πόσιμου νερού όσο και της ποιότητά του.

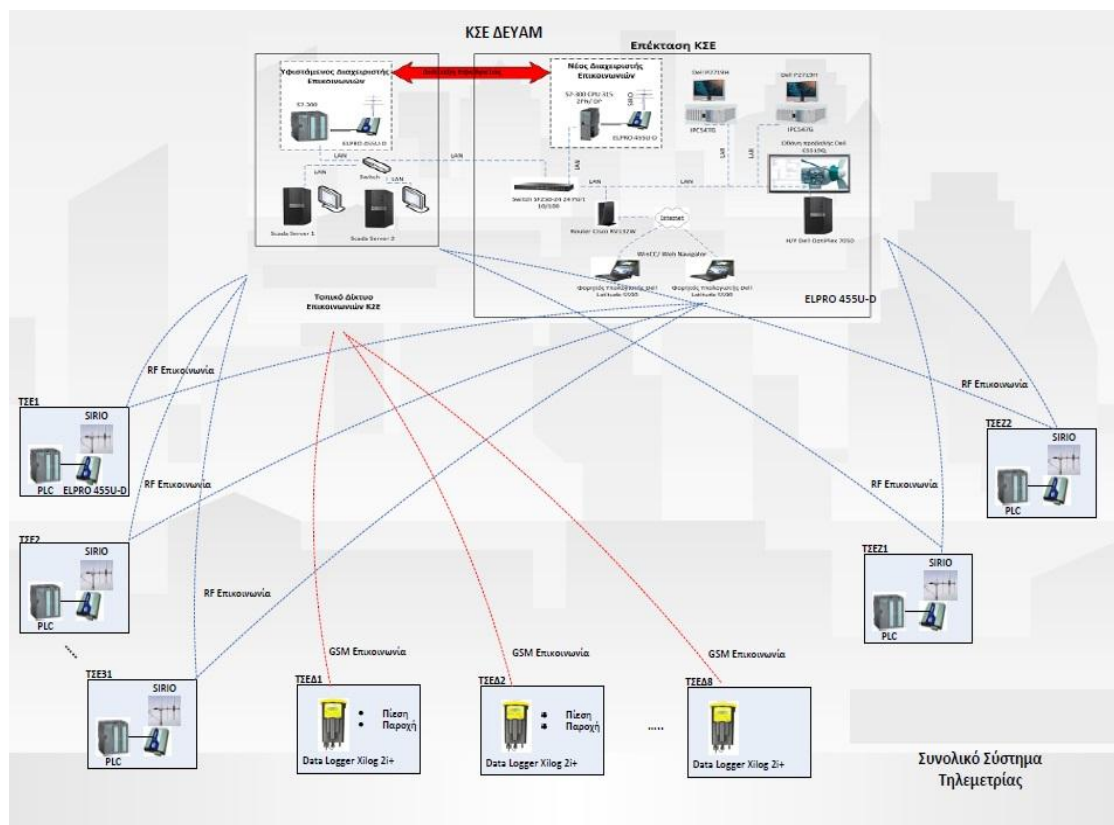
Το σύστημα παρέχει στην Υπηρεσία τη δυνατότητα να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή τη λειτουργική κατάσταση του δικτύου και να επεμβαίνει άμεσα σε περιπτώσεις βλαβών. Αποτελείται από τον Υφιστάμενο Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ) εγκατεστημένο στα γραφεία της ΔΕΥΑΜ, ο οποίος για την ύδρευση περιλαμβάνει 63 Τοπικούς Σταθμούς

Ελέγχου ΤΣΕ (57 **MIMIKO 2** και 6 **MIMIKO 1**) , ευρισκόμενους σε ισάριθμες θέσεις του Δικτύου Ύδρευσης (γεωτρήσεις, αντλιοστάσια, δεξαμενές), εκ των οποίων οι 20 είναι Τοπικοί Σταθμοί Εσωτερικού Δικτύου (ΤΣΕΔ) συνδεδεμένοι σε σημεία εντός του δικτύου της πόλης και 2 σταθμοί Ελέγχου Ζωνών Δικτύου, καθώς και 26 ΤΣΕ στην αποχέτευση (10 **MIMIKO 2** και 16 **MIMIKO 1**). Ταυτόχρονα μέσω 2 Φορητών Σταθμών Ελέγχου δίνεται η δυνατότητα στο προσωπικό της υπηρεσίας να συνδέεται στο σύστημα από οποιοδήποτε απομακρυσμένο σημείο. Η σχηματική αναπαράσταση δίνεται στην Εικόνα 10.

Ο αντικειμενικός σκοπός είναι η συλλογή δεδομένων, όπως η τιμή της παροχής σε σωλήνες, η τιμή της στάθμης σε δεξαμενές, γεωτρήσεις κ.λπ. η τιμή της τάσης, των απορροφούμενων αμπερ, η τιμή του συντελεστή ισχύος, η τιμή της πίεσης σε αγωγούς μεταφοράς του νερού, αλλά και η παρακολούθηση και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού, όπως λ.χ., η αγωγιμότητα, η θολότητα, το pH κ.λπ. από τα αντλιοστάσια και τις δεξαμενές και η μεταβίβασή τους με σύστημα τηλεπικοινωνίας ή ραδιοεπικοινωνίας στον κεντρικό σταθμό ελέγχου που βρίσκεται στην ΔΕΥΑΜ. Το σύστημα επικοινωνίας είναι τέτοιο που εξασφαλίζει την αδιάλειπτη λειτουργία του.

Η συλλογή και παρακολούθηση των παραπάνω πληροφοριών, επιτρέπει στην ΔΕΥΑΜ, μέσω της κατάλληλης αξιολόγησης και επεξεργασίας αυτών, να έχει πάντα σαφή γνώση της λειτουργικής κατάστασης όλου του συστήματος και να προβαίνει σε επιθυμητές διορθωτικές ενέργειες ή και να προ-ρυθμίζει παραμέτρους λειτουργίας της εγκατάστασης, ώστε αυτή να λειτουργεί με βάση προκαθορισμένα «σενάρια» λειτουργίας.

Στην **Εικόνα 10** απεικονίζεται το σύστημα τηλελέγχου-τηλεχειρισμού που διαθέτει σήμερα η ΔΕΥΑΜ.



Εικόνα 10. Συνολικό σύστημα τηλεμετρίας ΔΕΥΑΜ όπως ισχύει σήμερα

Από την (Μελέτη ΔΕΥΑ Μεσολογγίου, 2018) παρέχονται τα στοιχεία για την δομή και τη λειτουργία του συστήματος τηλεέλεγχου-τηλεχειρισμού. Αναλυτικά έχουν ως εξής:

4.4.1 Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου - Περιγραφή του συστήματος

4.4.1.1 Γενικά

Ο Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου (ΚΣΕ) βρίσκεται στην κορυφή της ιεραρχίας του ολοκληρωμένου συστήματος τηλεέλεγχου, τηλεχειρισμού και συλλογής δεδομένων και η βασική του αποστολή είναι η πλήρης διαχείριση του συστήματος τόσο από την άποψη εξασφάλισης ομαλής και συνεχούς ροής πληροφοριών από και προς τους τοπικούς σταθμούς όσο και από την πλευρά της υποστήριξης όλων των απαιτούμενων λειτουργιών σε επίπεδο εφαρμογών.

Η λειτουργία του στηρίζεται σε διεθνή πρότυπα επικοινωνίας και ελέγχου. Το σύστημα παρέχει υψηλές επιδόσεις για να εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των χρόνων απόκρισης. Επιπλέον, είναι σε διάταξη υψηλής διαθεσιμότητας (High Availability Cluster) ώστε να εξασφαλίζεται η αξιοπιστία και η αδιάλειπτη λειτουργία σε οποιαδήποτε περίπτωση. Από αυτό το σημείο οι χρήστες του ΚΣΕ μπορούν να ελέγχουν και να τηλεχειρίζονται όλους τους τοπικούς σταθμούς του δικτύου.

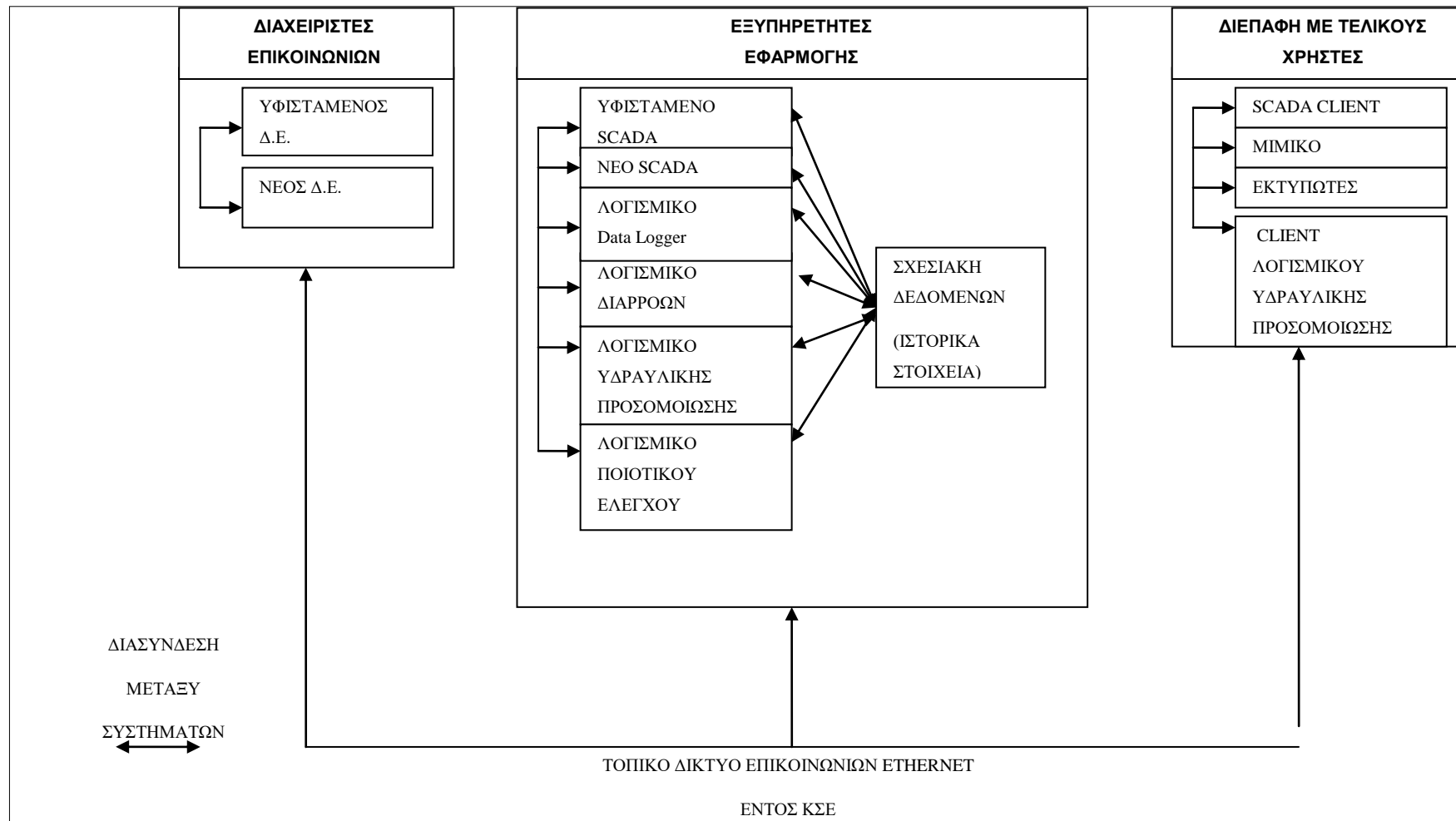
Ο ΚΣΕ περιλάβει στο σύνολο 89 σταθμούς ΤΣΕ στην ύδρευση και στην αποχέτευση. Οι νέοι σταθμοί που προστέθηκαν πρόσφατα (41 τον αριθμό) και τα λογισμικά τους, τόσο σε επίπεδο τοπικού σταθμού όσο και στον ΚΣΕ ακολουθούν τα πρότυπα του υφιστάμενου συστήματος για την όσο το δυνατόν καλύτερη ομοιογένεια και αφομοίωση των νέων σταθμών στο σύστημα και κατ' επέκταση από το προσωπικό της υπηρεσίας.

Ο ΚΣΕ εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- Διασυνδέεται με το υπάρχον σύστημα εποπτείας SCADA.
- διενεργεί εποπτικό έλεγχο στο SCADA των νέων ΤΣΕ και την ένταξή τους στο υπάρχον σύστημα τηλεμετρίας της υπηρεσίας.
- Διαχειρίζεται την επικοινωνία για την αδιάλειπτη συλλογή και αποστολή στοιχείων από και προς τους απομακρυσμένους σταθμούς.
- Επεξεργάζεται και αποθηκεύει τις συλλεγόμενες πληροφορίες και μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο στη σχεσιακή βάση δεδομένων.

- Παρουσιάζει όλες τις συλλεγόμενες πληροφορίες στους τελικούς χρήστες μέσω εύχρηστου παραθυρικού γραφικού περιβάλλοντος και αναφορών.
- Περιλαμβάνει την εφαρμογή υδραυλικής προσομοίωσης του δικτύου ύδρευσης της πόλης του Μεσολογγίου
- Επεξεργάζεται τις συλλεγόμενες πληροφορίες μέσω λογισμικού δυναμικής προσομοίωσης για την εξαγωγή συμπερασμάτων για το δίκτυο, και βελτιστοποίησης των σεναρίων λειτουργίας αυτού.
- Αναγγέλλει και επεξεργάζεται συναγερούς και συμβάντα.

Όπως παρουσιάζεται και από το παρακάτω διάγραμμα της Εικόνα 11 είναι σημαντική η διασύνδεση των υφιστάμενων συστημάτων με τα νέα και η χρήση κοινής σχεσιακής βάσης δεδομένων, από την οποία αντλούν τα δεδομένα όλες οι υπόλοιπες εφαρμογές που διατηρεί η υπηρεσία.



Εικόνα 11. Σχηματική Αναπαράσταση Αρχιτεκτονικής

Συνοπτικά ο Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου αποτελείται από:

- Τον Διαχειριστή Επικοινωνιών αποτελούμενο από PLC και δύο radio modem RF με κεραία.
- Τη διάταξη τηλεπικοινωνιακής πρόσβασης με τους υπάρχοντες απομακρυσμένους σταθμούς και συλλογής δεδομένων εξ αυτών μαζί με το λογισμικό επικοινωνιών.
- Δύο Κεντρικούς Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές (Server) που επεξεργάζονται συνεχώς τις συλλεγόμενες σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες.
- Τους τερματικούς υπολογιστές Web Clients του συστήματος, καθώς και εκτυπωτή αναφορών και γραφικών.
- Τη μονάδα αδιάλειπτης παροχής ισχύος για την τροφοδοσία των εγκατεστημένων συστημάτων.
- Το λογισμικό εποπτικού ελέγχου SCADA το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία ανθρώπου – μηχανής, τη συλλογή – διαχείριση – αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων.
- Το δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ του διαχειριστή επικοινωνιών, του SCADA και των ηλεκτρονικών υπολογιστών.
- Το δίκτυο επικοινωνίας των client με τους server και τα υπόλοιπα περιφερειακά.
- Τη βάση δεδομένων η οποία συλλέγει, επεξεργάζεται και καταγράφει το σύνολο των δεδομένων από τις εφαρμογές.
- Το Λειτουργικό Λογισμικό Απομακρυσμένου Ελέγχου για την απομακρυσμένη πρόσβαση στο λογισμικό SCADA, μέσω Internet ή Intranet

Για τις ανάγκες προσθήκης των νέων απομακρυσμένων σταθμών ελέγχου, των σταθμών εσωτερικού δικτύου καθώς και των σταθμών ελέγχου ζωνών δικτύου στο υπάρχον σύστημα, ο υφιστάμενος ΚΣΕ επεκτάθηκε σε επίπεδο υλικού (hardware) και λογισμικού (software) με έναν νέο Διαχειριστή Επικοινωνιών ο οποίος έχει αναλάβει την επικοινωνία με τους νέους τοπικούς σταθμούς ελέγχου και πλαισιώνει τον υφιστάμενο Διαχειριστή Επικοινωνιών σε λειτουργία ενεργούς εφεδρείας (redundant) ώστε να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη επικοινωνία του ΚΣΕ τόσο με τους υφιστάμενους όσο και με τους νέους ΤΣΕ.

4.4.1.2 Εφαρμογή Εποπτικού Ελέγχου SCADA

Ο τρόπος λειτουργίας της εφαρμογής SCADA είναι ο εξής:

Για τους δύο κεντρικούς υπολογιστές Server:

Αφού εκκινήσουν οι δύο υπολογιστές, ξεκινά αυτόματα η εφαρμογή SCADA και εισέρχεται στο γραφικό περιβάλλον απεικόνισης των γενικών εγκαταστάσεων του δικτύου ύδρευσης. Αυτομάτως δημιουργείται η σύνδεση με τους διαχειριστές επικοινωνιών (υφιστάμενος και νέος) και συλλέγονται τα δεδομένα όλων των σταθμών οι οποίοι είναι διαθέσιμοι από τηλεπικοινωνιακής πλευράς. Με τη δημιουργία της σύνδεσης ξεκινάει η σειριακή λήψη όλων των δεδομένων από τους επεξεργαστές επικοινωνιών στο πρόγραμμα SCADA. Το SCADA ενημερώνει απευθείας τις περιοχές τις οποίες αφορούν τα δεδομένα τα οποία συλλέγει από τους διαχειριστές επικοινωνιών. Αυτόματα ξεκινούν και οι λοιπές εφαρμογές, όπως η βάση δεδομένων, καθώς επίσης και το πακέτο εξυπηρέτησης για τους client του συστήματος. Οι υπολογιστές αυτοί και η εφαρμογή προστατεύονται από κωδικό super user προκειμένου να μην υπάρχει πρόσβαση από μη εξειδικευμένο προσωπικό, εκτός των εποπτών.

Για τους υπόλοιπους υπολογιστές Client:

Αφού εκκινήσουν οι υπολογιστές client, ο χειριστής καλείται να δώσει τον κωδικό και συνθηματικό με το αλφαριθμητικό πληκτρολόγιο προκειμένου να συνδεθεί με τους κεντρικούς υπολογιστές. Εν συνεχεία από την επιφάνεια εργασίας επιλέγει με το ποντίκι την συντόμευση «Τηλεέλεγχος – Τηλεχειρισμός» προκειμένου να εισέλθει στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής SCADA. Αφού ξεκινήσει η εφαρμογή ο χειριστής μπορεί να μεταφερθεί στις διάφορες εικόνες της εφαρμογής με τη χρήση του ποντικιού και να παρακολουθεί τις καταστάσεις των στοιχείων, τα μετρούμενα μεγέθη κ.α. Εάν επιθυμεί να χειριστεί κάποιο από τα στοιχεία ή να αλλάξει τις παραμέτρους λειτουργίας τους κτλ. πρέπει με τη χρήση του αλφαριθμητικού πληκτρολογίου να πληκτρολογήσει το συνθηματικό και τον κωδικό του προκειμένου, αφού ελεγχθεί από τους υπολογιστές server το επίπεδο εξουσιοδότησης του συγκεκριμένου χρήστη, να «ξεκλειδώσουν» οι αντίστοιχες περιοχές στις οποίες έχει πρόσβαση.

Όλες οι εντολές προς τα στοιχεία πραγματοποιούνται με τη χρήση του ποντικιού «mouse» και των πλήκτρων αυτού, ενώ η αλλαγή των παραμέτρων γίνεται με χρήση και του αλφαριθμητικού πληκτρολογίου (keyboard).

Κάθε εντολή χειρισμού ή παραμέτρων συνοδεύεται πάντα από την πιστοποίηση του εκάστοτε χρήστη – χειριστή και βάση του επιπέδου το οποίο έχει οριστεί στους κεντρικούς υπολογιστές server του επιτρέπεται ή όχι η περάτωση της εντολής. Παράλληλα καταγράφεται στη βάση δεδομένων η εντολή συνοδευόμενη από τα στοιχεία του χειριστή, την ημερομηνία και την ώρα.

Ο σχεδιασμός της εφαρμογής έχει γίνει με γνώμονα την απλότητα στη χρήση, καθώς επίσης και την όσο το δυνατόν ρεαλιστικότερη γραφική απεικόνιση του συνολικού συστήματος και των επιμέρους σταθμών.

Αναλυτικότερα, η εφαρμογή αποτελείται από την κεντρική εικόνα της εγκατάστασης στην οποία απεικονίζεται το συνολικό δίκτυο της υπηρεσίας με τα σημαντικότερα λειτουργικά σήματα (στάθμες Δ/Ξ, λειτουργία αντλιών, πιέσεις και παροχές αγωγών σε διάφορα σημεία του δικτύου, κατάσταση δικλίδων κ.α.) και την κατάσταση του κάθε σταθμού.

Ειδικότερα, όπως παρουσιάζεται στην **Εικόνα 12**, για την κατάσταση του κάθε τοπικού σταθμού ελέγχου ή τοπικού σταθμού ελέγχου ζωνών δικτύου (ΤΣΕ, ΤΣΕΖ) ισχύει:

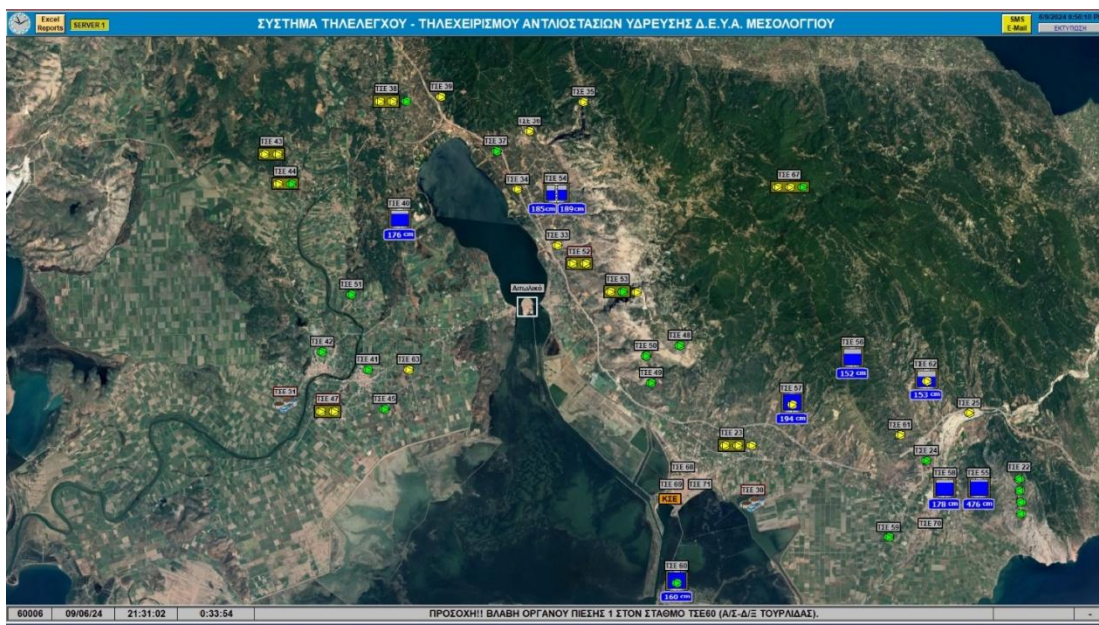
Πράσινο χρώμα: κανονική λειτουργία

Κόκκινο χρώμα παλλόμενο: ύπαρξη σφάλματος υψηλής προτεραιότητας μη αναγνωρισμένο

Κόκκινο χρώμα στάσιμο: ύπαρξη σφάλματος υψηλής προτεραιότητας αναγνωρισμένο

Κίτρινο χρώμα παλλόμενο: ύπαρξη σφάλματος χαμηλής προτεραιότητας μη αναγνωρισμένο

Κίτρινο χρώμα στάσιμο: ύπαρξη σφάλματος χαμηλής προτεραιότητας αναγνωρισμένο



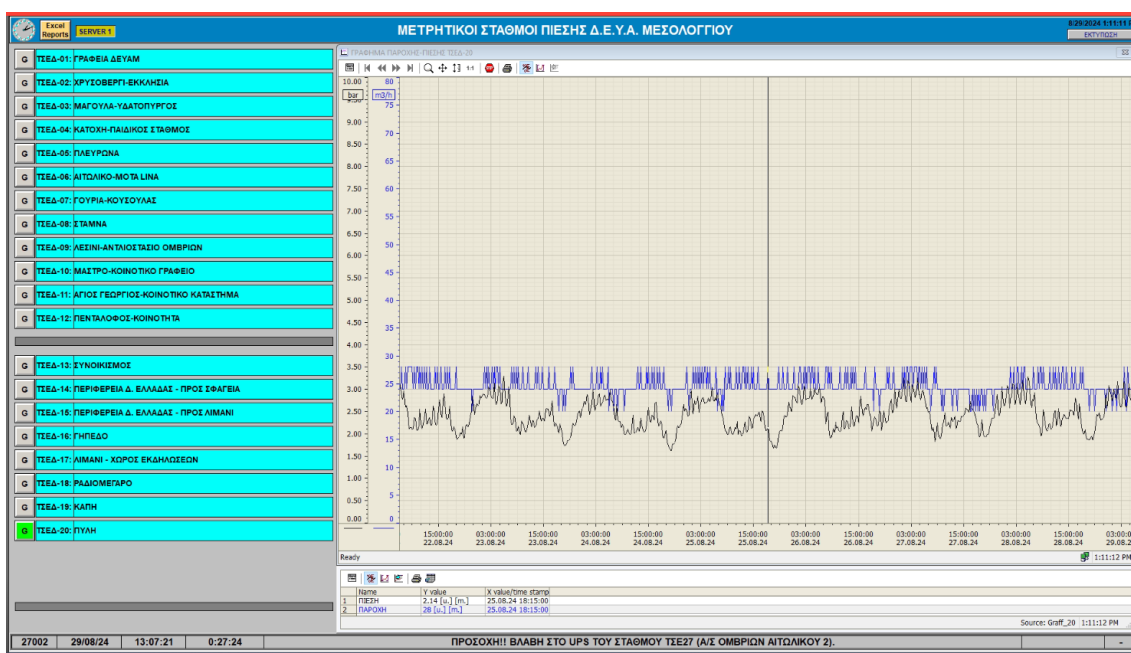
Εικόνα 12. Στιγμιότυπο Οθόνης SCADA ΔΕΥΑΜ

Επίσης στην κεντρική εικόνα της εγκατάστασης εμφανίζεται, βάσει αντίστοιχων χρωμάτων, η ύπαρξη και με ποιο τρόπο ή μη επικοινωνίας των σταθμών με τον κεντρικό σταθμό.

Ειδικότερα για τις επικοινωνίες των τοπικών σταθμών ελέγχου (ΤΣΕ) ισχύει:

Πράσινο χρώμα: ύπαρξη πρωτεύουσας επικοινωνίας

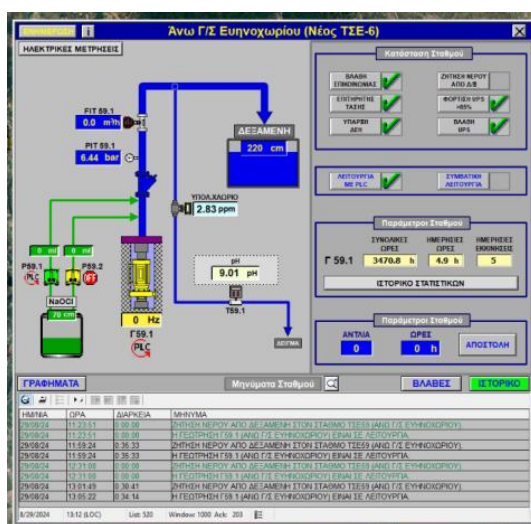
Κόκκινο χρώμα: απώλεια – αδυναμία επικοινωνίας



Εικόνα 13. Συνολική υφιστάμενη κατάσταση σταθμών Data Logger ΔΕΥΑΜ (μαύρο χρώμα πίεση, μπλε χρώμα παροχή)

Ο χειριστής από την κεντρική εικόνα έχει τη δυνατότητα μετάβασης στις επιμέρους εικόνες τους συστήματος με τη χρήση του mouse, είτε επιλέγοντας απευθείας πάνω στους απεικονιζόμενους σταθμούς του συνολικού δικτύου, είτε μέσω του menu της εφαρμογής. Στην **Εικόνα 13** βλέπουμε την οθόνη του menu για τους «Μετρητές πίεσης» στο δίκτυο ύδρευσης.

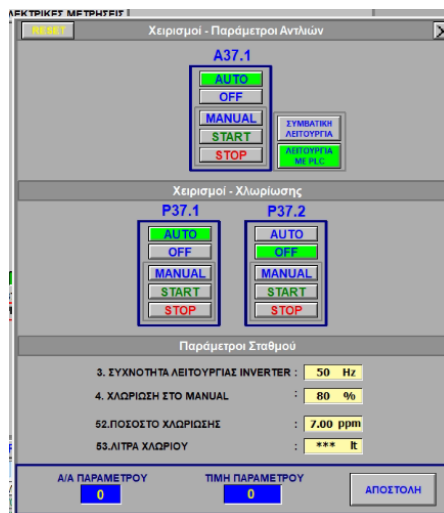
Όπως φαίνεται στην **Εικόνα 14**, στην απεικόνιση των σταθμών ελέγχου ή δικτύου εμφανίζεται το πλήρες διάγραμμα του σταθμού με τις υπάρχουσες αντλίες, βάνες, όργανα μέτρησης, δεξαμενές καθώς και όλες οι παράμετροι που αφορούν τον σταθμό αυτό.



Εικόνα 14. Οθόνη SCADA ΤΣΕ Γεώτρησης ΔΕΥΑΜ

Πιο συγκεκριμένα, στην **Εικόνα 15**, παρουσιάζεται το στιγμιότυπο του Scada για τις αντλίες, δικλείδες, κινητήρες ή άλλα αντίστοιχα στοιχεία. Εμφανίζεται το σενάριο λειτουργίας του (AUTO, OFF, MANUAL, LOCAL/REMOTE), η κατάσταση λειτουργίας του (RUN, FAIL, ANAMONH) με αντίστοιχα χρώματα. Για το σύνολο του σταθμού εμφανίζεται η κατάσταση τηλεχειρισμού αυτού όπως είναι για το αντλιοστάσιο:

- Η αυτόματη λειτουργία με όργανο
- Η αυτόματη λειτουργία με φλοτέρ
- Η λειτουργία βάση χρονοπρογράμματος το οποίο σημειώνεται ότι είναι ξεχωριστό για



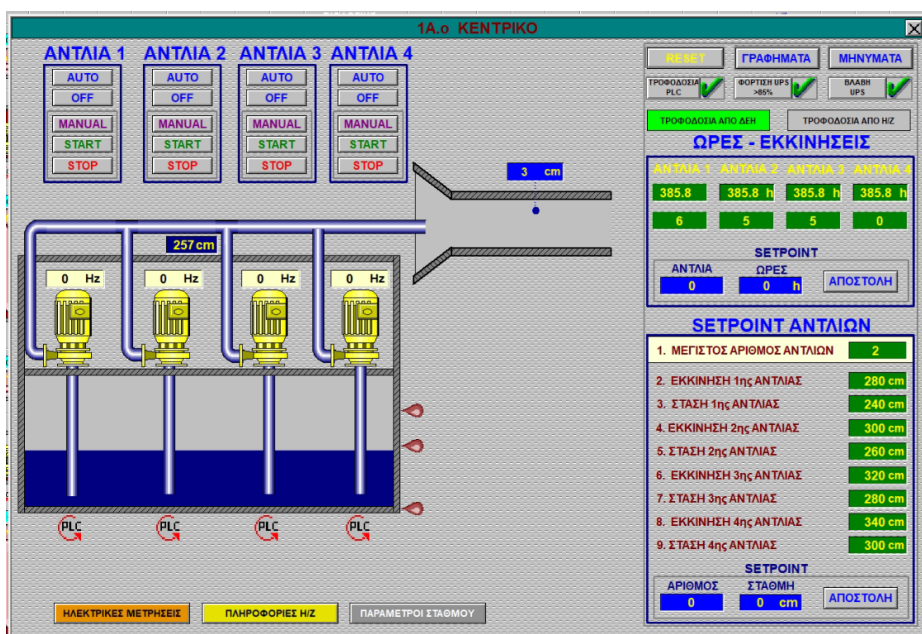
Εικόνα 15. Στιγμιότυπο Scada για αντλίες

κάθε στοιχείο (αντλία, κινητήρας κ.α.) προκειμένου να επιτυγχάνεται η σωστή διαχείριση ενέργειας του συνόλου του συστήματος

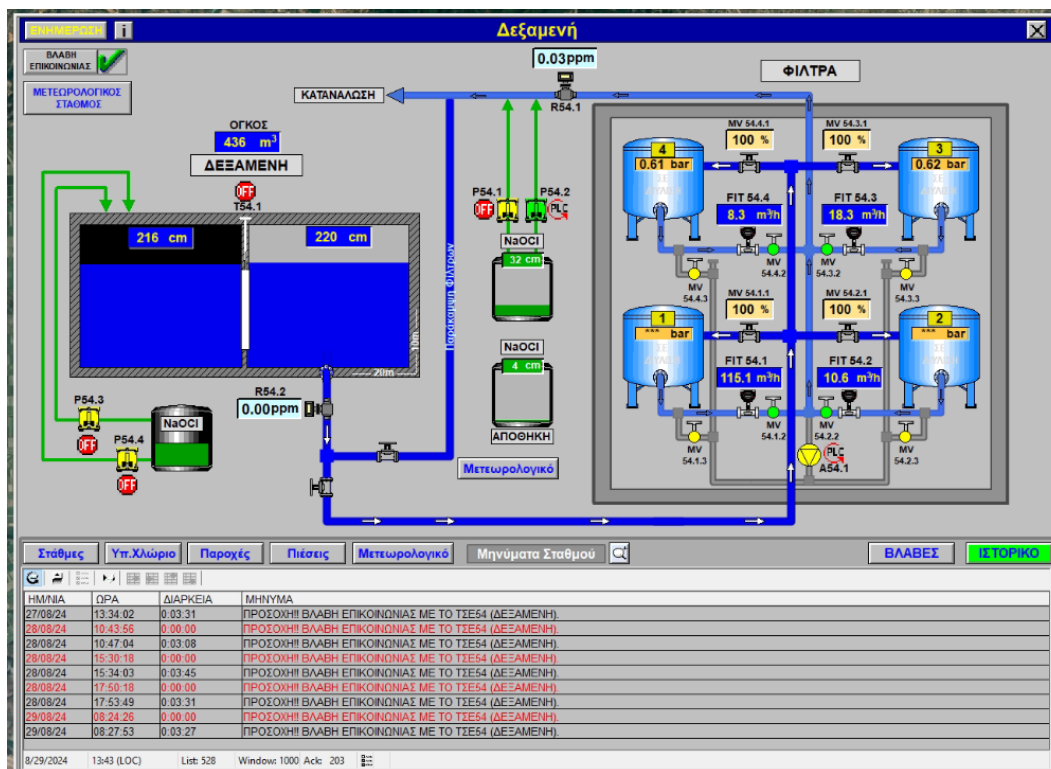
- Η χειροκίνητη λειτουργία των στοιχείων από τον ΚΣΕ ή τον τοπικό σταθμό

Επίσης, στην **Εικόνα 16**, παρουσιάζονται όλες οι παράμετροι οι οποίες αφορούν τη συγκεκριμένη εγκατάσταση όπως είναι:

- Ώρες λειτουργίας κάθε στοιχείου
- Υπολειπόμενες ώρες για τη συντήρηση του εκάστοτε στοιχείου Διάρκεια τελευταίας λειτουργίας του στοιχείου
- Αριθμός εκκινήσεων του στοιχείου

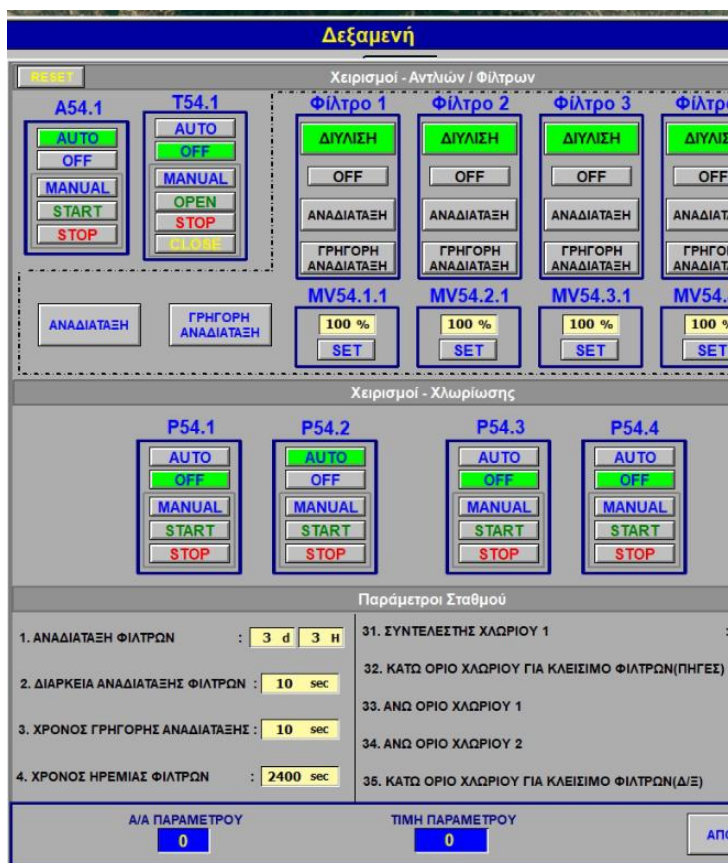


Εικόνα 16. Στιγμιότυπο Scada από το setpoint αντλιών όμβριων υδάτων



Εικόνα 17. Οθόνη SCADA ΤΣΕ Δεξαμενής ΔΕΥΑΜ

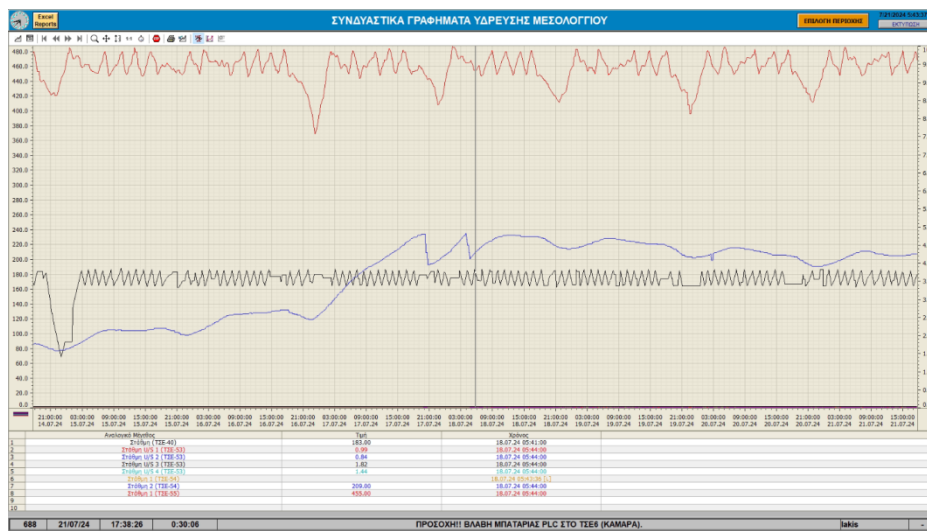
Στην **Εικόνα 17** και στην **Εικόνα 18** και από το παράθυρο της συγκεκριμένης εγκατάστασης ο χειριστής έχει τη δυνατότητα επιλογής παρακολούθησης των γραφημάτων των αναλογικών τιμών οι οποίες αφορούν στην εγκατάσταση, καθώς επίσης και του ιστορικού, μέσω των μηνυμάτων συναγερμού ή αλλαγής κατάστασης του σταθμού ή των στοιχείων αυτού.



Εικόνα 18. Στιγμιότυπο οθόνης Scada για τον χειρισμό των αντλιών και των φίλτρων

Σε κάθε παράθυρο τοπικού σταθμού ελέγχου ή δικτύου ο χειριστής έχει τη δυνατότητα, εφόσον διαθέτει τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης, να χειριστεί τα επιμέρους στοιχεία της εγκατάστασης από ξεχωριστό παράθυρο που ανοίγει για το εκάστοτε στοιχείο, τη διαθεσιμότητά του ή μη, τη λειτουργική του κατάσταση κ.α. Αν το συγκεκριμένο στοιχείο έχει επιλεγεί από τον τοπικό πίνακα του εκάστοτε σταθμού σε κατάσταση τηλεχειρισμού, τότε εμφανίζονται αντίστοιχα μπουτόν για χειρισμό αυτού (AUTO, OFF, START, STOP).

Εκτός των παραπάνω οθονών ο χειριστής έχει τη δυνατότητα πρόσβασης και σε άλλες επιμέρους οθόνες οι οποίες υποδεικνύουν άλλες πληροφορίες σχετικά με το σύνολο της εγκατάστασης.



Εικόνα 19. Συνδυαστικά γραφήματα

Πιο συγκεκριμένα, όπως προκύπτει και από την **Εικόνα 19**, εκτός των επιμέρους οθονών γραφημάτων ανά σταθμό, υπάρχει οθόνη στην οποία ο χειριστής έχει τη δυνατότητα επιλογής από το σύνολο των αναλογικών μεγεθών του δικτύου. Τα συγκεκριμένα αναλογικά μεγέθη τα οποία θέλει να παρακολουθήσει για οποιαδήποτε χρονική στιγμή και να τα παραθέσει σε μεταξύ τους σύγκριση, προκειμένου να οδηγηθεί σε συμπεράσματα για τη συμπεριφορά του όλου δικτύου (π.χ στάθμη Δ/Ξ, παροχή εξόδου της Δ/Ξ και πίεση στον συγκεκριμένο αγωγό εξόδου). Κατά αυτό τον τρόπο μπορεί να αντληφθεί διαρροές ή άσκοπες λειτουργίες αντλιών στο σύνολο του δικτύου. Αντιπαραθέτοντας τους μέσους όρους ή τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές των διαφόρων μεγεθών, μπορεί να οδηγηθεί εύκολα σε συμπεράσματα για τη συνολική δυναμική του δικτύου.

Εκτός της παραπάνω δυνατότητας μέσω γραφικής απεικόνισης, ο χειριστής έχει τη δυνατότητα αντιπαραθέσης στην οθόνη του των τιμών των οποίων των ενδιαφέρουν με τη χρήση πινάκων για τα αναλογικά μεγέθη τα οποία επιθυμεί (παροχές, πιέσεις, υπολειμματικά χλώρια κ.α.) και τη χρονική περίοδο που θέλει με μέσες, ελάχιστες και μέγιστες τιμές αυτών (**Εικόνα 20**).

MONTH_2_2019.xls - OpenOffice Calc

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια

Αναζήτηση

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	HM/NIA	ΤΣΕ 34 (ΠΡΟΣ ΧΑΛΙΚΙ) FIT 34.1 (m3)	ΤΣΕ 53 (ΠΡΟΣ ΕΘΝΙΚΟ) FIT 53.1 (m3)	ΤΣΕ 53 (ΠΡΟΣ ΑΙΤΩΛΙΚΟ) FIT 53.2 (m3)	ΤΣΕ 53 (ΠΡΟΣ ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ) FIT 53.3 (m3)	ΤΣΕ 54 (ΕΞΟΔΟΣ ΦΙΑΛΤΡΟΥ 1) FIT 54.1 (m3)	ΤΣΕ 54 (ΕΞΟΔΟΣ ΦΙΑΛΤΡΟΥ 2) FIT 54.2 (m3)	ΤΣΕ 54 (ΕΞΟΔΟΣ ΦΙΑΛΤΡΟΥ 3) FIT 54.3 (m3)	ΤΣΕ 54 (ΕΞΟΔΟΣ ΦΙΑΛΤΡΟΥ 4) FIT 54.4 (m3)
2	01/02/2019	184.6	130.9	4044.0	354.0	566.0	526.9	554.0	520.4
3	02/02/2019	193.0	140.5	4056.7	357.9	569.5	498.7	597.0	504.2
4	03/02/2019	198.2	165.7	4069.4	354.7	569.4	525.9	585.9	517.3
5	04/02/2019	204.6	164.5	4044.7	354.6	564.6	566.2	563.8	516.1
6	05/02/2019	210.1	204.0	4065.7	348.6	625.1	545.6	543.4	524.9
7	06/02/2019	199.8	190.6	4047.0	346.5	631.8	548.1	584.8	488.7
8	07/02/2019	196.5	190.9	4043.0	349.5	608.0	526.6	558.2	312.6
9	08/02/2019	191.8	214.9	4025.7	350.3	729.8	268.8	612.5	0.0
10	09/02/2019	196.5	239.4	4067.0	346.2	607.6	573.9	540.5	0.0
11	10/02/2019	244.2	232.7	4051.7	359.4	624.1	559.3	561.8	0.0
12	11/02/2019	186.3	240.8	4027.7	346.5	657.2	666.0	551.6	0.0
13	12/02/2019	217.8	231.4	4032.0	343.9	588.0	562.4	543.1	295.9
14	13/02/2019	212.1	239.6	4090.0	344.7	606.6	582.4	557.6	521.7
15	14/02/2019	36.1	31.5	692.7	59.0	100.9	92.6	95.3	87.3
16	15/02/2019	166.5	162.6	2980.0	253.9	657.6	608.7	642.8	571.7
17	16/02/2019	221.3	222.6	4041.4	341.6	932.5	974.5	1361.1	866.2
18	17/02/2019	220.5	211.6	4030.0	345.7	1119.3	1202.5	862.6	492.3
19	18/02/2019	183.0	217.9	4044.0	343.6	1135.5	880.3	776.3	956.8
20	19/02/2019	137.5	218.7	4056.4	346.0	1108.0	929.8	1099.4	888.2
21	20/02/2019	230.7	207.8	4055.0	347.3	1125.9	1056.9	898.4	790.0
22	21/02/2019	215.1	225.7	4053.4	349.2	871.6	932.0	908.1	1032.5
23	22/02/2019	214.9	211.0	4040.0	339.3	978.1	898.8	870.8	733.7
24	23/02/2019	206.4	196.0	4039.4	336.8	1017.2	1026.5	773.9	679.4
25	24/02/2019	234.8	183.8	4023.7	340.8	759.8	849.1	682.3	576.8
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33	Σύνολο :	4702.3	4674.9	92720.5	7960.0	17754.3	16402.4	16325.2	11876.9
34									
35	Week 1-7 :	1386.7	1187.0	28370.5	2465.8	4134.3	3738.0	3987.1	3384.2
36	Week 8-14 :	1284.8	1430.3	24986.8	2149.9	3914.3	3305.3	3462.3	904.9
37	Week 15-21 :	1374.6	1466.9	27260.1	2327.4	6950.5	6584.7	6548.8	5597.8
38	Week 22-28 :	656.1	590.7	12103.1	1016.9	2755.1	2774.4	2327.0	1990.0
39	Week 29-31 :	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40									
41									
42									

Φύλλο 1 / 3 PageStyle_ΠΑΡΟΧΗ STD Αθροισμα=0 100 %

17083 25/02/19 12:57:10 0:04:18 ΠΡΟΣΟΧΗ!! ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΤΟΝ ΕΠΙΤΗΡΗΤΗ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΣΕ22 (ΕΥΗΝΟΥ).

Εικόνα 20. Αναφορά ημερήσιων όγκων νερού ΔΕΥΑΜ

Εκτός του παραθύρου το οποίο εμφανίζει ανά τοπικό σταθμό τα μηνύματα βλαβών, συναγερμών και μεταβολής των καταστάσεων των στοιχείων, υπάρχει γενική οθόνη στην οποία εμφανίζονται όλα τα ενεργά μηνύματα βλαβών, συναγερμών και προειδοποιήσεων του συνολικού δικτύου (**Εικόνα 21**). Αυτά συνοδεύονται από την ώρα και ημερομηνία εμφάνισής τους, την περιγραφή της βλάβης, την προτεραιότητα του συναγερμού (υψηλός, χαμηλός, κ.α), τον τοπικό σταθμό στον οποίο εμφανίστηκαν και κάποια γενικά σχόλια για την πρώτη αντιμετώπισή του ή τις ενέργειες τις οποίες μπορεί από τη θέση του να πράξει ο χειριστής προκειμένου να την εξαλείψει ή να την περιορίσει. Μέσω αυτού του παραθύρου ο χειριστής έχει τη δυνατότητα για μηδενισμό (RESET) βλαβών χαμηλής προτεραιότητας οι οποίες δεν επηρεάζουν τον συνολικό αυτοματισμό ή δεν απαιτούν την επιτόπια παρέμβαση από συνεργείο αποκατάστασης. Επίσης, σε αυτό το παράθυρο ο χειριστής θα μπορεί να σταματήσει τον ηχητικό συναγερμό ο οποίος ενεργοποιείται με την εμφάνιση μηνυμάτων βλάβης και να κάνει αναγνώριση της συγκεκριμένης βλάβης. Τέλος, μπορεί να κάνει

αναγνώριση της βλάβης – μηνύματος, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι και αυτή αποκαταστάθηκε, και να μεταβεί με τη χρήση του ποντικού στην αντίστοιχη γραφική οθόνη στην οποία εμφανίζεται ο συναγερμός. Εφόσον έχει γίνει αναγνώριση της συγκεκριμένης βλάβης, αυτή παραμένει ενεργή στη λίστα αλλά εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα σε σχέση με τις μη αναγνωρισμένες.

Σημειώνεται, ότι κάθε ενέργεια χειρισμού, αναγνώρισης ή αλλαγής παραμέτρων στο συνολικό σύστημα, καταγράφεται και εμφανίζεται στην οθόνη μηνυμάτων με την ακριβή ώρα και ημερομηνία, την ακριβή περιγραφή της ενέργειας, καθώς και τον κωδικό – αναγνωριστικό του συγκεκριμένου χειριστή που προέβη σε αυτήν την ενέργεια.

[illegible]

Εικόνα 21. Γενική λίστα βλαβών – μηνυμάτων ΔΕΥΑΜ

Στο υφιστάμενο SCADA που διαθέτει η ΔΕΥΑΜ, συμπεριλαμβάνεται η βάση δεδομένων για το συνολικό σύστημα. Η βάση δεδομένων καταγράφει συνεχώς όλα τα δεδομένα αναλογικών και ψηφιακών μεγεθών τα οποία καταφτάνουν στον ΚΣΕ από τους ΤΣΕ μέσω του λογισμικού. Η βάση δεδομένων διατηρεί σε άλλο σημείο του υπολογιστικού συστήματος, οριζόμενο από τον διαχειριστή, ένα πλήρες αντίγραφο όλων των πληροφοριών τις οποίες συγκεντρώνει, ενώ έχει τη δυνατότητα σε προγραμματιζόμενες από τον διαχειριστή χρονικές στιγμές να κάνει αυτόματο Back-Up σε οπτικά μέσα ή μαγνητικές ταινίες, χωρίς να διακοπεί η λειτουργία της.

Προκειμένου να υπάρχει ένα πλήρες αρχείο της συνολικής κατάστασης του συστήματος, υπάρχει η δυνατότητα αναφορών (reports). Πιο συγκεκριμένα, ανά προγραμματισμένες χρονικές περιόδους ή και μετά από αίτημα του χειριστή, δημιουργούνται ειδικά αρχεία επεξεργάσιμης μορφής (Excel ή Access) ή εκτυπώσεις οι οποίες αφορούν στοιχεία συγκεκριμένων σταθμών ελέγχου ή δικτύου με τα κατάλληλα μεγέθη (πιέσεις, παροχές, στάθμες κ.α.), για την επιθυμητή χρονική περίοδο.

Μέσω διαλογικού προγράμματος με σαφή Ελληνική γλώσσα δίδεται η δυνατότητα στον χειριστή των σταθμών ελέγχου και διαχείρισης να επεξεργάζεται τα καταχωρηθέντα ημερήσια στοιχεία. Ο χειριστής θα καθορίζει την χρονική περίοδο που ενδιαφέρει και μέσω ειδικού σαφούς πίνακα επιλογής θα επιλέγει τα προς επεξεργασία ημερήσια στοιχεία (Εικόνα 22).

ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΙΟΣΤΑΣΙΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΛΥΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΜΒΡΙΩΝ									
A1.1	6991.3	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	1923.5	ΔΕΣΠΟΤΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	4122.1	ΜΑΝΑΣ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	4.7	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 4 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	626.3
A1.2	6206.9	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	10696.8	ΔΕΣΠΟΤΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A3	4126.6	ΜΑΝΑΣ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	0.3	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 4 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	161.9
A1.3	1069.6	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A3	0.0	ΒΙΓΛΑΣ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	0.0	ΜΑΝΑΣ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A3	0.0	ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	2065.5
A1.4	2979.7	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A4	0.0	ΒΙΓΛΑΣ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	15610.3	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 0 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	2.1	ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	13769.6
A2.1	35279.9	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A1	379.9	ΒΙΓΛΑΣ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A3	138.1	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 0 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	0.0	ΓΗΠΕΔΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A1	340.2
A2.2	30191.3	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A2	379.9	ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	0.0	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 1 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	0.0	ΓΗΠΕΔΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A2	340.2
A3.1	10991.9	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A3	379.9	ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	0.0	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 1 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	0.0	ΓΗΠΕΔΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A3	340.2
A3.2	28010.3	ΚΕΡΑΙΑ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	3299.6	ΚΑΜΑΡΑ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	1153.8	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 2 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	0.0	ΓΗΡΟΚΟΜΕΙΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A1	236.5
A4.1	29234.3	ΚΕΡΑΙΑ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	3078.4	ΚΑΜΑΡΑ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	852.4	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 2 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	0.0	ΓΗΡΟΚΟΜΕΙΟ ΟΜΒΡΙΩΝ A2	236.5
A4.2	29232.4	ΚΕΡΑΙΑ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A3	0.2	ΔΕΣΠΟΤΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	0.1	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 3 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A1	0.0	ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΕΥΗΝΟΥ Γ22.1	22196.0
A4.3	28095.6	ΔΕΣΠΟΤΙΚΟ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	0.1	ΚΑΜΑΡΑ ΛΥΜΜΑΤΩΝ A3	10.0	ΤΟΥΡΛΙΔΑ 3 ΛΥΜΜΑΤΩΝ A2	0.0	ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΕΥΗΝΟΥ Γ22.2	22187.7
A4.4	21845.3							ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΕΥΗΝΟΥ Γ22.3	22187.6
A5.1	26771.4							ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΕΥΗΝΟΥ Γ22.4	2530432.0
A5.2	26765.0								

Εικόνα 22. Οθόνη αναφορών στο Scada ΔΕΥΑΜ

4.4.1.3 Ανάπτυξη λογισμικού επικοινωνιών

Το λογισμικό επικοινωνιών έχει εγκατασταθεί στον Διαχειριστή Επικοινωνιών και εξασφαλίζει την ασφάλεια και την πληρότητα της μεταδιδόμενης πληροφορίας από και προς

τους ΚΣΕ / ΤΣΕ. Διαπιστώνει τυχόν σφάλματα στη διαδικασία αποστολής/ λήψης δεδομένων και επαναλαμβάνει αυτή μέχρι την επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Ειδικότερα, το λογισμικό επικοινωνιών επιτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

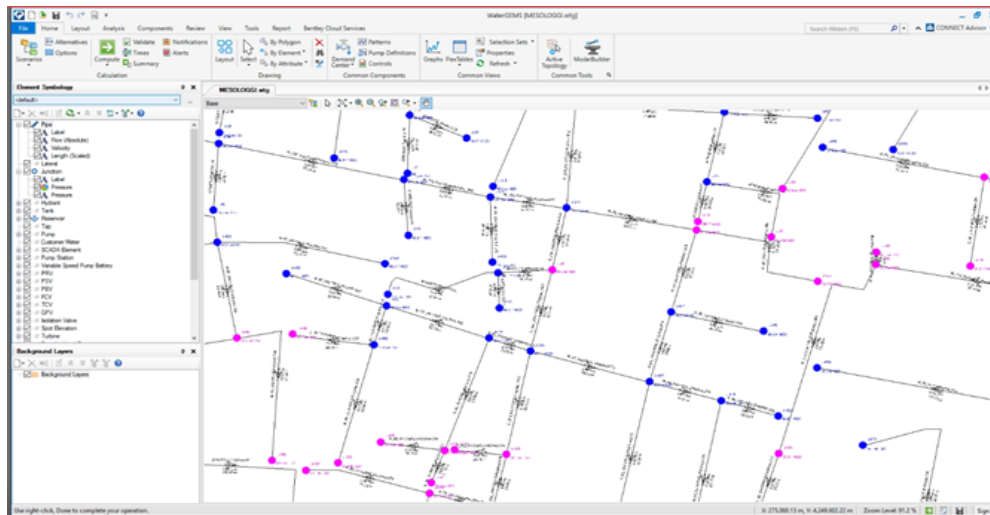
- Σάρωση του συνόλου των απομακρυσμένων σταθμών
- Ασφαλής μετάδοση εντολών, παραμέτρων και λοιπών πληροφοριών προς τους απομακρυσμένους σταθμούς
- Ασφαλής λήψη καταστάσεων, συναγερμών και αναλογικών τιμών από τους απομακρυσμένους σταθμούς
- Σε περίπτωση αστοχίας της επικοινωνίας με κάποιον σταθμό, δε διακόπτεται η συνολική σάρωση
- Κατά την αστοχία επικοινωνίας κάποιου ΤΣΕ, αυτός συνεχίζει κανονικά τη λειτουργία του με το σενάριο το οποίο του δόθηκε κατά την τελευταία του επικοινωνία με τον ΚΣΕ
- Ο κάθε τοπικός σταθμός ελέγχου επικοινωνεί και με τον αντίστοιχο «απέναντί» του για ανταλλαγή πληροφοριών (πχ γεώτρηση με δεξαμενή)
- Η συχνότητα σάρωσης για το σύνολο των σταθμών δεν υπερβαίνει τα 60 δευτερόλεπτα.

4.4.1.4 Λειτουργικό Λογισμικό Διασύνδεσης SCADA- Δεδομένων Data Logger

Για την σύνδεση των Τοπικών Σταθμών Εσωτερικού Δικτύου (ΤΣΕΔ) με εξοπλισμό Data Logger Xilog 2i+, τα δεδομένα των καταγραφικών (πίεση, παροχή) αποστέλλονται μέσω GSM επικοινωνίας, στον υφιστάμενο ΚΣΕ της ΔΕΥΑΜ. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στο υφιστάμενο λογισμικό διαχείρισης δεδομένων καταγραφικών που είναι εγκατεστημένο σε έναν από τους δύο Κεντρικούς Υπολογιστές Server της υπηρεσίας. Το λογισμικό εξάγει αυτοματοποιημένα τα δεδομένα των καταγραφικών σε αρχεία τύπου CSV στη Βάση Δεδομένων του SCADA.

4.4.1.5 Ανάπτυξη εφαρμογής υδραυλικής προσομοίωσης Δικτύων Ύδρευσης

Για τις ανάγκες υδραυλικής προσομοίωσης των δικτύων ύδρευσης της ΔΕΥΑ Μεσολογγίου, έχει εγκατασταθεί το λογισμικό WaterGEMS CONNECT Edition. Στην **Εικόνα 23** παρουσιάζεται ένα απόσπασμα από την εφαρμογή του στο υφιστάμενο δίκτυο.



Εικόνα 23. Στιγμιότυπο οθόνης προγράμματος υδραυλικής προσομοίωσης ΔΕΥΑΜ

Το WaterGEMS είναι μία πολυπλατφόρμα υδραυλικής επίλυσης και διαμόρφωσης ποιότητας νερού για τα συστήματα διανομής ύδατος με προηγμένη διαλειτουργικότητα, geospatial model-building, δυνατότητες βελτιστοποίησης και εργαλεία διαχείρισης στοιχείων. Η έκδοση Bentley WaterGEMS είναι μία λύση μελέτης και διαμόρφωσης διανομής ύδατος που επιτρέπει στις εφαρμογές ArcGIS, MicroStation, AutoCAD και τους αυτόνομους χρήστες να εργαστούν παράλληλα γύρω από ενιαίο πρόγραμμα διαμόρφωσης.

Το WaterGEMS είναι ένα πρόγραμμα μαθηματικής επίλυσης μέσω H/Y, της υδραυλικής συμπεριφοράς και ποιότητας του νερού μέσα σε δίκτυα αγωγών υπό πίεση. Αντιμετωπίζει το δίκτυο σαν ένα σύστημα που αποτελείται από κόμβους (σημεία σύνδεσης, συνάντησης αγωγών), αγωγούς, αντλίες, βαλβίδες υδραυλικής λειτουργίας, δεξαμενές αποθήκευσης και υδροφορείς (γεωτρήσεις, πηγές, δεξαμενές κτλ). Το πρόγραμμα υπολογίζει την παροχή του νερού σε κάθε αγωγό, την πίεση σε κάθε κόμβο, την στάθμη του νερού σε κάθε δεξαμενή, την περιεκτικότητα χλωρίου ή άλλης χημικής ουσίας συντηρητικής ή όχι στο δίκτυο, και τον χρόνο παραμονής του νερού σε κάθε θέση του δικτύου, κατά την διάρκεια μιας περιόδου προσομοίωσης στην οποία οι παραπάνω τιμές μεταβάλλονται.

Το WaterGEMS εξομοιώνει το δίκτυο διανομής νερού με μια συλλογή συνδέσμων (links), που ενώνονται μεταξύ τους στα άκρα τους τα οποία αντίστοιχα ονομάζονται κόμβοι (nodes). Σύνδεσμοι θεωρούνται οι:

- Αγωγοί

Οι κόμβοι, εκτός από σημεία σύνδεσης αγωγών μπορεί να είναι:

- Σημεία κατανάλωσης νερού (κόμβοι ζήτησης)
- Σημεία εισόδου του νερού
- Δεξαμενές
- Αντλίες
- Βαλβίδες

Τα δεδομένα που απαιτούνται για την σύνταξη του υδραυλικού μοντέλου είναι:

- Οι συντεταγμένες των κόμβων
- Οι καταναλώσεις και τα υψόμετρα στους κόμβους
- Στοιχεία των αγωγών (κόμβος αρχής, κόμβος πέρατος, μήκος, διάμετρος, συντελεστής τραχύτητας)
- Στοιχεία δεξαμενών (υψόμετρα, χωρητικότητα, μέγιστη – ελάχιστη στάθμη)
- Καμπύλες παροχής – μανομετρικού ύψους για τις αντλίες που ενδεχόμενα υπάρχουν στο δίκτυο
- Στοιχεία για τις τυχόν δικλείδες ροής και περιορισμού της πίεσης σε οποιαδήποτε σημεία του δικτύου
- Μοντέλο μεταβολής της ζήτησης στη διάρκεια του 24ώρου.

Το WaterGEMS χρησιμοποιεί μία από τις τρεις γνωστές σχέσεις υπολογισμού των απωλειών ενέργειας: των Hazen – Williams, των Darcy – Weisbach ή των Chezy – Manning. Το μοντέλο μεταβολής της 24ωρης ζήτησης συντάσσεται βάσει της συνήθους μεταβολής της ζήτησης, λαμβανομένων υπόψη και των τοπικών συνθηκών κάθε φορά.

Τα εξαγόμενα από τη επίλυση είναι ο χάρτης του δικτύου πάνω στον οποίο είναι δυνατό να απεικονισθούν όλες οι παράμετροι του δικτύου (παροχές αγωγών, πιέσεις κόμβων,

γραμμικές απώλειες, μεταβολή στάθμης δεξαμενών, συγκεντρώσεις χλωρίου, κ.λ.π.) καθώς και η μεταβολή τους για όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Άλλα εξαγόμενα που μπορούμε να πάρουμε από το λογισμικό είναι διαγράμματα διακύμανσης της τιμής μιας παραμέτρου που υπολογίζει το μοντέλο σε όποιο στοιχείο του δικτύου επιλέξουμε μέσα στο χρονικό διάστημα προσομοίωσης (π.χ. πίεση κόμβου, συγκέντρωση χλωρίου σε ένα κόμβο, παροχή αγωγού κτλ).

Επίσης μπορούμε να πάρουμε διαγράμματα που να δείχνουν την συνολική παραγωγή και κατανάλωση νερού στο σύστημα για όλη τη διάρκεια του χρόνου προσομοίωσης, διαγράμματα καμπυλών μια τιμής π.χ. πίεση κόμβων, για μία χρονική περίοδο της προσομοίωσης, ή χάρτες του δικτύου με ισοτιμικές καμπύλες για κάθε παράμετρο που υπολογίζει το μοντέλο. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθούν πίνακες στους οποίους θα περιέχονται οι τιμές διαφόρων παραμέτρων για όλους τους κόμβους ή όλους τους αγωγούς του δικτύου μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ή πίνακες που θα περιέχουν τις τιμές μιας παραμέτρου ενός αγωγού ή ενός κόμβου για κάθε χρονικό βήμα της περιόδου προσομοίωσης.

4.4.2 Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου

Οι 42 Τοπικοί Σταθμοί που έχουν εγκατασταθεί στην ύδρευση, βρίσκονται τόσο μέσα στην πόλη του Μεσολογγίου, όσο και στα περιφερειακά δημοτικά διαμερίσματα. Ταυτόχρονα εντός του δικτύου του Μεσολογγίου και του Ευηνοχωρίου είναι εγκατεστημένοι οκτώ (8) σταθμοί εσωτερικού δικτύου και άλλοι δώδεκα (12) είναι εγκατεστημένοι στα δημοτικά διαμερίσματα (ΤΣΕΔ: συλλογή δεδομένων πίεσης και παροχής) και δυο (2) σταθμοί ελέγχου ζωνών δικτύου (ΤΣΕΖ: ρύθμιση πίεσης και παροχής).

Κάθε Τοπικός Σταθμός Ελέγχου έχει την ευθύνη χειρισμού ψηφιακών και αναλογικών σημάτων, εισόδου και εξόδου.

Σε κάθε τοπικό σταθμό ελέγχου είναι τοποθετημένος ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- Εξοπλισμός αυτοματισμού (όργανα, κ.λ.π.)
- Ηλεκτρολογικός πίνακας αυτοματισμού PLC
- Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC)
- Επικοινωνιακός εξοπλισμός (RADIOMODEM, KEPAIA)
- Τροφοδοτικό Αδιάλειπτης Λειτουργίας (UPS)

- Ρυθμιστές στροφών στους πίνακες ισχύος
- Συστήματα αντικεραυνικής προστασίας
- Καλώδια διασύνδεσης
- Ερμάρια εγκατάστασης και Pillar

Κατά περίπτωση (γεώτρηση ή δεξαμενή) οι ΤΣΕ περιλαμβάνουν:

- Μετρητές παροχής και πίεσης
- Ειδικούς μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας που καταγράφουν συνεχώς τις βασικότερες ηλεκτρικές παραμέτρους της αντλίας
- δοσομετρικές αντλίες χλωρίωσης,
- μετρητές υπολειμματικού χλωρίου/ph και
- μετρητής θολότητας/αγωγιμότητας για τον έλεγχο της καθαρότητας του νερού.

Η παρακολούθηση αυτών των μεγεθών, βοηθάει την Υπηρεσία να αντιλαμβάνεται έγκαιρα κάθε πιθανή δυσλειτουργία της γεώτρησης και να προβαίνει άμεσα στην αποκατάσταση της ομαλής λειτουργίας. Σε κάθε Τοπικό Σταθμό Ελέγχου ζώνης Δικτύου έχει εγκατασταθεί εξοπλισμός που συλλέγει δεδομένα και τα αποστέλλει στον Κεντρικό Σταθμό και εκτελεί εντολές χειρισμού σύμφωνα με το λογισμικό που θα αναπτυχθεί σε καθένα από αυτούς.

Η μονάδα καταγραφής δεδομένων πίεσης & παροχής τύπου data logger είναι ένας ολοκληρωμένος ασύρματος καταγραφέας καταγραφής δεδομένων πίεσης και παροχής. Χρησιμοποιεί το παγκόσμιο δίκτυο GSM/GPRS για την μεταφορά καταγεγραμμένων δεδομένων και μηνυμάτων συναγερμού στον κεντρικό υπολογιστή δικτύου.

Κατά κύριο λόγο οι Σταθμοί διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

α) Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου Γεωτρήσεων

Στις γεωτρήσεις έχουν τοποθετηθεί πίνακες αυτοματισμού, μετρητές παροχής και πίεσης, με σκοπό την ανά πάσα στιγμή γνώση της ακριβούς ποσότητας νερού που αντλείται. Ακόμη, στον πίνακα ισχύος των γεωτρήσεων αυτών έχουν τοποθετηθεί ρυθμιστές στροφών και ειδικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας που καταγράφουν συνεχώς τις βασικότερες ηλεκτρικές παραμέτρους της αντλίας. Επίσης, εδώ γίνεται και ο ποιοτικός έλεγχος και απολύμανση του νερού. Πιο συγκεκριμένα, έχουν εγκατασταθεί δοσομετρικές αντλίες χλωρίωσης, μετρητές υπολειμματικού χλωρίου, ph και μετρητής θολότητας και αγωγιμότητας για τον έλεγχο της καθαρότητας του νερού. Η παρακολούθηση αυτών των

μεγεθών, θα βοηθήσει την Υπηρεσία να αντιλαμβάνεται έγκαιρα κάθε πιθανή δυσλειτουργία της γεώτρησης και να προβαίνει άμεσα στην αποκατάσταση της ομαλής λειτουργίας.

β) Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου Αντλιοστασίων-Δεξαμενών

Σε τρία (3) Αντλιοστάσια-Δεξαμενές του δικτύου ύδρευσης έχει εγκατασταθεί Τοπικός Σταθμός Ελέγχου με πίνακα αυτοματισμού και εξοπλισμό που ελέγχει τη λειτουργία των υφιστάμενων αντλιών και κινητήρων. Τα όργανα που θα τοποθετηθούν είναι μετρητές παροχής των αντλιών, μετρητές πίεσης στους καταθλιπτικούς αγωγούς, μετρητές στάθμης του νερού των τοπικών δεξαμενών και μετρητές των ηλεκτρικών παραμέτρων. Η εντολή για την εκκίνηση των κινητήρων δίνεται από το τοπικό PLC, ανάλογα και με τη θέση του επιλογικού διακόπτη, με βάση συνήθως μια μετρούμενη παράμετρο σε κάποιον άλλο Σταθμό Ελέγχου (π.χ στάθμη αντίστοιχης δεξαμενής).

γ) Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου Δεξαμενών

Έχουν εγκατασταθούν σταθμοί ελέγχου που μετράνε σε πραγματικό χρόνο τη στάθμη του νερού εντός της δεξαμενής αλλά και την παροχή νερού από τη δεξαμενή προς τους καταναλωτές. Με αυτό τον τρόπο, γίνεται ο βέλτιστος προγραμματισμός της λειτουργίας των γεωτρήσεων, αποφεύγονται οι άσκοπες υπερχειλίσεις αντλούμενου νερού και υπάρχει πλήρης γνώση των ποσοτήτων νερού που διατίθεται στους καταναλωτές. Επίσης, εδώ γίνεται και ο ποιοτικός έλεγχος και απολύμανση του νερού. Πιο συγκεκριμένα, σε όσους σταθμούς προβλέπεται, θα εγκατασταθούν δοσομετρικές αντλίες χλωρίωσης, μετρητές υπολειμματικού χλωρίου/ph και μετρητής θολότητας/αγωγιμότητας για τον έλεγχο της καθαρότητας του νερού.

δ) Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου αποχέτευσης ακαθάρτων και όμβριων

Στα αντλιοστάσια αποχέτευσης της πόλης του Μεσολογγίου έχουν εγκατασταθεί σταθμοί ελέγχου που μετράνε σε πραγματικό χρόνο τη στάθμη του νερού εντός της δεξαμενής του αντλιοστασίου.

4.4.2.1 Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC)

Στα συστήματα τηλελέγχου-τηλεχειρισμού τα PLCs είναι ο βασικός πυρήνας των τοπικών σταθμών ελέγχου (ΤΣΕ). Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας τους επιτελεί υψηλών απαιτήσεων κεντρικό και κατακεντρωμένο έλεγχο σε εφαρμογές-εγκαταστάσεις διαχείρισης

νερού και ανίχνευσης διαρροών. Μέσω αυτών επιτυγχάνεται η συλλογή πληροφοριών από τα όργανα μετρήσεων, η συσχέτιση με τις επιθυμητές παραμέτρους λειτουργίας, η επεξεργασία τους λαμβάνοντας υπόψη τα σενάρια βέλτιστης ενεργειακής και ποσοτικής λειτουργίας και η τελική οδήγηση των εντολοδοτούμενων συσκευών.

Το πρόγραμμα του λογικού ελεγκτή φροντίζει:

A. Για την συνεχή συλλογή πληροφοριών από τα αισθητήρια όργανα και τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό της εγκατάστασης (αντλία, κλπ) και για τον έλεγχο της λειτουργίας της αντλίας.

Οι συλλεγόμενες πληροφορίες του ΤΣΕ (ψηφιακές είσοδοι, αναλογικές είσοδοι) μετατρέπονται από τον ΤΣΕ στα φυσικά τους μεγέθη και ελέγχονται για:

- i. Υπέρβαση ανώτατου επιτρεπτού ορίου
- ii. Υπέρβαση κατώτατου επιτρεπτού ορίου
- iii. Υπέρβαση ανώτατης ανάγνωσης (πχ ανοιχτή ή κομμένη γραμμή)
- iv. Υπέρβαση κατώτατης γραμμής (πχ βραχυκύκλωμα στην γραμμή ή κομμένη γραμμή πηγής ρεύματος)
- v. Μεγάλη διακύμανση (θόρυβοι) στις διαδοχικές μετρήσεις
- vi. Απότομη μεταβολή αργών φαινομένων

Τα φυσικά και ψηφιακά μεγέθη χρησιμοποιούνται για:

- i. την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων, σχεσιακών και λογικών συγκρίσεων με στόχο την αυτόματη επιλογή προκαθορισμένων αντιδράσεων
- ii. τη συνεχή σύγκριση με παραμετρικά καθορισμένη συνάρτηση χρόνου/μεγέθους για την ανίχνευση ειδικών συναγερμών (πχ ρυθμός καθόδου στάθμης δεξαμενής, ρυθμός καθόδου στάθμης γεώτρησης κλπ)

Οι συλλεγόμενες πληροφορίες καταχωρούνται στην RAM μνήμη του PLC και αποστέλλονται στον ΚΣΕ κατά την αμέσως επόμενη σάρωση.

B. Για την μετάδοση των συλλεγόμενων αυτών πληροφοριών στον κεντρικό σταθμό ελέγχου (τηλέλεγχος).

Η αποστολή όλων των συλλεχθέντων και επεξεργασμένων στοιχείων του ΤΣΕ προς τον ΚΣΕ επιτυγχάνεται με ασύρματη επικοινωνία με την χρήση πρωτοκόλλου MODBUS. Ο ΤΣΕ βρίσκεται σε συνεχή επικοινωνία με τον ΚΣΕ και τον ενημερώνει, όταν του ζητηθεί απ' αυτόν, για την κατάσταση της εγκατάστασης αποστέλλοντάς του:

- i. Όλες τις μεταβολές ψηφιακών εισόδων/εξόδων που συνέβησαν στο διάστημα που μεσολάβησε από την αμέσως προηγούμενη επιτυχή αποστολή.
- ii. Όλες τις επεξεργασμένες μετρήσεις αναλογικών μεγεθών που συνελέγησαν στο διάστημα που μεσολάβησε από την αμέσως προηγούμενη επιτυχή αποστολή.

Γ. Για την αποδοχή και εκτέλεση εντολών από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου (τηλεχειρισμοί)

Οι εντολές που μεταβιβάζονται από τον ΚΣΕ στον ΤΣΕ για τον χειρισμό της εγκατάστασης μπορεί να είναι:

- i. Εντολή για λειτουργία της εγκατάστασης με πρόγραμμα ΤΣΕ ή μετάπτωση σε λειτουργία με τοπικό αυτοματισμό
- ii. Εντολή εκκίνησης/παύσης για κάθε αντλία

Η εντολή χειρισμού ενός στοιχείου του ΤΣΕ φθάνει από το ΚΣΕ με κωδικοποιημένο τρόπο στηριζόμενο σε τρία πεδία που αυτά είναι:

- 1) Αριθμός ΤΣΕ
- 2) Αύξων αριθμός στοιχείου για τον ΤΣΕ
- 3) Επιθυμητή εντολή –τρόπος λειτουργίας στοιχείου

Σε αντίστοιχη λογική μέσω του ΚΣΕ φθάνουν στον ΤΣΕ οι παράμετροι λειτουργίας με μορφή: 1) Αριθμός ΤΣΕ

- 2) Αύξων αριθμός παραμέτρου για τον ΤΣΕ
- 3) Επιθυμητή τιμή παραμέτρου

Δ. Για την αυτόνομη λειτουργία της εγκατάστασης

Η λειτουργία της εγκατάστασης που ελέγχεται από τον ΤΣΕ, όταν οι επιλογικοί διακόπτες των στοιχείων και οργάνων της εγκατάστασης είναι στην θέση αυτόματα, ανεξάρτητα από το αν ο επιλογικός διακόπτης του πίνακα αυτοματισμού είναι στην θέση κεντρικά ή τοπικά, γίνεται αυτόνομα χωρίς ιδιαίτερη εντολή τηλεχειρισμού με βάση τις παραμέτρους που ήδη έχουν δοθεί στο πρόγραμμα λειτουργίας του ΤΣΕ. Έτσι ο ΤΣΕ εκκινεί και σταματά τις κατάλληλες αντλίες, ανοίγει και κλείνει τις ανάλογες δικλείδες όπως προβλέπει το πρόγραμμα λειτουργίας του.

Ε. Για τον αυτόματο έλεγχο HARDWARE – SOFTWARE

Στο πρόγραμμα λειτουργίας του ΤΣΕ έχει προβλεφθεί ειδικό σύστημα ασφαλείας που ελέγχει συνεχώς την αξιοπιστία του HARDWARE και του SOFTWARE του ΤΣΕ και επιτελεί τις εξής λειτουργίες:

- Έλεγχο των τάσεων τροφοδοσίας του ΤΣΕ και διακοπή της λειτουργίας του, εάν κάποια τάση βρεθεί κάτω του κατωτέρου επιτρεπτού ορίου
- Έλεγχο PROMS, EPROMS και γενικά ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
- Έλεγχο μνήμης RAM
- Έλεγχο όλων των ψηφιακών και αναλογικών εισόδων και εξόδων και γενικά όλων των καρτών του ΤΣΕ. Απενεργοποίηση των εξόδων όπου αυτό είναι απαραίτητο
- Έλεγχο διαύλων
- Έλεγχο των θυρών επικοινωνίας και του λοιπού επικοινωνιακού εξοπλισμού
- Έλεγχο του λογισμικού
- Ενημέρωση του ΚΣΕ για τα διαπιστωθέντα σφάλματα λειτουργίας
- Αυτόματη επαναφορά σε κανονική λειτουργία του ΤΣΕ μετά από τυχόν διακοπή και επαναφορά τάσεως τροφοδοσίας.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται από την τοπική μονάδα αυτοματισμού (PLC), αλλά και οι εντολές που δίδονται από αυτήν είναι:

- Λειτουργική κατάσταση των αντλητικών συγκροτημάτων και των κινητήρων γενικότερα (ON/OFF).
- Εντολή εκκίνησης / στάσης των αντλητικών συγκροτημάτων και των κινητήρων γενικότερα (START/STOP).

- Θέση του επιλογικού διακόπτη του τρόπου λειτουργίας των αντλητικών συγκροτημάτων και των κινητήρων γενικότερα, δηλαδή στάση / αυτόματη λειτουργία / χειροκίνητη λειτουργία (OFF/AUTO/MANUAL).
- Βλάβη των αντλητικών συγκροτημάτων και των κινητήρων γενικότερα (βοηθητική επαφή του θερμικού).
- Συλλογή των αναλογικών και ψηφιακών σημάτων από τα όργανα του πεδίου
- Σήματα εξόδου για ενδεικτικές λυχνίες κατάστασης ή καταστάσεις συναγερμού (alarms).

Επίσης, είναι διαθέσιμη στον χρήστη πληροφόρηση που αφορά στις ώρες λειτουργίας των αντλιών και των κινητήρων γενικότερα, αλλά και στις χρονικές «ταμπέλες» (λ.χ. ημερομηνία) που αφορούν εντολές που δίδει ο χρήστης, όποτε και για όσες αυτός το επιθυμεί.

Ειδικά για τις διατάξεις μέτρησης των ηλεκτρικών μεγεθών τάσης, έντασης, συνφ, μέσω ηλεκτρικού πολυοργάνου, δίνεται η μέτρηση της ενεργού ισχύος και οι καταναλισκόμενες KWH.

Η χρησιμότητα των διατάξεων μέτρησης πίεσης έγκειται στο γεγονός ότι η πληροφόρηση που παρέχουν δίνει την δυνατότητα να εξαχθούν συμπεράσματα για τυχόν διαρροή σε αγωγό στον οποίον τοποθετούνται, ή όταν τοποθετούνται μετά από αντλητικά συγκροτήματα για το εάν ή όχι το αντλητικό συγκρότημα λειτουργεί ορθά (επιτυγχάνεται η επιθυμητή πίεση λειτουργίας), ώστε να αξιολογηθεί ο βαθμός απόδοσής του, η πιθανή μεγάλη κατανάλωση ενέργειας κ.λπ..

4.4.2.2 Περιγραφή Λογισμικού Εφαρμογής

Το λογισμικό εφαρμογής περιλαμβάνει τις κατάλληλες ρουτίνες ελέγχου για όλα τα εξαρτήματα των επιμέρους μονάδων.

Οι βασικοί πυρήνες ανάπτυξης λογισμικού ελέγχου διαδικασιών - μονάδων είναι οι κάτωθι :

Κυκλική Εναλλαγή

Ο βασικός στόχος της κυκλικής εναλλαγής είναι να εξασφαλίσει την ομοιόμορφη φθορά των αντλιών. Για την εκπλήρωση του παραπάνω στόχου το λογισμικό κάθε στιγμή γνωρίζει (ωρομετρεί) τον χρόνο που έχει δουλέψει η κάθε αντλία του αντλιοστασίου. Αν ζητηθεί η ενεργοποίηση μιας νέας αντλίας το λογισμικό θα ξεκινήσει την αντλία αυτή που από τις μη λειτουργούσες έχει συνολικά τις λιγότερες ώρες με την προϋπόθεση βέβαια ότι είναι και διαθέσιμη.

Αντίστοιχα, αν πρέπει να απενεργοποιηθεί κάποια αντλία το λογισμικό θα φροντίσει να σταματήσει την αντλία αυτή που θα έχει συνολικά τις περισσότερες ώρες λειτουργίας.

Στην περίπτωση δε που ζητηθεί η εκκίνηση περισσότερων από μιας αντλιών το λογισμικό ξεκινά ιεραρχικά την αντλία με τις λιγότερες ώρες αναμένει κάποιον παραμετροποιημένο χρόνο συνεχίζει με την επόμενη σε ιεραρχία (βάσει κριτηρίου των λιγότερων ωρών λειτουργίας) αντλία και συνεχίζει κατά αυτόν τον τρόπο έως ότου συμπληρωθεί ο αριθμός των υπό εκκίνηση αντλιών.

Αντίστοιχα τηρείται ιεραρχία (βάσει κριτηρίου των περισσότερων όμως ωρών λειτουργίας) κατά την αίτηση σταματήματος μιας ή περισσότερων αντλιών με παρεμβολή χρονικών παραμετροποιημένων διαστημάτων.

Ανακεφαλαιώνοντας, η απαίτηση για ομοιόμορφη φθορά των αντλιών πληρείται με άμεση προτεραιότητα στην εκκίνηση αντλιών που έχουν τις λιγότερες ώρες λειτουργίας και ταυτόχρονα είναι διαθέσιμες.

Μια αντλία χαρακτηρίζεται σαν διαθέσιμη προς εκκίνηση αν:

- Δεν είναι ήδη σε λειτουργία.
- Δεν παρουσιάζει βλάβη (θερμικό, κ.α.).
- Δεν παρουσιάζει βλάβη ανάδρασης δηλαδή ενώ κάποια στιγμή δόθηκε σ' αυτήν εντολή λειτουργίας μετά παρέλευση παραμετροποιημένου χρόνου δεν έφτασε η ανάδραση - επαφή κύριου ρελέ λειτουργίας - ή ενώ δόθηκε εντολή παύσης μετά παρέλευση παραμετροποιημένου χρόνου δεν έφτασε η ανάδραση παύσης λειτουργίας.
- Εξασφαλίζονται οι παράμετροι ασφαλούς λειτουργίας (π.χ. παράμετρος επιτήρησης διαδοχικών εκκινήσεων αντλίας, δεν είναι άδεια η δεξαμενή αναρρόφησης των αντλιών, κ.α.).

- Έχει επιλεγεί να συμμετάσχει σε οποιαδήποτε από τις καταστάσεις λειτουργίας του αντλιοστασίου τόσο τοπικά (μέσω διακόπτη αντλίας σε θέση REMOTE) όσο και κεντρικά από ΚΣΕ (Κέντρο ελέγχου).

Έλεγχος ανάδρασης στην λειτουργία κινητήρα

Όταν δοθεί σε έναν κινητήρα εντολή λειτουργίας και μετά παρέλευση παραμετροποιημένου χρόνου δεν φτάσει η ανάδραση - επαφή κύριου ρελέ λειτουργίας - ή ενώ δοθεί εντολή σταματήματος και μετά παρέλευση παραμετροποιημένου χρόνου δεν φτάσει η ανάδραση σταματήματος λειτουργίας τότε γίνεται αναγγελία βλάβης του κινητήρα.

Βηματική λειτουργία ηλεκτροβανών

Όταν δοθεί σε μία ηλεκτροβάννα εντολή για άνοιγμα/κλείσιμο η εντολή μέσω του λογισμικού του PLC μεταβιβάζεται στην δικλείδα βηματικά αυτό σημαίνει ότι το άνοιγμα/κλείσιμο θα επιτελεστεί σε πολλές φάσεις και όχι ακαριαία. Προβλέπεται μέσω του κέντρου ελέγχου να δίνονται στο PLC που ελέγχει την ηλεκτροβάννα ομάδα παραμέτρων με την βοήθεια των οποίων θα διασφαλίζεται η ασφαλής λειτουργία του δικτύου κατά τις φάσεις της μεταβολής της κατάστασης στις ηλεκτροκίνητες βάνες.

4.4.2.3 Ανάλυση λειτουργίας

Γενική Περιγραφή λειτουργίας

Η λειτουργία των αντλιών ελέγχεται από τη στάθμη της δεξαμενής την οποία τροφοδοτούν, ενώ απαραίτητη προϋπόθεση εκκίνησης των αντλιών είναι η στάθμη της δεξαμενής (ή πηγής) από την οποία αναρροφούν να είναι εντός επιτρεπτού ορίου και :

- α) Ο διακόπτης της συγκεκριμένης αντλίας να είναι σε θέση Auto
- β) Να μην έχει σημειωθεί βλάβη ή άλλη δυσλειτουργία της αντλίας
- γ) Να μην έχει τεθεί η αντλία εκτός λειτουργίας με εντολή του ΚΣΕ

Η εντολή εκκίνησης των αντλιών, αν ισχύουν οι παραπάνω προϋποθέσεις δίνεται όταν η στάθμη της Δεξαμενής που καταθλίβουν φτάσει στο κάτω επιτρεπτό όριο και διαρκεί ώσπου το νερό ανέβει στο πάνω όριο. Το πόσες και ποιες αντλίες θα λειτουργήσουν εξαρτάται από την κατάσταση των αντλιών και από τις στάθμες των δεξαμενών, τις

παροχές εισόδου-εξόδου και από την πίεση νερού στην κατάθλιψη των αντλιών. Η εκκίνηση και στάση των αντλιών γίνεται κλιμακωτά για την αποφυγή πληγμάτων. Οι αντλίες εναλλάσσονται αυτόματα κυκλικά για ομοιόμορφη φθορά και ισοκατανομή χρόνου λειτουργίας. Εάν στα αντλιοστάσια με δύο ή τρεις αντλίες, μία αντλία δεν λειτουργεί για οποιοδήποτε λόγο, τίθεται σε λειτουργία αυτόματα η εφεδρική.

Τα σήματα από τα αισθητήρια καταλήγουν στον τοπικό ηλεκτρικό πίνακα.

Τρόποι λειτουργίας

A. Τοπικός Χειρισμός

Στον πίνακα αυτοματισμού, στις εγκαταστάσεις, ο διακόπτης επιλέγεται στη θέση «Local» και το σύνολο των χειρισμών μεταπίπτει σε «Χειροκίνητη». Ωστόσο, κάθε υδραυλικό εξάρτημα (δικλείδα ή αντλία) της εγκατάστασης μπορεί να λειτουργήσει χειροκίνητα (Manual) εάν το επιλέξει ο χρήστης

B. Τοπικός αυτοματισμός μέσω PLC

Στον βοηθητικό πίνακα αυτοματισμού επιλέγεται η θέση «Local- τοπικός αυτοματισμός» ή στη θέση -R- και μετά από σχετική εντολή από τον ΚΣΕ γίνεται η μετάπτωση.

Γ. Τηλεχειρισμός

Εφόσον ο επιλογέας βρίσκεται στη θέση «R» ο χειριστής του ΚΣΕ προχωρά σε εντολές προς τον ΤΣΕ.

4.4.2.4 Τηλεπικοινωνίες - Λογισμικό Επικοινωνιών

Για την επικοινωνία μεταξύ κεντρικών Η/Υ και ΤΣΕ που είναι με Radio modem χρησιμοποιείται κατάλληλο πρωτόκολλο. Το παραπάνω πρωτόκολλο είναι συμβατό με τα ισχύοντα πρότυπα, όσον αφορά την ασφάλεια επικοινωνίας και είναι δοκιμασμένο για πάρα πολλά χρόνια σε εγκαταστάσεις αυτοματισμού.

Η ασύρματη επικοινωνία γίνεται σε περιοχές συχνοτήτων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Όσον αφορά στον τύπο του, είναι πολυπαραμετρικό πρωτόκολλο για multidrop σειριακή επικοινωνία.

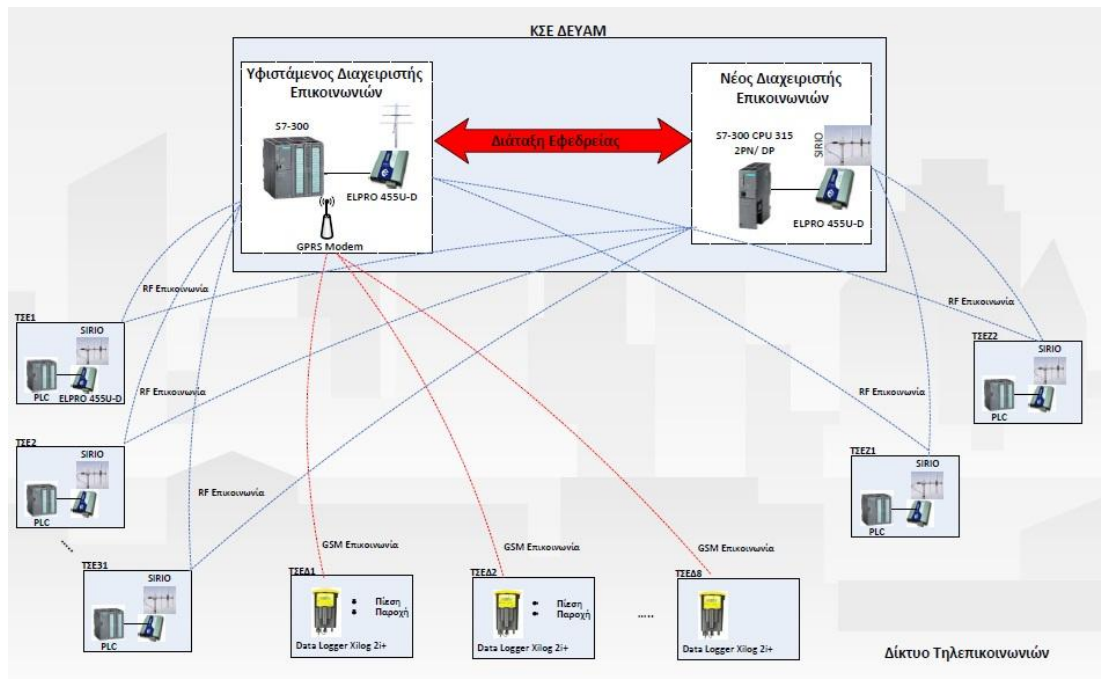
Αναλυτικότερα, το τηλεπικοινωνιακό σύστημα υλοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή αξιοπιστία κατά την ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στους Τοπικούς Σταθμούς ελέγχου των δικτύων Ύδρευσης και του Κεντρικού Σταθμού Ελέγχου. Το επικοινωνιακό δίκτυο βασίζεται σε ραδιοζεύξεις για την επικοινωνία μεταξύ των ΤΣΕ και του ΚΣΕ (Εικόνα 24).

Ο εξοπλισμός και το λογισμικό τηλεπικοινωνιών που συνδέουν τον ΚΣΕ με τους άλλους σταθμούς ελέγχου ανταποκρίνεται στις ακόλουθες ελάχιστες λειτουργικές απαιτήσεις:

α) διασφαλίζει συνεχή επικοινωνία μεταξύ των Τοπικών Σταθμών Ελέγχου (ΤΣΕ) και του Κεντρικού Σταθμού Ελέγχου (ΚΣΕ)

β) προσφέρει ασύρματη ζεύξη μεταξύ των ΤΣΕ και του ΚΣΕ μέσω κατάλληλου συστήματος ασύρματης επικοινωνίας εγκατεστημένου σε κάθε σταθμό.

Ο χρόνος κύκλου σάρωσης του συνόλου των απαιτούμενων σημάτων εισόδου κάθε ΤΣΕ, δηλαδή ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών καταγραφών του ιδίου οργάνου (ψηφιακή είσοδος ή αναλογική είσοδος), έχοντας παρεμβληθεί οι αντίστοιχες καταγραφές όλων των άλλων οργάνων του ΤΣΕ, είναι 60 δευτερολέπτων.



Εικόνα 24. Δίκτυο τηλεπικοινωνιών

4.5 Το Σύστημα Τηλεέλεγχου-Τηλεχειρισμού στο δίκτυο ύδρευσης του Μεσολογγίου

4.5.1 Ιστορικά στοιχεία

Το Μεσολόγγι υδροδοτείται σήμερα από 4 γεωτρήσεις που βρίσκονται σε απόσταση περίπου 20χλμ ανατολικά της πόλης, ανορυγμένες στις όχθες του Εύηνου ποταμού. Η ανάγκη για μεγαλύτερες ποσότητες νερού γεννήθηκε με την επέκταση της πόλης εκτός των τειχών της επανάστασης του 1826 και έγινε πιο έντονη με τη δημιουργία του ομώνυμου Τεχνολογικού Ιδρύματος. Η ποιότητα δε του νερού ήταν και το κυρίαρχο επιχείρημα για την αναζήτηση άλλης πηγής υδροδότησης αφού τα φαινόμενα υφαλμύρινσης ήταν πιο συχνά και πιο έντονα. Μέχρι το 1997 η πόλη έπαιρνε νερό από τους πρόποδες του Αρακύνθου και η άντληση γίνονταν από φρεάρ, σε καρστικό περιβάλλον. Οι παραπάνω ανάγκες έστρεψαν το βλέμμα των μελετητών προς τον ποταμό Εύηνο που δυνητικά θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες μιας αναπτυσσόμενης πόλης με ικανοποιητική ποσότητα και κατάλληλης ποιότητας πόσιμο νερό. Έτσι και έγινε και πλέον οι τέσσερις γεωτρήσεις του εξωτερικού δικτύου του Μεσολογγίου τροφοδοτούν σήμερα, εκτός από το δίκτυο ύδρευσης του Μεσολογγίου, από το έτος 2001 τα χωριά του Αρακύνθου Ρέτσина, Μούσουρα, Ελληνικά λόγω της έλλειψης υδατικών αποθεμάτων των τοπικών πηγών αλλά και την ΤΚ Αγίου Θωμά όπου η γεώτρηση του έπρεπε να εγκαταλειφθεί λόγω γειτνίασης της με τον ΧΥΤΑ του Δήμου και την χημική επιβάρυνση των υπόγειων υδάτων.

Μεγάλα συστήματα υδροδότησης, με δίκτυα αρκετών χιλιομέτρων θα ήταν αδύνατο να επιβλεφθούν με φυσική παρουσία του προσωπικού και σε 24ωρη βάση, καθώς το ανθρώπινο δυναμικό των δημοτικών επιχειρήσεων συρρικνώνεται μέρα με την μέρα λόγω της απαγόρευσης προσλήψεων και την εφαρμογή των μνημονίων αλλά και των μεγάλων αποστάσεων και εξόδων που θα έπρεπε να δαπανηθούν για τις μετακινήσεις του.

Η καινοτομία της τηλεμετρίας έρχεται να κάνει πραγματικότητα τον εξ' αποστάσεως έλεγχο και τη διαχείριση των εγκαταστάσεων ύδρευσης και αποχέτευσης μετατρέποντας έτσι τις ΔΕΥΑ σε σύγχρονες επιχειρήσεις, «έξυπνες» ή και «ευφυείς» σε πολλές περιπτώσεις.

Με το έργο «Προμήθεια-εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία συστήματος ηλεκτρονικής διαχείρισης-τηλεέλεγχου τηλεχειρισμού για την ελαχιστοποίηση των διαρροών του πόσιμου νερού της ΔΕΥΑ Μεσολογγίου», χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα ΦΙΛΟΔΗΜΟΣ του

Υπουργείου Εσωτερικών το 2019, έγινε η αναβάθμιση του συστήματος τηλεμετρίας των δικτύων της ΔΕΥΑΜ.

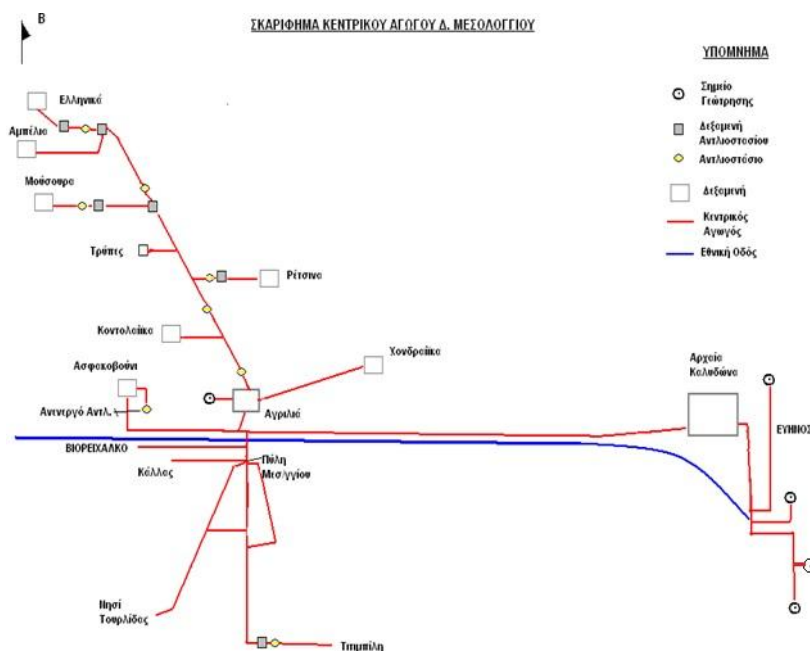
4.5.2 Περιγραφή του Εξωτερικού δικτύου Ύδρευσης Μεσολογγίου

Ο πληθυσμός της ζώνης υδροδότησης του Μεσολογγίου ανέρχεται σε 15.200 κατοίκους ενώ η βεβαιωμένη ετήσια κατανάλωση νερού δεν ξεπερνά τα 1.500.000 μ³.

Πηγές υδροδότησης της πόλης του Μεσολογγίου είναι 4 γεωτρήσεις που έχουν ανορυχτεί στην ανατολική πλευρά του ποταμού Εύηνου, μέγιστης παροχής ~900 μ³/ώρα. Το νερό μεταφέρεται με άντληση και κατάθλιψη σε δεξαμενή αποθήκευσης όγκου 600 μ³ που βρίσκεται σε λόφο βόρεια του Ευηνοχωρίου (περιοχή Αρχαίας Καλυδώνας) και στη συνέχεια μέσω τροφοδοτικού αγωγού (χαλύβδινος αγωγός Φ400) υδροδοτείται το εσωτερικό δίκτυο της πόλης. Τα παραπάνω έργα κατασκευάστηκαν την περίοδο 1994-1997 και αποτελούν τα έργα κεφαλής του συστήματος ύδρευσης της πόλης.

Το εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης της πόλης είναι κατασκευασμένο τα τέλη της δεκαετίας του '60, ακτινικής μορφής, με αμιαντοτσιμεντοσωλήνες, σιδηροσωλήνες, σωλήνες PVC και παροχές προς τις καταναλώσεις από μολυβδοσωλήνες. Το δίκτυο παρουσιάζει συχνές – καθημερινές βλάβες, εμφανίζει πολύ μεγάλες διαρροές και η αντικατάσταση του συμβαίνει σήμερα μετά από 20 χρόνια προσπαθειών της υπηρεσίας μας. Για να εκτιμηθεί το μέγεθος των διαρροών αναφέρουμε ότι με βάση στοιχεία της ΔΕΥΑ Μεσολογγίου αντλούνται ετησίως 5.000.000 μ³ νερού ενώ βεβαιώνονται στις καταναλώσεις (υδρομετρητές) 1.500.000 μ³, δηλαδή βεβαιώνεται μόνο το 35% περίπου του συνολικού αντλούμενου νερού.

Η απόσταση της τελευταίας παροχής σημειώνεται για το Νησί Τουρλίδας, τα 20 km και για την Τιτιμπίλη, τα 25 km (**Εικόνα 25**).



Εικόνα 25. Περιγραφικό σκαρίφημα του εξωτερικού δικτύου Ζώνης Μεσολογγίου

4.5.3 ΤΣΕ Κεντρικού Ηλεκτροστασίου στον Εύηνο ποταμό



Εικόνα 26. Κεντρικό ηλεκτροστάσιο Ευήνου, 4η γεώτρηση

Σε κάθε ΤΣΕ (γεώτρηση, δεξαμενή) έχει τοποθετηθεί επίτοιχος πίνακας αυτοματισμού (Εικόνα 27) που περιλαμβάνει:

- Τον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή PLC με μονάδα επεξεργαστή CPU1215C και τις απαραίτητες κάρτες ψηφιακών και αναλογικών εισόδων και εξόδων
- Το σύστημα της ασύρματης επικοινωνίας αποτελούμενο από το Radiomodem και την κεραία
- Το σύστημα αδιάλειπτης τροφοδοσίας (DC-UPS),
- Την αντικεραυνική προστασία που περιλαμβάνει την προστασία της γραμμής τροφοδοσίας, των αναλογικών εισόδων και του ραδιομόντεμ.

Στην εμπρόσθια όψη του πίνακα έχουν τοποθετηθεί ο επιλογικός διακόπτης «Κεντρικά – 0 – Τοπικά» για την επιλογή του τρόπου αυτοματισμού του ΤΣΕ, οι ενδεικτικές λυχνίες για τον έλεγχο της αντλίας, ενδεικτική λυχνία που αναγγέλλει απώλεια κύριας τάσης από ΔΕΗ, ενδεικτική λυχνία που αναγγέλλει απώλεια επικοινωνίας του ΤΣΕ με τον ΚΣΕ καθώς επίσης και κομβίο ελέγχου των παραπάνω λυχνιών.



Εικόνα 27. Ερμάριο εξοπλισμού ΤΣΕ στο ηλεκτροστάσιο

Σε ειδικό χώρο, έχει τοποθετηθεί το όργανο μέτρησης των ηλεκτρικών παραμέτρων της εγκατάστασης. Το πολύοργανο αυτό συνδέεται με την ενσωματωμένη θύρα επικοινωνίας Ethernet του υφιστάμενου PLC και οι καταγραφές του αποστέλλονται στον κεντρικό σταθμό ελέγχου για την παρακολούθηση της ορθής λειτουργίας της γεώτρησης. Στον πίνακα ισχύος έχει τοποθετηθεί ρυθμιστής στροφών.

Για κάθε αντλία έχει τοποθετηθεί:

- Ένα αναλογικό αισθητήριο πίεσης DMP331 για τη μέτρηση της πίεσης
- Ένα ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο MAG5100W / MAG 6000 διατομής ίσης με την διατομή του καταθλιπτικού αγωγού για τη μέτρηση του αντλούμενου νερού από τη γεώτρηση (**Εικόνα 28**)
- Δυο δοσομετρικές αντλίες ροοαναλογικής χλωρίωσης τύπου Smart DDC 6-10 AR-PVC. Οι δοσομετρικές αντλίες συνοδεύονται από διακόπτη ροής τύπου MF20, κατάλληλο για το υποχλωριώδες νάτριο για να μην διαβρώνεται και να μην φράσει, ο οποίος τοποθετείται στο σημείο έγχυσης, πάνω στον εγχυτή, ώστε αν για κάποιο λόγο σταματήσει η ροή του υποχλωριώδους νατρίου από έμφραξη του εγχυτή ή θραύση του καταθλιπτικού σωλήνα υποχλωριώδους νατρίου, μέσω του PLC να διακόπτεται η λειτουργία του Χλωριωτή. Επίσης, συνοδεύονται από πλωτηροδιακόπτη που καταλήγει σε ψηφιακή είσοδο του PLC προς ενημέρωση χαμηλής στάθμης χλωρίου.
- Μία διάταξη μέτρησης υπολειμματικού χλωρίου και pH, τύπου SC200/9184TFC, που αποτελείται από κυψέλη μέτρησης (υποδοχέας αισθητήριων) με αμπεριμετρικό ηλεκτρόδιο υπολειμματικού χλωρίου (HOCl) και ενσωματωμένη θερμοαντίσταση (Pt 100), και δικάναλο ενισχυτή σήματος / ελεγκτή PID που στέλνει σήματα 0/4-20 mA στο κεντρικό σύστημα PLC για συνεχή παρακολούθηση της περιεκτικότητας υπολειμματικού χλωρίου, θερμοκρασίας και pH (**Εικόνα 29**).
- Μία διάταξη μέτρησης θολότητας και αγωγιμότητας, που αποτελείται από ενισχυτή/ελεγκτή SC200, αισθητήριο μέτρησης θολότητας και αισθητήριο μέτρησης αγωγιμότητας με αυτόματη αντιστάθμιση της θερμοκρασίας (**Εικόνα 30**).
- Ένα αναλογικό αισθητήριο στάθμης για την μέτρηση της στάθμης του νερού της δεξαμενής.
- Ακόμη, στον πίνακα ισχύος των γεωτρήσεων τοποθετήθηκαν ρυθμιστές στροφών και ειδικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας που καταγράφουν συνεχώς τις βασικότερες ηλεκτρικές παραμέτρους της αντλίας



Εικόνα 28. Ψηφιακοί μετατροπείς παροχόμετρων στο κεντρικό ηλεκτροστάσιο



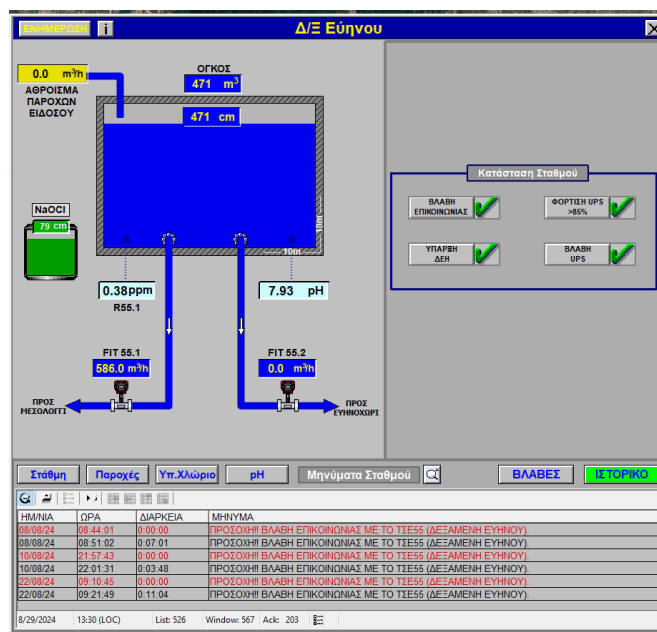
Εικόνα 29. Δοσομετρικές αντλίες χλωρίου



Εικόνα 30. Αισθητήρια ποιοτικών παραμέτρων θολότητας, αγωγιμότητας, pH και υπολειμματικού χλωρίου στις γεωτρήσεις Εύηνου

4.5.4 ΤΣΕ Δεξαμενής Μεσολογγίου

Η κεντρική δεξαμενή ύδρευσης της Ι.Π. Μεσολογγίου είναι υπόγεια, τετραγωνικής κάτοψης και χωρητικότητας 600 m³ και βρίσκεται στην θέση Αρχαία Καλυδώνα.



Εικόνα 31. Στιγμιότυπο οθόνης Scada δεξαμενής Μεσολογγίου

Όπως παρουσιάζεται και στην **Εικόνα 31** ο ΤΣΕ περιλαμβάνει:

- Δύο (2) όργανα μέτρησης παροχής (παροχόμετρα) διατομής DN100 για τις δεξαμενές, τύπου MAG5100W με μετατροπέα σήματος MAG6000.
- Ένα (1) όργανο μέτρησης στάθμης(σταθμήμετρο) τύπου LMP307.
- Δύο (2) δοσομετρικές αντλίες τύπου Smart DDC 6-10 AR-PVC με δοχείο χλωρίου από ενισχυμένο πολυαιθυλένιο όγκου 500 lt, για την αποθήκευση του διαλύματος χλωρίου.
- Μία (1) διάταξη μέτρησης υπολειμματικού χλωρίου τύπου SC200 (ελεγκτής) /9184sc (αισθητήριο)
- Μια διάταξη μέτρησης θολότητας και αγωγιμότητας τύπου SC200 (ελεγκτής) /Solitax t-line/ 3412sc (αισθητήρια)

4.5.5 Εσωτερικό Δίκτυο

ΤΣΕΛ: ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΡΡΩΝ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

Σε προκαθορισμένα σημεία εντός του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης έχουν εγκατασταθεί 6 Σταθμοί Συλλογής Δεδομένων παροχής και πίεσης (**Εικόνα 34**).

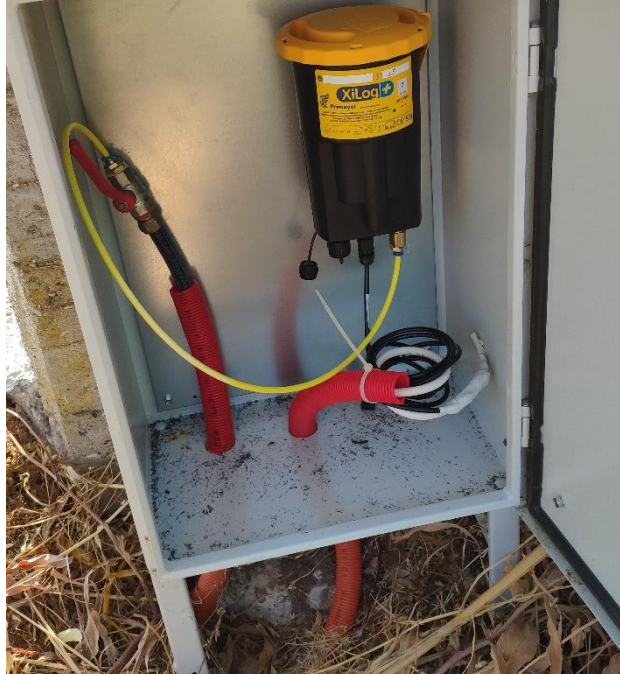
Σε φρεάτιο έχει εγκατασταθεί:

- Υδρομετρητής τύπου Woltman,
- Δυο δικλείδες σύρτου ελαστικής έμφραξης, που έχουν τοποθετηθεί εκατέρωθεν του υδρομετρητή για την απομόνωση του

Εντός του φρεατίου εγκαταστάθηκε η μονάδα συλλογής δεδομένων πίεσης και παροχής Xilog 2i. Η μονάδα αυτή, η οποία είναι κατάλληλη για τοποθέτηση εντός φρεατίων (βαθμός προστασίας IP68), δέχεται τα σήματα από τον παλμοδότη OPTO OD 07-24V που προσαρμόζεται στην κεφαλή του υδρομέτρου και μεταδίδει παλμούς ανάλογα τον όγκο του διερχόμενου νερού.

Ο καταγραφέας φέρει ενσωματωμένο αισθητήρα πίεσης, ο οποίος μέσω κατάλληλου σωλήνα θα μετρά την πίεση στο σημείο αυτό του δικτύου.

Τα συλλεγμένα δεδομένα στέλνονται στον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου με SMS σε χρονικά διαστήματα που έχει ορίσει η ΔΕΥΑΜ.



Εικόνα 32. Μετρητής πίεσης στο δίκτυο

ΤΣΕΖ ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΖΩΝΩΝ

Στον σταθμό ΤΣΕΖ εντός του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης της πόλης του Μεσολογγίου (Εικόνα 34), εντός πύλας έχει τοποθετηθεί επίτοιχος πίνακας αυτοματισμού που περιέχει όλο τον απαιτούμενο εξοπλισμό για την ορθή λειτουργία του Σταθμού Ελέγχου.

Συγκεκριμένα ο επίτοιχος πίνακας περιλαμβάνει:

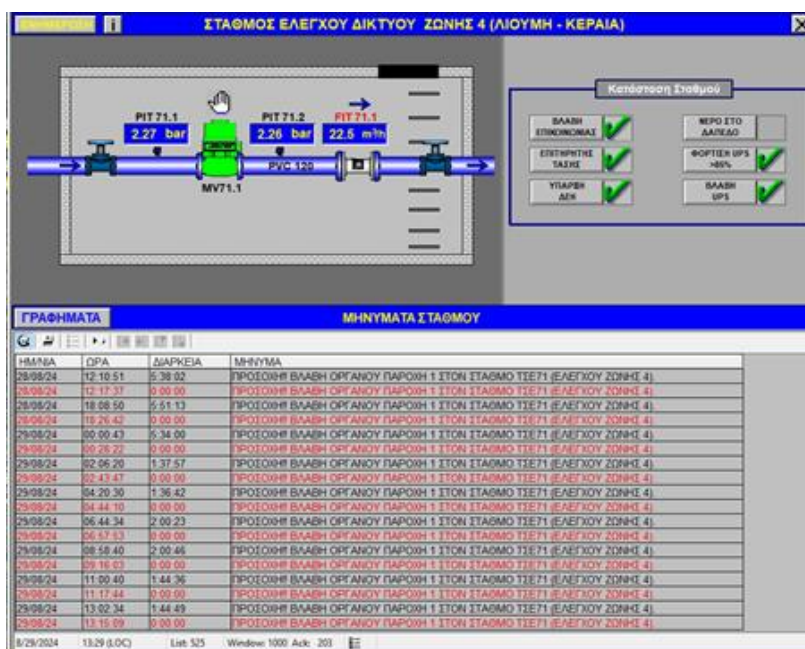
- Τον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή PLC S7-1200 με μονάδα επεξεργαστή CPU1215C και τις απαραίτητες κάρτες ψηφιακών και αναλογικών εισόδων και εξόδων
- Το σύστημα της ασύρματης επικοινωνίας αποτελούμενο από το Radiomodem και την κεραία
- Το σύστημα αδιάλειπτης τροφοδοσίας (DC-UPS),
- Την αντικεραυνική προστασία

Στην εμπρόσθια όψη του πίνακα υπάρχει ο επιλογικός διακόπτης «Κεντρικά – 0 – Τοπικά» για την επιλογή του τρόπου αυτοματισμού του ΤΣΕ, οι ενδεικτικές λυχνίες για τον έλεγχο της αντλίας, ενδεικτική λυχνία που θα αναγγέλλει απώλεια κύριας τάσης από ΔΕΗ, ενδεικτική λυχνία που θα αναγγέλλει απώλεια επικοινωνίας του ΤΣΕ με τον ΚΣΕ καθώς επίσης και κομβίο ελέγχου των παραπάνω λυχνιών.

Στον ΤΣΕΖ έχουν τοποθετηθεί:

- 6 αναλογικά αισθητήρια πίεσης DMP331 για τη μέτρηση της πίεσης
- Τρία ηλεκτρομαγνητικά παροχόμετρα MAGFLO MAG5100W / MAG 6000 διατομής ίσης με την διατομή του αγωγού για τη μέτρηση του διερχόμενου νερού
- τρεις ηλεκτρικές βελονοειδής δικλείδες τύπου NEEDLE VALVE διατομής ίσης με την διατομή του αγωγού για τον έλεγχο της παροχής και της πίεσης κατάντη.

Στην **Εικόνα 33** βλέπουμε την οθόνη από όπου ο χειριστής μπορεί να πάρει πληροφορίες για την παροχή νερού και την πίεση στο δίκτυο.



Εικόνα 33. Στιγμιότυπο οθόνης για ΤΣΕΖ



Εικόνα 34. Υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης με αποτυπωμένους τους σταθμούς ΤΣΕΖ και ΤΣΕΔ

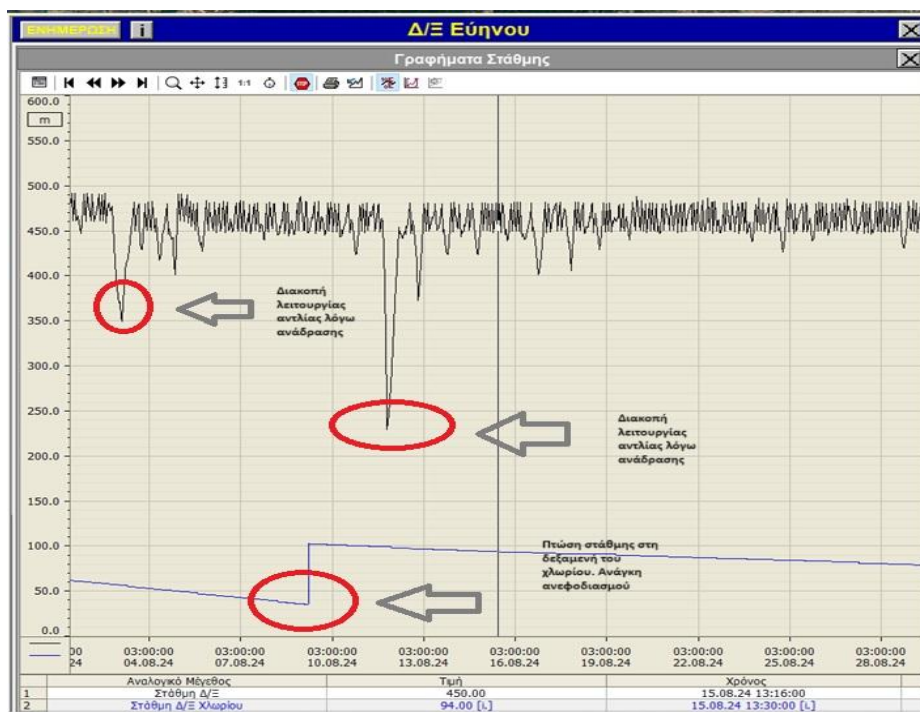
Με το παρόν σύστημα τηλελέγχου δεν μπορεί να γίνει ζωνοποίηση του δικτύου ύδρευσης και έλεγχος των πιέσεων στο εσωτερικό του, καθώς το υφιστάμενο δίκτυο του Μεσολογγίου είναι πεπαλαιωμένο και σε πολλά σημεία αχαρτογράφητο. Το νέο δίκτυο που κατασκευάζεται περιλαμβάνει τη ζωνοποίηση για τον έλεγχο των διαρροών και τον έλεγχο της λειτουργίας του.

4.6 Αξιολόγηση συστήματος τηλελέγχου-τηλεχειρισμού

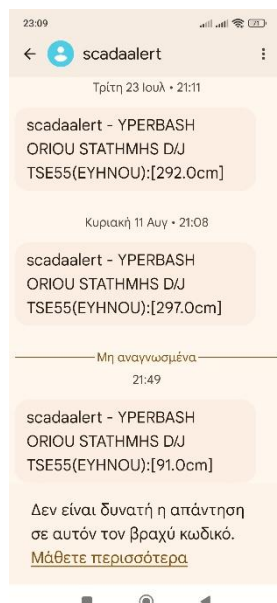
4.6.1 Άμεση επέμβαση συνεργείων με την ειδοποίηση συμβάντων –αξιόπιστος οργανισμός, μικρή όχληση πολιτών

1) Στο **Γράφημα 1** παρατηρούμε ότι κατά τον μήνα Αύγουστο 2024 σημειώθηκαν δύο περιστατικά όπου η στάθμη της κεντρικής δεξαμενής έπεσε σε ανησυχητικό βαθμό και με την έγκαιρη παρέμβαση συνεργείου της ΔΕΥΑΜ αποφεύχθηκε η διακοπή υδροδότησης της πόλης. Μικρότερες πτώσεις στάθμης οφείλονταν κι αυτές σε πτώσεις τάσης ρεύματος λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν όλο το καλοκαίρι. Στο ίδιο γράφημα αποτυπώνεται και η στάθμη της δεξαμενής χλωρίου όπου γίνεται άμεσα αντιληπτή η ανάγκη προμήθειας διασφαλίζοντας έτσι οποιαδήποτε αστοχία αφορά στην αδιάλειπτη και επι 24ωρου απολύμανση του πόσιμου νερού.

Στην **Εικόνα 35** βλέπουμε την πληροφορία που παίρνει ο χειριστής μέσω SMS στην περίπτωση των παραβιάσεων των ορίων που έχουν τεθεί στο σύστημα.



Γράφημα 1. Γράφημα της στάθμης νερού στην δεξαμενή ύδρευσης Μεσολογγίου (στιγμιότυπο οθόνης SCADA)



Εικόνα 35. Υπέρβαση κατώτερου ορίου δεξαμενής Μεσολογγίου (ειδοποίηση SMS από το Scada)

2) Κατά την διάρκεια των πλημμυρικών φαινομένων που έπληξαν την πόλη του Μεσολογγίου στις 3/12/2021 τα στοιχεία των αντλιοστασίων όμβριων που αντλήθηκαν από το Scada μπόρεσαν να στοιχειοθετήσουν την λειτουργία των αντλιών και τον συνολικό χρόνο λειτουργίας τους (**Πίνακας 2**) και να αποδείξουν την αξιοπιστία της επιχείρησης. Τέσσερις αντλίες που είναι τοποθετημένες στο αντλιοστάσιο 1ΑΟ MOTIBO λειτούργησαν χωρίς διακοπή για 30 ώρες έως ότου καταφέρουν να αποστραγγίσουν το δίκτυο όμβριων στο ανατολικό τμήμα της πόλης (**Γράφημα 2**). Οι δε αιτίες, στο υπόμνημα που κατατέθηκε στον Εισαγγελέα, προσδιορίζονται στον αρχικό σχεδιασμό των δικτύων αποχέτευσης όμβριων την δεκαετία 1970 για την προστασία των αλυκών και την αποφυγή εισροής γλυκών νερών που θα ελάττωνε την αλατότητα στο τελικό παραγόμενο προϊόν αλατιού, στην γεωμορφολογία της περιοχής αλλά και στο κακό και ασυντήρητο δίκτυο αποστράγγισης της ευρύτερης αγροτικής έκτασης.

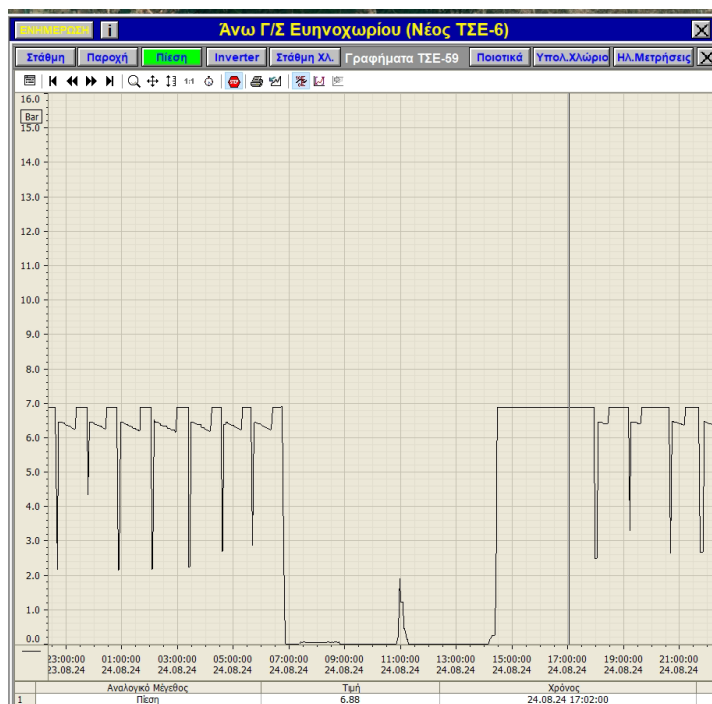


Γράφημα 2. Στάθμη νερού στη δεξαμενή εισόδου του αντλιοστασίου 1ΑΟ MOTIBO

Πίνακας 2. Ώρες λειτουργίας και των 4 αντλιών του Α/Σ 1ΑΟ από τα δεδομένα των inverter από το Scada

1ΑΟ	Αντλία 1	Αντλία 2	Αντλία 3	Αντλία 4	ΜΟ
Ώρες Λειτουργίας αντλιών	29,17	29,55	29,50	29,35	29,40

4.6.2 Έγκαιρη ενημέρωση της υπηρεσίας για θραύση στο δίκτυο ύδρευσης με την πτώση της πίεσης / αύξηση της παροχής, πτώση της στάθμης στη δεξαμενή. Διάκριση της βλάβης εάν βρίσκεται στον καταθλιπτικό αγωγό ή στο εσωτερικό δίκτυο.



Γράφημα 3. Γράφημα πίεσης δικτύου (στιγμιότυπο από οθόνη Scada της ΔΕΥΑΜ)

Στο **Γράφημα 3** παρατηρούμε την απώλεια πίεσης στο δίκτυο ύδρευσης όπου άμεσα έγινε αναζήτηση της αίτιας. Η διαρροή αφορούσε στον καταθλιπτικό αγωγό σε πολύ κοντινή απόσταση από το αντλιοστάσιο και αποκαταστάθηκε την ίδια ημέρα με μικρή αναστάτωση των πολιτών.

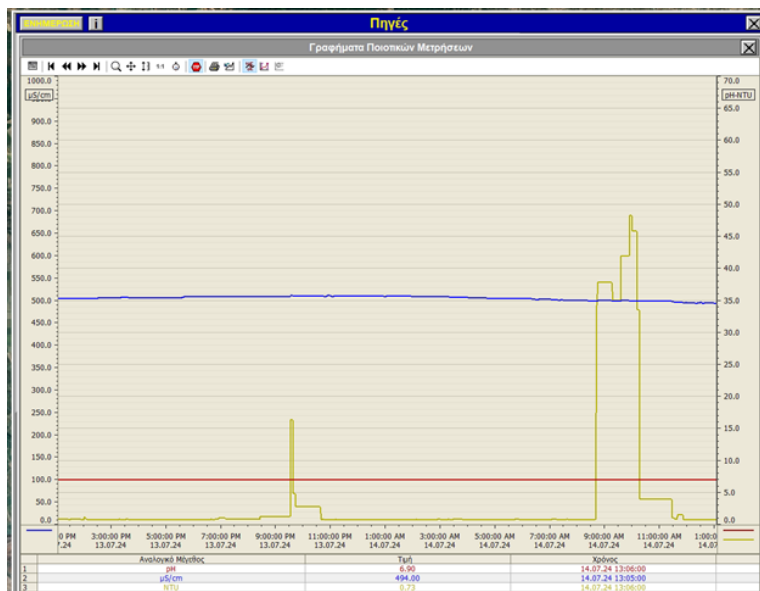
4.6.3 Έγκαιρη ενημέρωση της υπηρεσίας λόγω μεταβολής των ποιοτικών παραμέτρων και αυτόματο κλείσιμο αντλιών για αποφυγή εισροής ακατάλληλου νερού στο δίκτυο

Ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος διασφάλισης της ποιότητας του παρεχόμενου πόσιμου νερού είναι η εφαρμογή ενός λεπτομερούς Σχεδίου Ασφάλειας Νερού (ΣΑΝ) για την εκτίμηση επικινδυνότητας υφιστάμενων συνθηκών και διαδικασιών λειτουργίας και μίας ολοκληρωμένης διαχειριστικής προσέγγισης, η οποία περιλαμβάνει όλα τα στάδια διαχείρισης νερού, από τη λεκάνη απορροής μέχρι τη βρύση του καταναλωτή.

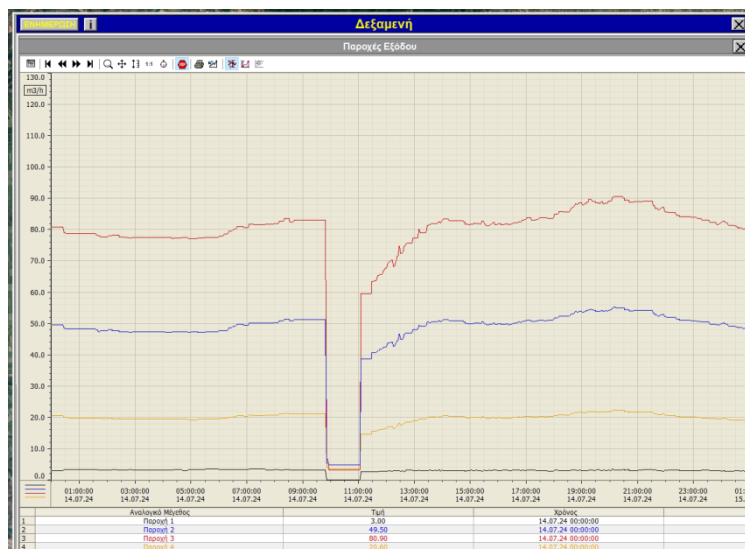
Στα ΣΑΝ η 24ωρη καταγραφή ποιοτικών χαρακτηριστικών και η συνεχής παρακολούθηση της χημικής ποιότητας του νερού μειώνουν την επικινδυνότητα και δίνουν πολλές πληροφορίες στους διαχειριστές του δικτύου οι οποίοι προβαίνουν στις κατάλληλες ενέργειες ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος δημιουργίας επικίνδυνων επεισοδίων για την δημόσια υγεία. Στην περίπτωση της ΔΕΥΑ Μεσολογγίου και στο ΣΑΝ που εφαρμόζει η

επιχείρηση για τη Ζώνη Υδροδότησης του Αιτωλικού, η συνεχής παρατήρηση της στάθμης του υπόγειου νερού δίνει ασφαλείς πληροφορίες για την δυνατότητα άντλησης και χρήσης του νερού ούτως ώστε να μην ταπεινώνεται ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας και να εξαλείφεται έτσι ο κίνδυνος υφαλμύρινσης του νερού. Έτσι, πληροφορίες που λαμβάνονται από την καταγραφή της αγωγιμότητας και της θολότητας, οποιαδήποτε μεταβολή στην περιεκτικότητα των αλάτων (Na, Mn, Fe, Ca, Mg κλπ) και αν παρατηρηθεί γίνεται αμέσως αντιληπτή από το Scada και δίδεται η δυνατότητα στο σύστημα να διακόπτει αυτόματα την παροχή νερού, χωρίς την παρέμβαση του χειριστή (Κατσώτα, 2019).

Στο **Γράφημα 4** παρατηρούμε μία σημαντική μεταβολή της θολότητας που υπερέβη το επιτρεπόμενο όριο και αυτόματα, από το σύστημα, έγινε διακοπή της παροχής νερού ώστε να προστατευτούν άμεσα οι καταναλωτές και στην συνέχεια να γίνει εκτίμηση από το προσωπικό της επιχείρησης (**Γράφημα 5**).



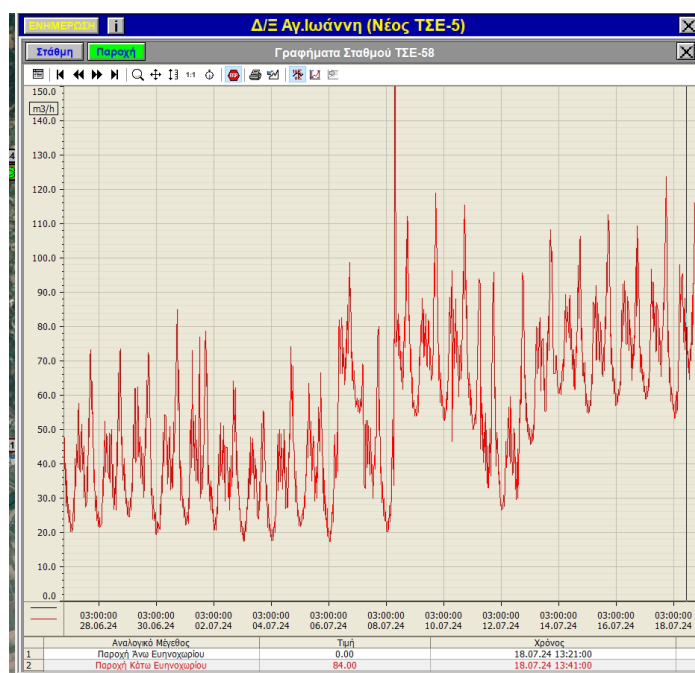
Γράφημα 4. Γράφημα ποιοτικών χαρακτηριστικών (pH: κόκκινο χρώμα, αγωγιμότητα: μπλε, θολότητα: κίτρινο)



Γράφημα 5. Γράφημα παροχών

4.6.4 Εκτίμηση των αναγκών του πληθυσμού σε πόσιμο νερό

Οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν από τις αρχές του καλοκαιριού έχουν οδηγήσει σε αύξηση της ημερήσιας κατανάλωσης νερού και μεταβολή των ακρότατων τιμών (υψηλή-χαμηλή ζήτηση). Στο **Γράφημα 6** είναι ευκρινής η αύξηση της μέγιστης και ελάχιστης παροχής νερού που φεύγει από την δεξαμενή κατά 30 κυβικά.



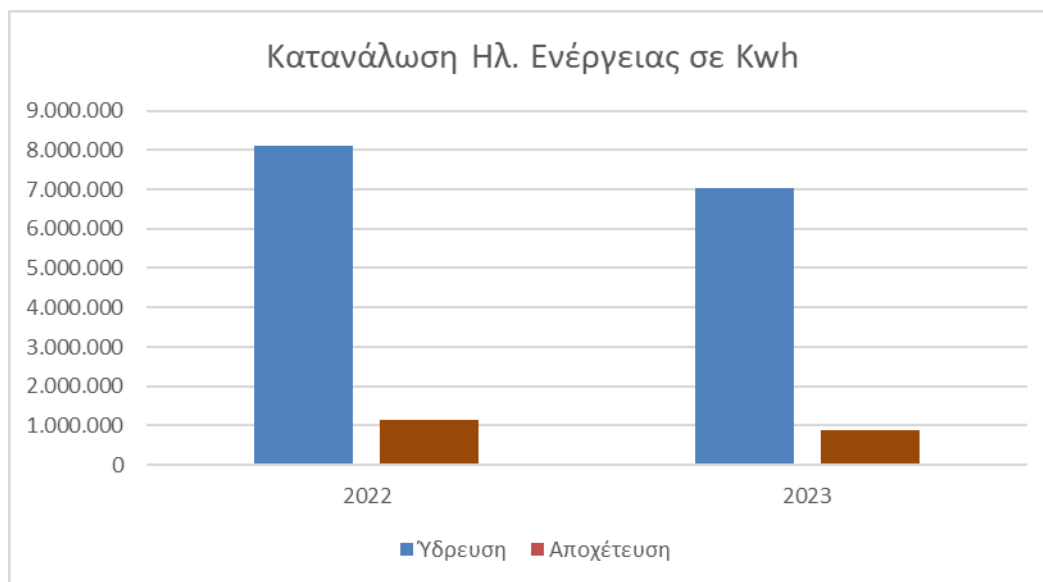
Γράφημα 6. Μεταβολή της παροχής νερού σε συνθήκες καύσωνα (στιγμιότυπο Scada)

4.6.5 Μείωση της ενέργειας

Η συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε από τις εγκαταστάσεις ύδρευσης-αποχέτευσης της ΔΕΥΑΜ το 2023 μειώθηκε κατά 13% στην ύδρευση και 20% στην αποχέτευση σε σχέση με το έτος 2022 (**Πίνακας 3**). Σημαντικός παράγοντας είναι η άμεση επέμβαση των συνεργείων για την αποκατάσταση των διαρροών που εντοπίζονται εγκαίρως από το Scada, οι εργασίες αντικατάστασης των δικτύων και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού με μικρότερης κατανάλωσης συσκευές.

Πίνακας 3. Κατανάλωση ενέργειας στις εγκαταστάσεις ύδρευσης & αποχέτευσης της ΔΕΥΑΜ

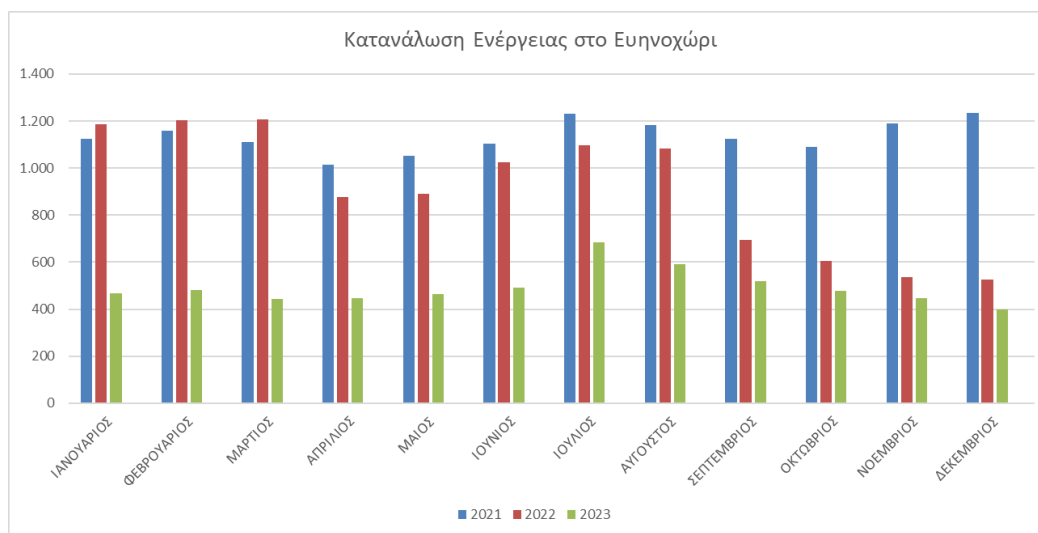
Ενέργεια (Kwh)	2022	2023	Μεταβολή
Ύδρευση	8.105.025	7.036.983	13%
Αποχέτευση	1.143.716	900.766	20%



Γράφημα 7. Κατανάλωση ενέργειας κατά τα έτη 2022 και 2023

Από τη σύγκριση των μεγεθών στο **Γράφημα 7** είναι προφανές ότι η ύδρευση έχει τις περισσότερες ανάγκες και εκτός από την τηλεμετρία που βοήθησε αρκετά στην μείωση της ενέργειας, συνδυαστικά μέτρα, όπως η αντικατάσταση των παλαιωμένων δικτύων ύδρευσης

έχουν το καλύτερο αποτέλεσμα τόσο στην μείωση σπατάλης του φυσικού πόρου όσο και στην ενέργεια και την οικονομική κατάσταση της επιχείρησης. Αυτό το βλέπουμε στην περίπτωση της αντικατάστασης του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης στην περιοχή του Ευηνοχωρίου Μεσολογγίου όπου σε συνδυασμό με το σύστημα τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού η ενέργεια μειώθηκε κατά 40%. Συγκριτικά μεγέθη για τα έτη 2021, 2022 και 2023 δίνονται στο **Γράφημα 8**.



Γράφημα 8. Κατανάλωση ενέργειας (KWh) αντλιοστασίου ύδρευσης Ευηνοχωρίου

4.6.6 Μείωση του Μη Ανταποδοτικού Νερού και ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Ο δείκτης ILI είναι ο λόγος CARL/UARL που εκφράζει την αποτελεσματικότητα των δράσεων μείωσης των CARL στις υπάρχουσες συνθήκες πίεσης λειτουργίας. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται από τον λόγο των πραγματικών απωλειών και των αναπόφευκτων ετήσιων πραγματικών απωλειών οι δεύτερες εκ των οποίων υπολογίζονται από εμπειρικό τύπο. Η σημασία του δείκτη αφορά την αποτελεσματικότητα των μεθόδων διαχείρισης των πραγματικών απωλειών στην μείωση των τρεχουσών πραγματικών απωλειών, δηλαδή της διαχείρισης του εξοπλισμού, της διενέργειας επισκευών, τον ενεργό έλεγχο διαρροών και τη διαχείριση αγωγών/παγίων. Η τιμή της μονάδας (1,0) δείχνει ότι η διαχείριση είναι σχεδόν τέλεια και τόσο η τιμή του δείκτη όσο και η κατηγορία απόδοσης για τον Δήμο σημαίνει ότι, σύμφωνα με τη διεθνή γνώση, η χρήση των πόρων είναι αναποτελεσματική και η χρήση προγραμμάτων μείωσης της διαρροής είναι επιτακτική και άμεσης προτεραιότητας.

Ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και την πρακτική, η οριακή αξία βασισμένη στις πραγματικές απώλειες μπορεί να είναι χαμηλή ή υψηλή γεγονός που επηρεάζει την πολιτική οικονομικής διαχείρισης για τον έλεγχο των πραγματικών απωλειών. Τιμές του ILI κοντά στο 1,0 αντιπροσωπεύουν σχεδόν τέλεια διαχείριση των πραγματικών απωλειών. Όταν μπορεί να γίνει μία αξιόπιστη εκτίμηση των UARL το πλεονέκτημα του ILI είναι προφανές, αφού δεν επιτρέπει μόνο την εκτίμηση των CARL αλλά και μία αρχική εκτίμηση της μέγιστης δυνατότητας μείωσης των πραγματικών απωλειών, υπό τις υπάρχουσες συνθήκες πίεσης λειτουργίας του δικτύου (GIZ, 2010). Επιπλέον, ο δείκτης ILI μπαίνει για πρώτη φορά ως προαπαιτούμενο για τους υπεύθυνους φορείς ύδρευσης στο άρθρο 4 της ΚΥΑ Αριθμ. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829 (Αριθμ. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829, 2023) διενεργούν εκτίμηση των επιπέδων διαρροής νερού και της δυνατότητας βελτιώσεων στη μείωση των διαρροών νερού, με τη χρήση της μεθόδου αξιολόγησης του δείκτη διαρροών υποδομών

Στον **Πίνακα 4**, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη ILI. Μετά το έργο του τηλελέγχου και της αντικατάστασης του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης στην ΤΚ Ευηνοχωρίου, ο δείκτης από 3,42 μειώθηκε στο 1,6 (πολύ κοντά στο 1), το αντλούμενο νερό μειώθηκε κατά 240.000m³ και το ποσό της τιμολογούμενης μετρούμενης κατανάλωσης αυξήθηκε κατά 17% γεγονός το οποίο οφείλεται στην κατάργηση παράνομων συνδέσεων και στην αντικατάσταση φθαρμένων υδρομέτρων.

Πίνακας 4. Υπολογισμός δείκτη ILI στην περίπτωση εφαρμογής έργου τηλελέγχου και αντικατάστασης εσωτερικού δικτύου ύδρευσης σε Τοπική Κοινότητα της ΔΕ Μεσολογγίου

		Πριν το έργο	Με το έργο του τηλελέγχου & αντικατάστασης εσ. Δικτύου
Ετήσια εισερχόμενη ποσότητα νερού		590.000	350.000
Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση	0	0
	Μη-Τιμολογούμενη Μη-Μετρούμενη Κατανάλωση	88.500	52.500
Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη	Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση	125.000	155.000
	Τιμολογούμενη Μη-Μετρούμενη Κατανάλωση	0	0
Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη κατανάλωση	125.000	155.000
	Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη κατανάλωση	88.500	52.500
	Σύνολο	213.500	207.500
UARL		109.950,00	119.550,00
CARL		376.500,00	142.500,00
ILI		3,42	1,19

4.6.7 Προβλήματα που αντιμετωπίζουμε

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας των συστημάτων τηλελέγχου-τηλεχειρισμού παρατηρούμε κυρίως προβλήματα που αφορούν:

- στη σύνδεση του διαδικτύου και τις συχνές διακοπές που συμβαίνουν στην περιοχή
- στην διακοπή ηλεκτροδότησης στον χώρο που στεγάζεται ο ΚΣΕ με συνέπεια να μην αποστέλλεται εικόνα και δεδομένα προκειμένου να ενημερώνεται το Τεχνικό Τμήμα για δυσλειτουργίες των συστημάτων ύδρευσης ή αποχέτευσης
- στην έλλειψη προσωπικού που πρέπει να επιβλέπει το Scada σε 24ωρη βάση. Μέχρι σήμερα η επίβλεψη και οποιαδήποτε ενέργεια απαιτείται γίνεται από τα διευθυντικά στελέχη
- στην συντήρηση των οργάνων και του εξοπλισμού λόγω της ανεπαρκούς στελέχωσης της επιχείρησης και του κόστους
- στην αντικατάσταση του εξοπλισμού αυτοματισμού και επικοινωνίας ώστε να συμβαδίζει με τις πρόσφατες εξελίξεις στο χώρο. Οι διαδικασίες των δημοσίων συμβάσεων που πρέπει να ακολουθούν οι ΔΕΥΑ είναι χρονοβόρες, οι επενδύσεις σε συστήματα τηλελέγχου είναι οικονομικά αδύνατο να υλοποιηθούν με ιδίους πόρους ειδικά των μικρών ΔΕΥΑ και οι χρηματοδοτήσεις από εθνικούς και ευρωπαϊκούς πόρους είναι περιορισμένες και κατευθυνόμενες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συμπεράσματα

Οι πιέσεις που δέχονται σήμερα οι φυσικοί πόροι, και ιδιαίτερα τα υδατικά αποθέματα, έχουν αναδείξει την συμβολή της πληροφορικής και της τεχνολογίας ως εργαλεία απαραίτητα για την προσαρμογή και την ανθεκτικότητα των εγκαταστάσεων νερού στις νέες συνθήκες. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας σε συνδυασμό με μέτρα και πολιτικές που ενθαρρύνουν την αποκέντρωση των δικτύων νερού, την κυκλική οικονομία και τις πράσινες υποδομές οδηγούν σε βιώσιμες επιχειρήσεις ύδρευσης-αποχέτευσης διασφαλίζοντας την δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

5.1 Σύνοψη εργασίας

Η παρούσα εργασία αναπτύχθηκε σε τρεις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα (Κεφάλαιο 2) έγινε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκειμένου να αναλυθούν οι παράμετροι εκείνες που χαρακτηρίζουν τις σύγχρονες και βιώσιμες εγκαταστάσεις ύδρευσης-αποχέτευσης.

Περιγράφηκε η «Αποκέντρωση» ως ο παράγοντας εκείνος που περιορίζει τις απώλειες, κάνει πιο ευέλικτα τα μικρά συστήματα και προωθεί την επαναχρησιμοποίηση και την εξοικονόμηση νερού εντός των κτιρίων ή των οικισμών σε σύγκριση με τα κεντρικά δίκτυα που μεταφέρουν το νερό σε μεγάλες αποστάσεις και απαιτούν μεγαλύτερα κόστη σε ενέργεια και συντήρηση.

Στη συνέχεια αναδείχθηκε ο μετριασμός των επιπτώσεων στα υδατικά αποθέματα μέσω της μίμησης της φύσης και της σημασίας των «Πράσινων Υποδομών» στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, στη μείωση της θερμικής νησίδας, τη βελτίωση της βιοποικιλότητας και την ευημερία των πολιτών ώστε να επιτυγχάνονται ευρύτερα οφέλη για την ποσότητα και την ποιότητα του νερού.

Ακολούθως, παρουσιάστηκαν τα οφέλη της κυκλικής οικονομίας για τις εγκαταστάσεις ύδρευσης-αποχέτευσης, πως αυτές θεωρούνται ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα όταν οι πόροι, συμπεριλαμβανομένου του νερού, της ενέργειας και των υλικών χρησιμοποιούνται βιώσιμα και ανακτώνται πλήρως όπου είναι δυνατόν. Η επαναχρησιμοποίηση της λυματολάσπης στη γεωργία, στις κατασκευές, στην αποκατάσταση πρανών, των

επεξεργασμένων αστικών λυμάτων στην άρδευση αλλά και στην ύδρευση, η παραγωγή ενέργειας από την καύση ιλύος και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλουν τόσο στην οικονομία της λειτουργίας των εγκαταστάσεων όσο στην προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας το ανθρακικό αποτύπωμα των εγκαταστάσεων.

Τέλος, αναλύθηκε η σημασία του ψηφιακού μετασχηματισμού των υποδομών και περιγράφηκε η δομή ενός έξυπνου συστήματος νερού με την διάκριση πέντε επιπέδων, το πρώτο επίπεδο που αφορά στον «Εξοπλισμό», το δεύτερο επίπεδο που περιλαμβάνει τα «Αισθητήρια και τα όργανα ελέγχου», το τρίτο επίπεδο την «Συλλογή και Επικοινωνία», το τέταρτο επίπεδο την «Διαχείριση δεδομένων» και παρουσίαση και το πέμπτο τον «Συνδυασμό και την ανάλυση δεδομένων».

Στην δεύτερη ενότητα (Κεφάλαιο 3) αναλύθηκαν διεξοδικά τα επιμέρους εκείνα στοιχεία που χαρακτηρίζουν μία «Εξυπνη Εγκατάσταση Ύδρευσης και Αποχέτευσης» αφού περιγράφηκαν τα προβλήματα που παρουσιάζονται στις εγκαταστάσεις.

Αρχικά, μελετήθηκε ο ρόλος των αισθητήριων οργάνων στην παροχή της πληροφορίας στο πεδίο και ποιες παράμετροι είναι σημαντικό να παρακολουθούνται on line, με την περιγραφή της κάθε μίας και τη σημασία της για τις διεργασίες της επεξεργασίας, της κατάστασης των δικτύων και των εγκαταστάσεων.

Στη συνέχεια αναλύθηκε η αρχιτεκτονική δομή των συστημάτων τηλεέλεγχου-τηλεχειρισμού και τα μέρη που αυτά απαρτίζονται και έγινε περιγραφή των κινδύνων που διατρέχουν. Έπειτα, έγινε σαφές ότι η ανάλυση της πληροφορίας είναι αυτή που δημιουργεί την ασφάλεια για τον εντοπισμό των προβλημάτων σε μία εγκατάσταση οδηγώντας στη λήψη των σωστών αποφάσεων και παράλληλα με τα μαθηματικά μοντέλα και τα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης επιτυγχάνεται η βιώσιμη διαχείριση των εγκαταστάσεων. Η εργασία αναφέρθηκε στην τρέχουσα κατάσταση όσον αφορά στον ψηφιακό μετασχηματισμό στον τομέα του νερού και τα κενά που υπάρχουν στην τεχνολογία και στις πολιτικές της ΕΕ, καθώς και στην ανάγκη να ξεπεραστούν και η πολιτεία να αναγνωρίσει τη σημασία της ψηφιοποίησης στον τομέα του νερού με πρωτοβουλίες πολιτικών και μέτρων και μπορεί να βελτιώσουν τη διαφάνεια και την αποτελεσματικότητα στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων. Στο τέλος της ενότητας αυτής αναζητήθηκαν οι τελευταίες εξελίξεις και οι τάσεις στο χώρο του «Ψηφιακού νερού» με την τεχνητή νοημοσύνη, τα ψηφιακά δίδυμα και την δυναμική ανθεκτικότητα.

Στην Τρίτη ενότητα (Κεφάλαιο 4) έγινε αναλυτική παρουσίαση της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Μεσολογγίου και του συστήματος τηλελέγχου-τηλεχειρισμού που έχει εγκατεστημένο στις εγκαταστάσεις της. Περιγράφηκε η δομή του και οι εργασίες που εκτελούνται στον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ) και στους Τοπικούς σταθμούς ελέγχου (ΤΣΕ). Αναλύθηκε ο εξοπλισμός και τα ποιοτικά όργανα που είναι εγκατεστημένα στις γεωτρήσεις και στη δεξαμενή της πόλης του Μεσολογγίου αλλά και οι σταθμοί καταγραφής της πίεσης και της παροχής σε συγκεκριμένα σημεία του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του.

5.2 Συμπεράσματα Εργασίας

Από την βιβλιογραφική επισκόπηση και την μελέτη των επιστημονικών άρθρων αποτυπώθηκαν όλα εκείνα τα στοιχεία που πρέπει να διαθέτει μια εγκατάσταση ύδρευσης-αποχέτευσης για να είναι βιώσιμη τόσο με οικονομικούς όσο και με περιβαλλοντικούς όρους και αναδείχθηκε ότι η ανάπτυξη των συστημάτων οργάνων, ελέγχου και αυτοματισμού είναι το βασικό μέρος για τον ψηφιακό μετασχηματισμό τους.

Το κυριότερο συμπέρασμα της εργασίας είναι ότι τα έξυπνα συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού στις εγκαταστάσεις νερού, μέσω των μετρούμενων παραμέτρων κάθε σταθμού από το σύστημα τηλελέγχου-τηλεχειρισμού, όπως η μέτρηση ενεργειακής κατανάλωσης, η παροχή νερού ύδρευσης, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού, επεξεργάζονται και διαχειρίζονται κατάλληλα πληροφορίες από τους Τοπικούς σταθμούς για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους και την βέλτιστη ενεργειακή εξοικονόμηση, διατηρώντας παράλληλα την απρόσκοπτη παροχή νερού, που ικανοποιεί τις προβλεπόμενες από το νόμο προδιαγραφές ποιότητας. Η καταγραφή, επεξεργασία και απεικόνιση των δεδομένων, συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων.

Από την εφαρμογή του συστήματος τηλελέγχου-τηλεχειρισμού στα δίκτυα ύδρευσης της ΔΕΥΑΜ και τα δεδομένα των τοπικών σταθμών για την κατανάλωση της ενέργειας τα έτη 2022 και 2023 διαπιστώθηκε μείωση κατά 13% στην συνολική κατανάλωση για τις εγκαταστάσεις ύδρευσης ενώ στη αποχέτευση το ποσοστό της μείωσης έφτασε στο 20%. Αντίστοιχη ήταν και η μείωση στην άντληση του πόσιμου νερού αφού τα αντλούμενα κυβικά μειώθηκαν κατά 3.000.000μ³ περίπου. Αξιόλογο συμπέρασμα προέκυψε από τον συνδυασμό έργων αντικατάστασης δικτύου ύδρευσης και τηλελέγχου όπου εκεί τα ποσοστά

μείωσης στην κατανάλωση ενέργειας έφτασε το 40% ενώ αυξήθηκαν τα βεβαιωθέντα κυβικά κατά 17% λόγω της κατάργησης των παράνομων συνδέσεων και της αντικατάστασης χαλασμένων υδρομέτρων.

Σημαντικό εργαλείο επίσης στον έλεγχο της ποιότητας του νερού αποτελεί το Scada του συστήματος τηλεέγχου για την προστασία της δημόσιας υγείας αφού με εντολή του γίνεται διακοπή της άντλησης σε περίπτωση μη κατάλληλου νερού στο δίκτυο, γεγονός που προλαμβάνει δυσάρεστες καταστάσεις και για τους καταναλωτές και για την επιχείρηση. Τέλος, η αξιοπιστία της ΔΕΥΑΜ έχει ενισχυθεί σημαντικά από την εφαρμογή του συστήματος τηλεέγχου-τηλεχειρισμού παρά τα οικονομικά προβλήματα που αντιμετωπίζει και την έλλειψη ανθρώπινου δυναμικού.

Στην παρούσα εργασία δεν κατέστη δυνατό να γίνει η υδραυλική προσομοίωση του υφιστάμενου δικτύου, καθώς δεν είναι γνωστές όλες οι παράμετροι του. Αυτό θα ξεπεραστεί με την ολοκλήρωση της αντικατάστασης του εσωτερικού δικτύου και των νέων σταθμών που θα τοποθετηθούν σε αυτό όπου προβλέπεται και η ζωνοποίηση και ο έλεγχος των πιέσεων στο εσωτερικό των ζωνών.

5.3 Προτάσεις

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν σταματά στην τηλεμετρία και τα συστήματα αυτοματισμού. Οι περισσότερες ΔΕΥΑ εφαρμόζουν ηλεκτρονικά συστήματα για την επικοινωνία με τον καταναλωτή, την έκδοση λογαριασμών και την άμεση ειδοποίηση μέσω SMS για εργασίες που πιθανόν να επηρεάζουν την υδροδότηση της οικίας του. Τα ψηφιακά υδρόμετρα έχουν ήδη εισχωρήσει στην ελληνική αγορά και οι πρώτες προμήθειες εκτελούνται. Η πληροφορία για την ποιότητα του νερού είναι διαθέσιμη διαδικτυακά μέσω εφαρμογής που έχει αναπτύξει η ΕΔΕΥΑ και τα αποτελέσματα των εκροών των Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων μέσω εφαρμογής της Ειδικής Γραμματείας Λυμάτων. Η ΕΕ προωθεί την χρηματοδότηση αντίστοιχων πράξεων όμως οι επιχειρήσεις χρειάζονται περισσότερη ενίσχυση και οριζόντια κατανομή των επιχορηγήσεων για όλους τους πολίτες και όχι μόνο των μεγάλων αστικών κέντρων.

Εκτός από την τηλεμετρία και τα έξυπνα συστήματα, προτεραιότητα πρέπει να δίνεται σε έργα για τον εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων με προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, αντικαταστάσεις δικτύων με κατάλληλα υλικά για νερό ανθρώπινης κατανάλωσης για τη

μείωση των διαρροών, επενδύσεις που αφορούν στην επαναχρησιμοποίηση αστικών αποβλήτων, στην αντικατάσταση φθαρμένων εξοπλισμών με νέα χαμηλής κατανάλωσης σε ενέργεια, και στην χρήση ΑΠΕ.

Παρά τις εγγυήσεις που μπορεί να δίνει η υιοθέτηση της τεχνολογίας και ο ψηφιακός μετασχηματισμός για την ανάπτυξη των επιχειρήσεων, αυτά δεν μπορούν να αντικαταστήσουν την ανθρώπινη παρουσία που είναι πάντα απαραίτητη για τον έλεγχο των εγκαταστάσεων, την συντήρηση των συστημάτων και τη λήψη των αποφάσεων. Η στελέχωση με έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό σε συνδυασμό με την τεχνολογία και τις καλές πρακτικές θα διασφαλίσει την ακεραιότητα και την αξιοπιστία των επιχειρήσεων ύδρευσης και αποχέτευσης.

Για τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, όπως είναι οι ΔΕΥΑ στην Ελλάδα, η ανθεκτικότητα και η βιωσιμότητα τους πρέπει να στηριχθεί επιπλέον της ψηφιακής μετάβασης και στην αποκέντρωση, τις πράσινες υποδομές και την κυκλική οικονομία. Αυτά τα τέσσερα μονοπάτια, είναι αλληλένδετα και αποτελούν έναν οδικό χάρτη προς την ολιστική διαχείριση των υδάτων.

Απαραίτητη προϋπόθεση για όλα τα προηγούμενα είναι η ανάπτυξη μιας κουλτούρας για το νερό αφού προηγουμένως έχουμε συνειδητοποιήσει την περιβαλλοντική, κοινωνική, οικονομική και πολιτική διάσταση του νερού, την ανάγκη να προστατεύσουμε αυτόν τον πεπερασμένο φυσικό πόρο και να προσαρμοστούμε στη νέα πραγματικότητα, για να συνεχίσει το νερό να βρίσκεται κάτω από δημόσια διαχείριση, να είναι θεμελιώδες δικαίωμα κάθε ανθρώπου η πρόσβασή του σε αυτό και με την υποχρέωση να το παραδώσουμε στις επόμενες γενιές.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

«Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/ δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.»

Βιβλιογραφία

- Baeza, J. A., Amand, L., Comas, J., Grievson, O., Juan-Garcia, P., Liu, Y., Ye, L. (2022). Trends in instrumentation, control and automation for the water industry. Στο IWA, *Global Trends and Challenges in Water Science, Research and Management* (σσ. 8-12).
- Cahn, A. (2014). An overview of smart water networks. *American Water Works Association*. doi:<http://dx.doi.org/10.5942/jawwa.2014.106.0096>
- CVE (*Common Vulnerabilities and Exposures*). (2024). Ανάκτηση από <https://cve.mitre.org/cgi-bin/cvekey.cgi?keyword=SCADA>
- Daughton, C. G. (2020). Wastewater surveillance for population-wide Covid-19: The present and future. *Science of the Total Environment* (736), σ. 139631. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139631>
- DG REGIO . (2022). *Αποτελεσματική και αποδοτική εφαρμογή παρεμβάσεων στον τομέα του νερού, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης της διοικητικής ικανότητας των ΔΕΥΑ στο πλαίσιο των διαπραγματεύσεων της περιόδου προγραμματισμού 2021-2027*. Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
- Fu, G., & Butler, D. (2021). *Pathways towards sustainable and resilient urban water systems*. IWA.
- Fu, G., Sun, S., Hoang, L., & Yuan, Z. (2023). Artificial intelligence underpins urban water infrastructure of the future: A holistic perspective. *Cambridge Prisms: Water*(1, e14), σσ. 1–11. doi:[10.1017/wat.2023.15](https://doi.org/10.1017/wat.2023.15)
- Furlong, C., Phelana, K., & Dodson, J. (2018). The role of water utilities in urban greening: A case study of Melbourne, Australia. *Utilities Policy*, pp. 25-31. doi:[10.1016/j.jup.2018.06.005](https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.06.005)
- Galloway, B., & Hancke, G. (2013). Introduction to Industrial Control Networks. 15, σσ. 860-88. IEEE Communications Surveys & Tutorials. doi:[10.1109/SURV.2012.071812.00124](https://doi.org/10.1109/SURV.2012.071812.00124)
- GIZ, (. G. (2010). *Guidelines for Water Loss Reduction*.
- Ingildsen, P., & Olsson, G. (2016). *Smart Water Utilities. Complexity made simple*. IWA.

- IWA. (2016). *Water Utility Pathways in a Circular Economy*. IWA.
- IWA. (2019). *Digital Water. Industry leaders chart the transformation journey*. IWA.
- IWA. (2022). *A Strategic Digital Transformation for the Water Industry*.
- Kingdom, B., Liemberger, R., & Marin, P. (2006). The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. Washington USA: World Bank.
- Lamond, J., & Everett, G. (2019). Sustainable Blue-Green Infrastructure: A social practice approach to understanding community preferences and stewardship. *Landscape and Urban Planning, Volume 191*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103639>.
- Lindovsky , M., & Krocova, S. (2015). Water System Management in Emergency Situations. *Journal of Geological Resource and Engineering*, 3, σσ. 150-162. doi:[10.17265/2328-2193/2015.03.005](https://doi.org/10.17265/2328-2193/2015.03.005)
- Liu Li, & Jensen Marina Bergen. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities*, 74, σσ. 126-133. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.11.013>
- Makropoulos, C., & Butler , D. (2010). Distributed Water Infrastructure for Sustainable Communities. *Water Resources Management*(24), σσ. 2795–2816. doi:[10.1007/s11269-010-9580-5](https://doi.org/10.1007/s11269-010-9580-5)
- Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., & Asikainen, T. (2022). Towards a green and digital future. doi:[10.2760/977331](https://doi.org/10.2760/977331), JRC129319
- Nikolopoulos , D., Alphen , H.-J., Vries , D., Palmen , L., Koop, S., Thienen , P., . . . Makropoulos, C. (2019). Tackling the “New Normal”: A Resilience Assessment Method Applied to Real-World Urban Water Systems. *WATER* (11). doi:[10.3390/w11020330](https://doi.org/10.3390/w11020330)
- Oladipupo Bello , Adnan M. Abu-Mahfouz , Yskandar Hamam , Philip R. Page, Kazeem B. Adedeji , & Olivier Piller. (2019). Solving Management Problems in Water Distribution Networks: A Survey of Approaches and Mathematical Models. *MDPI Water*(11), σ. 562. doi: [doi:10.3390/w11030562](https://doi.org/10.3390/w11030562)
- Popescu, I. (2014). *Computational Hydraulics. Numerical Methods and Modelling*.
- Ramos, H., Kuriqi, A., Besharat, M., Creaco, E., Tasca, E., Coronado-Hernández, O., . . . Iglesias-Rey, P. (2023). SmartWater Grids and Digital Twin for the Management of

- System Efficiency in Water Distribution Networks. *Water*(15), σ. 1129.
doi:10.3390/w15061129
- Simon Duque Ant'ón, Daniel Fraunholz, Christoph Lipps, Frederic Pohl, Marc Zimmermann and Hans D. Schotten. (2017). Two Decades of SCADA Exploitation: A Brief History. (σσ. 98-104). Miri, Malaysia: IEEE Conference on Application, Information and Network Security (AINS). doi:10.1109/AINS.2017.8270432
- Upadhyay, D., & Sampalli, S. (2020). SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems: Vulnerability assessment and security recommendations. *Computers & Security*, 89(101666). doi:https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.101666
- WHO, UNICEF. (2020). *Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19*. WHO, UNICEF.
- Wutich, A., Thomson, P., Jepson, W., Stoler, J., Cooperman, A. D., Doss-Gollin, J., . . . Westerhoff, P. (2023). MAD water: Integrating modular, adaptive, and decentralized approaches for water security in the climate change era. *WIREs Water*(10(6)). doi:https://doi.org/10.1002/wat2.1680
- Xu, W., Burns , M., Cherqui, F., & Fletcher, T. (2021). Enhancing stormwater control measures using real-time control technology: a review. *Urban Water Journal*(18:2), 101-114. doi:10.1080/1573062X.2020.1857797
- Yadav , G., & Paul, K. (2021). Architecture and security of SCADA systems: A review. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*(34), 100433. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2021.100433
- Yihao Zhang, J. L. (2024). Artificial Intelligence-Based Microfluidic Platform for Detecting Contaminants in Water: A Review. *Sensors*(24), 4350. doi:https://doi.org/10.3390/s24134350
- Yuan, Z., Olsson, G., Cardell-Oliver, R., Schagen, K., Marchi , A., Deletic, A., . . . Jiang, G. (2019). Sweating the assets – The role of instrumentation, control and automation in urban water systems. *Water Research, Volume 155*, pp. 381-402.
- Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών. (2010). The human right to water and sanitation.

- ΕΔΕΥΑ. (2024). *Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης Αποχέτευσης*. Ανάκτηση από edeya.gr: <https://www.edeya.gr>
- ΕΔΕΥΑ. (2024). Η διαχείριση υδατικών πόρων από τις Δ.Ε.Υ.Α. – Υπηρετώντας 43 χρόνια την κοινή ωφέλεια. Λάρισα. Ανάκτηση από <https://www.edeya.gr/index.php/el/edeya/nea/interviews-articles/item/2066-diaxeirisi-ydatikwn-porown>
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων. (2014). *Σχέδιο Διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτ. Στερεάς Ελλάδας*. Αθήνα: Ειδική Γραμματεία Υδάτων .
- Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης και Εφαρμογής του Υπουργείου Εσωτερικών. (2024). *ΕΥΔΕ ΥΠΕΣ*. Ανάκτηση από <https://eyde.ypes.gr/tritsis/projects/category/at01-ydreusi>
- ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ. (2015). *Το κλείσιμο του κύκλου – Ένα σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία*. ΕΕ.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2019). *Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία*. ΕΕ.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2022). *Digitalisation in the Water Sector. Recommendations for Policy Developments at EU Level*.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο . (2022). *Ψήφισμα σχετικά με την πρόσβαση στο νερό ως ανθρώπινο δικαίωμα: η εξωτερική διάσταση*.
- Κατσώτα, Μ. (2019). *Η Εκτίμηση Επικινδυνότητας στο Αιτωλικό* . ΔΕΥΑΜ.
- Μαυρίδου, Α., Βανταράκης, Α., Ευστρατίου, Μ.-Α., & Αρβανιτίδου-Βαγιωνά, Μ. (2014). *Μικροβιολογία & Επιδημιολογία Νερού. Θεωρία και Τεχνικές*.
- Μελέτη ΔΕΥΑ Μεσολογγίου. (2018). για την Προμήθεια - εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία συστήματος ηλεκτρονικής διαχείρισης-τηλελέγχου τηλεχειρισμού για τη ελαχιστοποίηση των διαρροών του πόσιμου νερού της ΔΕΥΑ Μεσολογγίου.
- Σκληβανιώτης, Μ. (2004). *Ποιότητα Πόσιμου Νερού*. Πάτρα: ΔΕΥΑ Πάτρας.
- Σταματάτος, Σ. (2020). *ΔΕΥΑ ΔΗΜΟΥ Ι.Π. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ*. Ανάκτηση από deyames.gr: <http://deyames.gr>
- Υπουργείο Ανάπτυξης και Επενδύσεων. (2024). Ανάκτηση από [ANAPTYXH.gov.gr](https://eyde.ypes.gr/tritsis/projects/category/at01-ydreusi): <https://eyde.ypes.gr/tritsis/projects/category/at01-ydreusi>

Υπουργείο Υγείας. (2020). Δυνατότητα εργαστηριακής διερεύνησης του ιού SARS-COV-2 σε ανεπεξέργαστα αστικά λύματα στα δίκτυα αποχέτευσης. *Εγκύκλιος Δ1(δ)/Γ.Π. οικ. 30638*

Ιστοσελίδες

SWAN. (2024). Smart Water Networks Forum. Ανάκτηση 2024, από <https://swan-forum.com/smart-water-network/>

<https://el.wikipedia.org/wiki/SCADA>. (2024).

ypen.gov.gr. (n.d.). Ανάκτηση από Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας: <https://ypen.gov.gr/perivallon/ydatikoi-poroi/diacheirisi-ydatikon-poron>

Νόμοι

Αριθμ. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829. (2023, Μάιος 25). Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 (L435/1, 23.12.2020). (Β'). ΦΕΚ 3525.

Ν 1069/80. (ΦΕΚ 191Α). Περί κινήτρων δια την ίδρυσιν Επιχειρήσεων.