


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ



Δίκτυα Και Ποιότητα Υδάτων Υδρεύσεως: Ευρωπαϊκό και Εθνικό
Θεσμικό Πλαίσιο, η Σύγχρονη Ελληνική Πραγματικότητα και η
Μελέτη Περίπτωσης της Ηγουμενίτσας

Water Supply Networks and Quality: European and National
Institutional Framework, Contemporary Greek Reality and the Case
Study of Igoumenitsa

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΤΣΙΟΚΑΝΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

Επιβλέπων:

Βασίλειος Κανακούδης
Καθηγητής Π.Θ

Βόλος, Σεπτέμβριος 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Δίκτυα και Ποιότητα Υδάτων Υδρεύσεως: Ευρωπαϊκό και Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο, η Σύγχρονη Ελληνική Πραγματικότητα και η Μελέτη Περίπτωσης της Ηγουμενίτσας

Water Supply Networks and Quality: European and National Institutional Framework, Contemporary Greek Reality and the Case Study of Igoumenitsa

Διπλωματική Εργασία

του

Τσιόκανου Αθανάσιου

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής την 30^η Σεπτεμβρίου

.....
Βασίλειος Κανακούδης

.....
Θεόδωρος Καρακασίδης

.....
Ευάγγελος Κεραμάρης

Βόλος, Σεπτέμβριος 2019

... ..

Τσιόκανος Αθανάσιος

Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός Π.Θ

Copyrights © Τσιόκανος Αθανάσιος, 2019

All rights reserved

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον καθηγητή μου κ. Βασίλειο Κανακούδη όχι μόνο για την ανάθεση, την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας και την ευκαιρία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, αλλά και για την ενθάρρυνση κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων να θέτω υψηλούς ακαδημαϊκούς στόχους και να δουλεύω σκληρά για την επίτευξή τους.

Επιπρόσθετα θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον υποψήφιο διδάκτορα του ίδιου καθηγητή μου, Μενέλαο Πατέλη, αρχικά για την εμπιστοσύνη που έδειξε στις ικανότητές μου και στη συνέχεια για τη συνεχή στήριξη, την καθοδήγηση, την προσφορά προσωπικού χώρου και χρόνου, την ευγένεια και την προθυμία που επέδειξε σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας.

Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η προσφορά και συμβολή του υποψήφιου διδάκτορα του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Π.Θ, Μηνά Γαβαλά, τον οποίο και ευχαριστώ για τις χρήσιμες συμβουλές, υποδείξεις και διορθώσεις του.

Τέλος, τα λόγια δεν είναι αρκετά για να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αγάπη και τις θυσίες που έκανε όλα αυτά τα χρόνια στηρίζοντάς με και για την ευκαιρία που μου έδωσε να σπουδάσω.

Τσιόκανος Αθανάσιος,
Βόλος 2019

Δίκτυα και Ποιότητα Υδάτων Υδρεύσεως: Ευρωπαϊκό και Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο, η Σύγχρονη Ελληνική Πραγματικότητα και η Μελέτη Περίπτωσης της Ηγουμενίτσας

Τσιόκανος Αθανάσιος

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2019

Επιβλέπων Καθηγητής: Κανακούδης Βασίλειος

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει το επίπεδο ετοιμότητας και το υλικοτεχνικό επίπεδο που πρέπει να διαθέτουν οι εταιρείες ύδρευσης και τα στελέχη που τις απαρτίζουν, όχι μόνο για την αποδοτικότερη και πιο κερδοφόρα διαχείριση του δικτύου, αλλά και για να είναι σε θέση να ανταποκριθούν και να τηρούν το σύγχρονο καθώς και απαιτητικό θεσμικό πλαίσιο. Τα νέα νομικά πρότυπα εστιάζουν σε καινούριες πολιτικές για αειφόρο ανάπτυξη, πολιτικές τιμολόγησης, κοινωνικές πολιτικές και ποιοτικούς παραμέτρους. Έτσι, η ολοκληρωμένη ορθολογική διαχείριση των δικτύων ύδρευσης και η εναρμόνισή τους στις σύγχρονες μεθόδους διαχείρισης καθίστανται απαραίτητες. Αρχικά, αναζητήθηκαν και αναλύθηκαν επαρκώς οι προαπαιτούμενες έννοιες και γνώσεις, καθώς και το Ευρωπαϊκό και Εθνικό θεσμικό πλαίσιο με τις απαραίτητες δράσεις εκσυγχρονισμού για την πλήρη εφαρμογή του, που θα έπρεπε να γνωρίζουν τα στελέχη των υπηρεσιών. Σύμφωνα με αυτά, έγινε ο σχολιασμός στις μελέτες περίπτωσης κατά την διεξαγωγή της έρευνας. Ειδικότερα, με στόχο την πληρότητα και την διεύρυνση του αντικείμενου της ερευνητικής εργασίας, έγινε η επιλογή τεσσάρων Δημοτικών Επιχειρήσεων Υδρεύσεως και Αποχετεύσεως (Δ.Ε.Υ.Α). Θέλοντας να εξεταστεί κάθε είδους περίπτωση, από τις λιγότερο εκσυγχρονισμένες μέχρι τις πιο σύγχρονες και λειτουργικές, ξεχώρισαν οι επιχειρήσεις της Ζακύνθου (Δ.Ε.Υ.Α.Ζ.), της Θέρμης (Δ.Ε.Υ.Α.Θ), της Κεφαλλονιάς (Δ.Ε.Υ.Α.Κ) και της Ηγουμενίτσας (Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ.) και αξιολογήθηκε το επίπεδό τους με βάση το υλικό που παραχωρήθηκε μετά από συνεχή επικοινωνία με τους αρμόδιους και με οδηγό τις βασικές αρχές του θεσμικού πλαισίου. Η περίπτωση της Ηγουμενίτσας προκάλεσε ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς αποτελούσε την πιο «θεωρητικά» ολοκληρωμένη σε τεχνικό επίπεδο επιχείρηση και για αυτό το λόγο γίνεται εκτεταμένη ανάλυση του δικτύου της σε ξεχωριστό κεφάλαιο, καθώς και η βαθμονόμηση-επαλήθευση του υδραυλικού μοντέλου που διέθετε η αρμόδια υπηρεσία. Μετά το πέρας της έρευνας, έγινε η εξαγωγή συγκριτικών αποτελεσμάτων τόσο σε ποσοτική όσο και σε ποιοτική μορφή, καθώς και ο σχολιασμός τους. Έτσι παρουσιάστηκαν οριστικά συμπεράσματα για το επίπεδο των δικτύων της χώρας, σύμφωνα με τα θεσμικά πρότυπα, και προτάθηκαν λύσεις για την βελτίωση της μακροπρόθεσμης ολοκληρωμένης διαχείρισης τους και των παρεχόμενων υπηρεσιών, αλλά και για την πλήρη εφαρμογή της ισχύουσας νομοθεσίας.

Λέξεις κλειδιά

Διαχείριση Δικτύων Υδρεύσεως, Ποιότητα Νερού, Θεσμικό Πλαίσιο Διαχείρισης Υδάτων, Μοντέλο Υδραυλικής Προσομοίωσης, Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (Δ.Ε.Υ.Α)

Water Supply Networks and Quality: European and National Institutional Framework, Contemporary Greek Reality and the Case Study of Igoumenitsa

Tsiokanos Athanasios

University of Thessaly, Civil Engineering Department, 2019

Supervisor: Prof. Kanakoudis Vasilis

Abstract

The subject of this diploma thesis is to investigate the level of preparedness and equipment that the operators of water distribution systems (water enterprises) must possess, not only for the most efficient and profitable management of the network, but also to be able to conform to the demanding contemporary legislation. The current legal standards focus on new sustainable development policies, pricing policies, social policies and quality parameters. Thus, an integrated rational management of the water supply networks and their harmonization with modern management methods are considered essential.

Initially, the requisite concepts and knowledge, as well as the European and National legislation in conjunction with the necessary actions for their full implementation were searched for and thoroughly analysed. According to that information, case studies were evaluated during the research.

Specifically, with the aim of completing and expanding the scope of the research work, four Greek municipal water companies (called D.E.Y.A) were selected. In order to examine each case, from the least to the most functional one, the DEYA of Zante, the DEYA of Thermi, the DEYA of Kefallonia and the DEYA of Igoumenitsa were selected and evaluated, based on the material which was provided after continuous communication with the respective authorities. In the evaluation process, the current legislation and its principles were of primary importance. The case of Igoumenitsa was of particular interest, because it was theoretically the most functional company, so its water supply network was extensively analysed in separate chapter. The hydraulic simulation model used by the water company was also calibrated.

At the end of the research, comparative results were extracted in both quantitative and qualitative form and commented on. Thus, definitive conclusions about the level of the networks in Greece were presented, according to the current legislation, and solutions were proposed for the improvement of their long-term integrated management and the services provided, as well as the full implementation of the law.

Key Words

Water Network Management, Water Quality, Institutional Framework of Water Management, Hydraulic Simulation Model, Municipal Water and Sewage Enterprises (D.E.Y.A)

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	vii
Abstract	viii
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xii
Κατάλογος Εικόνων	xii
Κατάλογος Πινάκων	xiii
Κατάλογος Χαρτών	xiv
Πίνακας Συντομεύσεων-Ακρωνύμια	xv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	1
1.1 ΤΟ ΝΕΡΟ: ΕΝΑΣ ΠΟΛΥΤΙΜΟΣ ΠΟΡΟΣ ΣΕ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ	1
1.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	3
1.2.1 Απώλειες νερού	4
1.2.2 Μείωση φυσικής ακεραιότητας	6
1.2.3 Μείωση παροχетеυτικής ικανότητας	7
1.2.4 Υποβάθμιση ποιότητας	7
1.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ	11
1.4 ΤΟ ΙΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΩΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	12
1.4.1 Υδατικό ισοζύγιο IWA	12
1.4.2 Τροποποιημένο Υδατικό Ισοζύγιο	14
1.5 ΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΩΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	15
1.5.1 Οι δείκτες αξιολόγησης της IWA	17
1.5.2 Νέοι δείκτες απόδοσης	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	21
2.1 ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΔΙΚΑΙΟ	21
2.2 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	22
2.2.1 Οι βασικότερες Ευρωπαϊκές Οδηγίες για το νερό	22
2.2.2 Η Οδηγία Πλαίσιο για το νερό 2000/60/ΕΚ	23
2.3 ΕΘΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	28
2.3.1 Σχολιασμός Ελλαδικού χώρου	28
2.3.2 Ο νόμος « Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις » (Ν.1739/1987)	29
2.3.3 Ο νόμος « Προστασία και διαχείριση των υδάτων- Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ » (Ν.3199/2003)	31
2.3.4 ΠΔ 51/2007 (ΦΕΚ 54 Α/08.03.2007)	32
2.3.5 Νομοθετικό πλαίσιο για το πόσιμο νερό και την ποιότητα του	33
2.3.6 Σχέδιο Νόμου-Νέο Ρυθμιστικό Σχέδιο Αττικής-Θεσσαλονίκης και Άλλες διατάξεις	35
2.3.7 Κανόνες κοστολόγησης (Απόφαση Αριθμ. Οικ. 135275/2017, ΦΕΚ 1751/Β/22-5-2017)	36

2.3.8 Ελληνική Νομοθεσία για τα Αστικά λύματα	36
2.4 ΤΟΠΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	39
3.1 ΓΕΝΙΚΑ	39
3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	39
3.3 ΘΕΜΕΛΕΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	40
3.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	43
3.5 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	44
3.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	44
3.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	47
4.1 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ Δ.Ε.Υ.Α.	47
4.2 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	47
4.3 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 1 ^Η : Δ.Ε.Υ.Α Ζακύνθου	52
4.3.1 Χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης-Υλικό Δ.Ε.Υ.Α.Ζ	52
4.3.2 Σχολιασμός υλικοτεχνικού επιπέδου Δ.Ε.Υ.Α.Ζ	54
4.3.3 Συνέπειες από τις ελλείψεις τεχνικού υλικού και πληροφορίας	54
4.3.4 Συμπεράσματα	56
4.4 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 2 ^Η : Δ.Ε.Υ.Α ΘΕΡΜΗΣ	56
4.4.1 Χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης-Υλικό Δ.Ε.Υ.Α.Θ	56
4.4.2 Σχολιασμός υλικοτεχνικού επιπέδου Δ.Ε.Υ.Α.Θ	60
4.4.3 Συμπεράσματα	60
4.5 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 3 ^Η : Δ.Ε.Υ.Α ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ	61
4.5.1 Χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης-Υλικό Δ.Ε.Υ.Α.Κ.	61
4.5.2 Σχολιασμός υλικοτεχνικού επιπέδου Δ.Ε.Υ.Α.Κ.	63
4.5.3 Συμπεράσματα	64
4.6 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 4 ^Η : Δ.Ε.Υ.Α Ηγουμενίτσας	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΕΥΑ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	67
5.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ: Δ.Ε. ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	67
5.1.1 Εισαγωγή	67
5.1.2 Διοικητικά και δημογραφικά στοιχεία της περιοχής	67
5.1.3 Φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής	68
5.1.4 Ο ρόλος της πόλης στον ευρύτερο χώρο	69
5.2 ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	70
5.2.1 Εισαγωγή	70
5.2.2 Πηγές υδροληψίας	71

5.2.3 Δεξαμενές.....	72
5.2.4 Κόμβοι	73
5.2.5 Εξαρτήματα δικτύου	74
5.2.6 Σωληνώσεις	75
5.2.7 Σύστημα τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού SCADA	77
5.2.8 Αυτοματοποιημένοι Μετρητές Δικτύου (AMR).....	82
5.2.9 Ποιότητα Νερού Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ.....	84
5.2.10 Μοντέλο υδραυλικής προσομοίωσης σε WaterGEMS	86
5.3 ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	88
5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	97
6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	97
6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	98
6.3 ΠΕΔΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	102
Βιβλιογραφία/Αναφορές.....	105

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Ποσοστιαίες απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή ψηφιακού υδραυλικού μοντέλου (Ξυπνητός, 2018).....	49
Διάγραμμα 2: Ποσοστιαίες απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή άλλου τύπου συστήματος χαρτογράφησης (Ξυπνητός, 2018).....	50
Διάγραμμα 3: Ποσοστιαίες απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή συμπληρωμένου υδατικού ισοζυγίου (Ξυπνητός, 2018).....	51
Διάγραμμα 4: Εξέλιξη οικισμού Ηγουμενίτσας και Δ.Ε Ηγουμενίτσας (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).....	68
Διάγραμμα 5: Ετήσιος μέσος όρος θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων Ηγουμενίτσας (Meteoblue, 2019).....	69
Διάγραμμα 6: Κατανομή υλικών αγωγών δικτύου	76
Διάγραμμα 7: Πεδία ελέγχου συσκευών SCADA στο δίκτυο.....	80
Διάγραμμα 8: 24ωρη διακύμανση ροής reservoir	88
Διάγραμμα 9: 24ωρη διακύμανση υψομέτρου στάθμης δεξαμενών.....	89
Διάγραμμα 10: 24ωρη διακύμανση πίεσης κόμβου Λαδοχωρίου	90
Διάγραμμα 11: 24ωρη διακύμανση εξαγωγής ροής reservoir G11 και GN	92
Διάγραμμα 12: 24ωρη διακύμανση εξαγωγής ροής PHGH_SKEFARH1	93

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Χάρτης κατανομής έλλειψης νερού και οικονομικού νερού (Fallis et al., 2011).....	1
Εικόνα 2: Χάρτης διαθεσιμότητας νερού (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015)	2
Εικόνα 3: Συστατικά Μη-Ανταποδοτικού νερού (Μανουσέλη, 2013).....	5
Εικόνα 4: Παράδειγμα απωλειών μέσω κυκλικής οπής και η αντίστοιχη χαμένη ποσότητα νερού (Fallis et al., 2011)	6
Εικόνα 5: Έργα υποδομής για τα ύδατος μέσω προγραμμάτων ΕΣΠΑ 2014-2020 (Γαβαλάς, 2019) ..	37
Εικόνα 6: Απλουστευμένη προσομοίωση δικτύου διανομής (Fallis et al., 2011)	40
Εικόνα 7: Ιεραρχική δομή δεδομένων απλουστευμένης προσομοίωσης (Fallis et al., 2011)	41
Εικόνα 8: Βάση δεδομένων σε προγραμματιστικό περιβάλλον GIS (Fallis et al., 2011)	42
Εικόνα 9: Δίκτυο ύδρευσης περιοχής Κατασταρίου.....	53
Εικόνα 10: Δήμος Θέρμης (Google Maps).....	57
Εικόνα 11: Οριζοντιογραφία εσωτερικού δικτύου Θέρμης.....	57
Εικόνα 12: Διάταξη αγωγών εξωτερικού δικτύου Θέρμης	58
Εικόνα 13: Λεπτομέρεια συνδέσεων και φρεατίων εξωτερικού δικτύου.	59
Εικόνα 14: Λεπτομέρεια συνδέσεων και φρεατίων εξωτερικού δικτύου.	59
Εικόνα 15: Αποτύπωση δικτύου ύδρευσης Αργοστολίου σε AutoCAD.....	62
Εικόνα 16: Λεπτομέρεια δικτύου ύδρευσης Αργοστολίου σε AutoCAD	62
Εικόνα 17: Σχετικές θέσεις χαρακτηριστικών δικτύου Αργοστολίου σε Google Earth	63
Εικόνα 18: Αποτύπωση δικτύου ύδρευσης Δ.Ε Ηγουμενίτσας σε WaterGEMS	64
Εικόνα 19: Δήμος Ηγουμενίτσας (Wikipedia).....	68
Εικόνα 20: Αποτύπωση δικτύου Ηγουμενίτσας στο Google Earth.....	71
Εικόνα 21: Θέση πηγών υδροληψίας δικτύου	72
Εικόνα 22: Θέση δεξαμενών δικτύου ύδρευσης.....	73
Εικόνα 23: Μοτίβο 24ωρων οικιακών καταναλώσεων.....	74
Εικόνα 24: Καμπύλη λειτουργίας 2 ^{ου} αντλιοστασίου	74
Εικόνα 25: Διαχωρισμός του δικτύου ως προς τη διάμετρο των αγωγών-Περιοχή Νέας Σελεύκιας-Εθνικής Αντίστασης.....	76

Εικόνα 26: Διαχωρισμός του δικτύου ως προς τη διάμετρο των αγωγών-Περιοχή Ηγουμενίτσας-Λαδοχωρίου -Γρεκοχωρίου	77
Εικόνα 27: Παράδειγμα συστήματος παρακολούθησης SCADA (Adams, 2004)	78
Εικόνα 28: Οθόνη παρακολούθησης προγράμματος SCADA (Δ.Ε.Υ.Α Λέσβου, 2019)	79
Εικόνα 29: Σημεία εγκατάστασης συσκευών SCADA στο δίκτυο ύδρευσης.....	79
Εικόνα 30: Θέσεις Σταθμών Εσωτερικού Δικτύου (Σ.Ε.Δ).....	81
Εικόνα 31: Λειτουργία συστήματος AMR (Barat et al. 2014)	83
Εικόνα 32: Περιοχή εγκατάστασης Αυτοματοποιημένων Μετρητών (AMR).....	83
Εικόνα 33: Πιστοποιητικό μικροβιολογικής εξέτασης δεξαμενής δικτύου	85
Εικόνα 34: Διάταξη reservoir στο μοντέλο.....	87
Εικόνα 35: Operational Control τυχαίας δεξαμενής στο μοντέλο.....	87
Εικόνα 36: Σφάλματα μοντέλου κατά το compute.....	89
Εικόνα 37: Κόμβοι του μοντέλου με αρνητική ή θετική πίεση	90
Εικόνα 38: Χαρακτηριστικά αρχικών ρυθμίσεων PBV του μοντέλου	93
Εικόνα 39: Αρχικά κλειστοί αγωγοί του μοντέλου	94
Εικόνα 40: Αρχικά κλειστές IV μοντέλου.....	94
Εικόνα 41: Πιέσεις Λαδοχωρίου μετά το άνοιγμα της IV-28	95
Εικόνα 42: Πιέσεις Λαδοχωρίου πριν το άνοιγμα της IV-28	95

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Προβλήματα δικτύων και συμπτώματα εμφάνισής τους (Κανακούδης,1998)	4
Πίνακας 2: Ποιότητα νερού και αιτίες επιβάρυνσης (Κανακούδης, 1998)	7
Πίνακας 3: Επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση σε διάφορα επίπεδα χλωρίου (Κράββαρη, 2017)	10
Πίνακας 4: Υδατικό ισοζύγιο κατά IWA (International Water Association).....	12
Πίνακας 5: Η 2 ^η τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου (Kanakoudis & Tsitsfli, 2010b).....	15
Πίνακας 6: Κατηγορίες δεικτών απόδοσης της IWA (Ιδία επεξεργασία με στοιχεία των Alegre et al., 2006).....	17
Πίνακας 7: Οι κατηγορίες δεικτών και οι υπό-ομάδες τους (Κανακούδης & Τσιτσοφλή, 2015).....	18
Πίνακας 8: Δείκτες που αφορούν το Μη-Ανταποδοτικό νερό της IWA (Ιδία επεξεργασία Alegre et al., 2006).....	18
Πίνακας 9: Προτεινόμενοι νέοι δείκτες (Ιδία επεξεργασία Kanakoudis et al.,2013)	19
Πίνακας 10: Συνολικό κόστος ύδατος (Αζαριάδη, 2014)	27
Πίνακας 11: Τα υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας και τα χαρακτηριστικά τους (Kanakoudis & Tsitsifli, 2010)	30
Πίνακας 12: Παράμετροι παρακολούθησης στα δίκτυα ύδρευσης.....	35
Πίνακας 13: Σημεία ελέγχου στα δίκτυα ύδρευσης.....	35
Πίνακας 14: Γεωτρήσεις δικτύου ύδρευσης Κατασταρίου και τα χαρακτηριστικά τους.....	53
Πίνακας 15: Σύγκριση παραμέτρων δικτύου Κατασταρίου με τα ανώτατα όρια της ΚΥΑ Υ2/2600/2001	55
Πίνακας 16: Πηγές υδροληψίας δικτύου ύδρευσης Ηγουμενίτσας.....	71
Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά δεξαμενών δικτύου ύδρευσης.....	72
Πίνακας 18: Χαρακτηριστικά δεξαμενών δικτύου ύδρευσης.....	73
Πίνακας 19: Πίνακας υπολογισμού χαρακτηριστικών αγωγών δικτύου.....	75
Πίνακας 20: Συσκευές παρακολούθησης δεξαμενών SCADA και το πεδίο εξέτασης.....	80
Πίνακας 21: Αναλυτικός πίνακας χαρακτηριστικών του υδραυλικού μοντέλου	86
Πίνακας 22: Αντιστοίχιση γεωτρήσεων με reservoir του μοντέλου και σφάλματα ροής.....	91

Πίνακας 23: Αντιστοίχιση πηγών με reservoir του μοντέλου και σφάλματα ροής.....	92
Πίνακας 24: Χαρακτηριστικά εταιρειών που περιπλέκουν την εφαρμογή των Ευρωπαϊκών Οδηγιών	100

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 1: Κατανομή μέσης ετήσιας απορροής στην Ελλάδα (Κράββαρη, 2017)	29
Χάρτης 2: Τα 14 υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας (ΥΠΕΚΑ, 2019)	30
Χάρτης 3: Θεματικός χάρτης έτους δημοσίευσης Σχεδίων Διαχείρισης ΛΑΠ στην Ελλάδα (Γαβαλάς, 2019).....	31
Χάρτης 4: Γεωγραφική απεικόνιση απαντήσεων Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή ψηφιακού υδραυλικού μοντέλου (Ξυπνητός, 2018)	48
Χάρτης 5: Γεωγραφική απεικόνιση απαντήσεων Δ.Ε.Υ.Α για την χρησιμοποίηση άλλου τύπου χαρτογράφησης (Ξυπνητός, 2018).....	49
Χάρτης 6: Γεωγραφική απεικόνιση απαντήσεων Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή συμπληρωμένου υδατικού ισοζυγίου (Ξυπνητός, 2018).....	50
Χάρτης 7: Περιοχή ενδιαφέροντος	52

Πίνακας Συντομεύσεων-Ακρωνύμια

AMR	Automated Meter Reading
CIS	Center Information System
DMA	District Meter Area
FCV	Flow Control Valve
GIS	Geographic Information System
ILI	Infrastructure Leakage Index
IWA	International Water Association
IV	Isolation Valve
MCL	Maximum Contaminant Level
MCD	Minimum Charge Difference
NRW	Non-Revenue Water
PVC	Polyvinyl chloride
PBV	Pressure Breaker Valve
PMA	Pressure Management Area
PRV	Pressure Reducing Valve
SCADA	Supervisory Control & Data Acquisition Systems
SIV	System Input Volume
THMs	Trihalomethanes
UARL	Unavoidable Annual Real Losses
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WFD	Water Framework Directive
WMO	World Meteorological Organization
ΑΚ	Άμεσο Κόστος
ΔΕ	Δημοτική Ενότητα
ΔΚ	Δημοτική Κοινότητα
ΔΥΠ	Διευθύνσεις Υδάτων Περιφέρειας
ΕΕΥ	Εθνική Επιτροπή Υδάτων
ΕΣΥ	Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων
ΕΚ	Ευρωπαϊκή Κοινότητα
ΕΟΚ	Ευρωπαϊκή Οικονομική Ενότητα
ΚΥΥ	Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων
ΚΣΕ	Κεντρικοί Σταθμοί Ελέγχου
ΚΦΠ	Κόστος Φυσικού Πόρου
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΛΑΠ	Λεκάνη Απορροής Ποταμού
ΠΚ	Περιβαλλοντικό Κόστος
ΠΣΥ	Περιφερειακά Συμβούλια Υδάτων
ΠΔ	Προεδρικό Διάταγμα
ΠΠΠ	Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος
ΣΕΔ	Σημεία Εσωτερικού Δικτύου
ΤΚ	Τοπική Κοινότητα
ΤΣΕ	Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου
ΥΔ	Υγειονομική Διάταξη

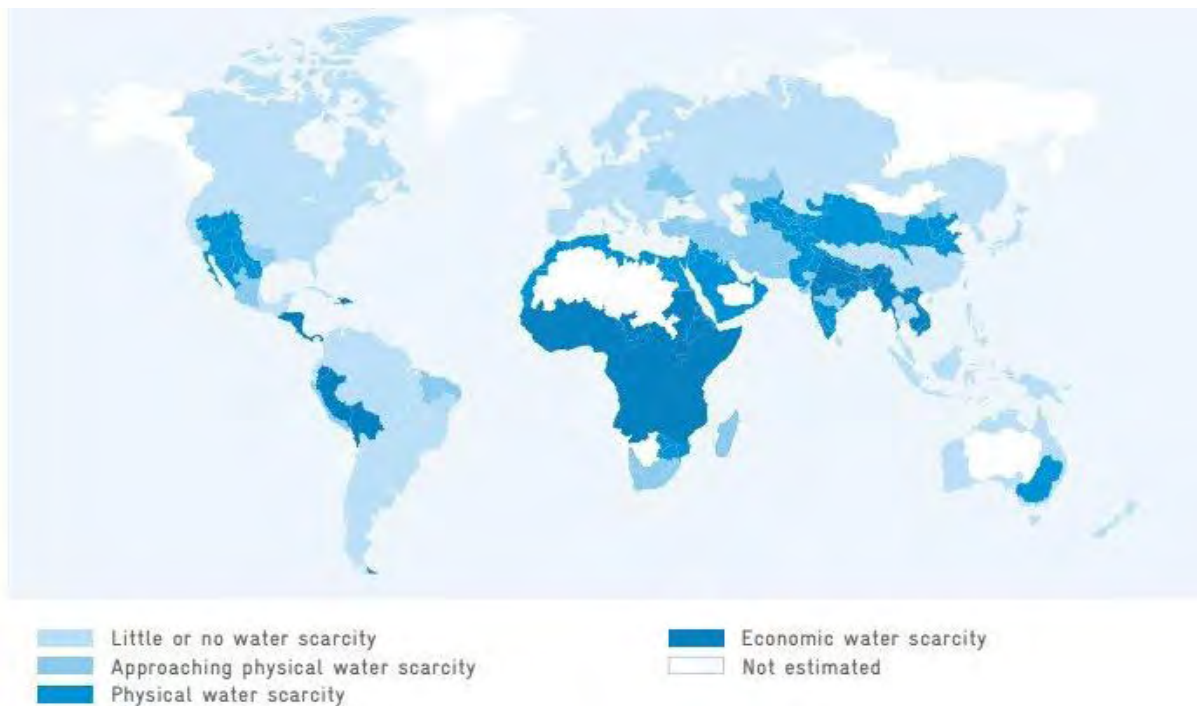
ΥΑ	Υπουργική Απόφαση
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

1.1 ΤΟ ΝΕΡΟ: ΕΝΑΣ ΠΟΛΥΤΙΜΟΣ ΠΟΡΟΣ ΣΕ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

Το νερό είναι ζωτικής σημασίας πόρος, ανεξάρτητα από τον τόπο στον οποίο ζούμε. Το γλυκό νερό είναι απαραίτητο όχι μόνο για την ανθρώπινη διατροφή, αλλά και για τη βιομηχανική και αγροτική παραγωγή. Ως εκ τούτου, η διαθεσιμότητα γλυκού νερού συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη και την ευημερία της κοινωνίας μας. Το γλυκό νερό είναι ένας περιορισμένος πόρος, ενίοτε σπάνιος, αν αναλογιστεί κανείς ότι αποτελεί μόλις το 3% της παγκόσμιας κατανομής ύδατος και μόλις το ένα τρίτο του είναι εκμεταλλεύσιμο και βρίσκεται στους υπόγειους υδροφορείς και υπό μορφή επιφανειακού νερού σε ποτάμια και λίμνες. Επομένως οι ποσότητες που μπορούν να αξιοποιηθούν για ύδρευση, άρδευση και βιομηχανία είναι περιορισμένες (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015).

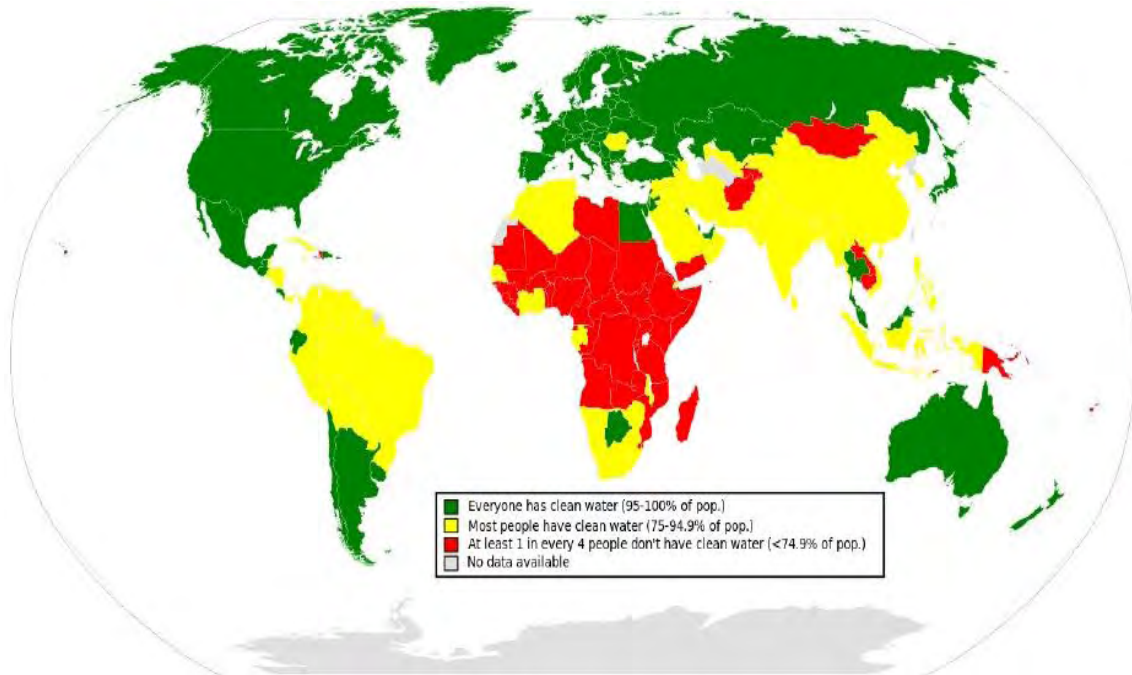
Επιπλέον, οι ταχείες παγκόσμιες αλλαγές όπως η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, η οικονομική ανάπτυξη, η μετανάστευση, η αστικοποίηση και η κλιματική αλλαγή με τα φαινόμενα των πλημμυρών και των παρατεταμένων ξηρασιών, θέτουν νέους περιορισμούς στους υδατικούς πόρους και στις υποδομές που παρέχουν πόσιμο νερό στους πολίτες, τις επιχειρήσεις, τις βιομηχανίες και τα ιδρύματα. Πολιτικά, οικονομικά και τεχνικά ζητήματα μπορούν επίσης να αποτρέψουν την ίση κατανομή ύδατος, ακόμη και σε περιοχές όπου η φυσική παρουσία του νερού επαρκεί. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως “Έλλειψη Οικονομικού Νερού” (Economic Water Scarcity) και επηρεάζει μεγάλο αριθμό χωρών, ιδίως στην υποσαχάρια Αφρική, τη Μέση την Ανατολική και την Νότια Ασία, αλλά και τη Νότια και Κεντρική Αμερική όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Fallis et al., 2011).



Εικόνα 1: Χάρτης κατανομής έλλειψης νερού και οικονομικού νερού (Fallis et al., 2011)

Πέρα από το πρόβλημα διαθεσιμότητας νερού, έντονες ανησυχίες εκφράζονται ως προς τη ποιότητα του. Η διαμόρφωση της σύστασης της ποιότητας του αναφέρεται στα χημικά,

φυσικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των υδάτων. Στην Εικόνα 1-2 που ακολουθεί αποτυπώνεται το παγκόσμιο ποσοστό ανθρώπων που έχει πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό.



Εικόνα 2: Χάρτης διαθεσιμότητας νερού (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015)

Η σπουδαιότητα του νερού, οι περιορισμοί και οι προβληματισμοί που προκύπτουν σχετικά με μία βιώσιμη μακροχρόνια λύση, έχουν οδηγήσει σταδιακά στη συνειδητοποίηση για λήψη άμεσων μέτρων και, τελικά, στη διαμόρφωση ενός ευρύτερου πλαισίου, νομοθετικού και μη, για την προστασία και την ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων και των συστημάτων ύδρευσης.

Η διαχείριση υδατικών πόρων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης και ειδικότερα σε περιοχές που αντιμετωπίζουν προβλήματα έλλειψης νερού. Κάθε δίκτυο έχει δύο κύριους χρήστες: (α) τους οικιακούς, εμπορικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές και (β) το ίδιο το δίκτυο ύδρευσης, αφού ένας τεράστιος όγκος του εισερχόμενου νερού χάνεται. Οι απώλειες νερού στα συστήματα παροχής και διανομής νερού αποτελούν ένα παγκόσμιο πρόβλημα που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Οι απώλειες λόγω διαρροών, παράνομων συνδέσεων και σπατάλης αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 35% του πόσιμου νερού. Αν αναλογιστεί κανείς το μέγεθος των απωλειών μπορεί να αντιληφθεί και τη σημασία τους, αφού αποτελούν έναν «εν δυνάμει» υδατικό πόρο. “Η προσφορά του νερού δεν είναι δεδομένη, έχει κάποια ανώτερα όρια. Είναι αναγκαία, επομένως, η βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων στο πλαίσιο της αξιοβίωτης περιβαλλοντικής διαχείρισης (επιδίωξη διαχρονικής μείωσής τους κόστους ίδιας ευκαιρίας μεταξύ χρηστών ή/και της ίδιας χρήσης” (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015).

Επομένως, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ολοκληρωμένη διαχείριση αστικών δικτύων ύδρευσης είναι πιο επίκαιρη από ποτέ, καθώς βοηθά στην ορθολογική Διαχείριση Υδατικών Πόρων. Παρόλο που η κατανάλωση νερού για ύδρευση δεν ξεπερνά το 10% της συνολικής χρήσης, έχει ύψιστη σημασία και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πεδία επιστημονικών

ερευνών, καθώς έχει άμεσο κόστος στην υγεία και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015).

Για όλους τους παραπάνω λόγους είναι απαραίτητη η αξιολόγηση του επιπέδου λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης και η πρόβλεψη της αξιοπιστίας τους. Η ορθολογική διαχείριση των δικτύων ύδρευσης θα έχει θετικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές συνέπειες. Περιβαλλοντικές καθώς θα συμβάλει στην ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων και στην εξοικονόμηση του φυσικού πόρου, αλλά και στη μείωση κατανάλωσης του ανθρακικού αποτυπώματος και οικονομικές, καθώς οι αρμόδιες υπηρεσίες διαχείρισης θα μειώσουν τις δαπάνες τους από τη μείωση των απωλειών και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Για να οδηγηθεί κάποιος στην ορθολογική διαχείριση των δικτύων ύδρευσης θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιολογήσει την υφιστάμενη κατάσταση και να αντιμετωπίσει τα συχνότερα προβλήματα των δικτύων, καθώς και τους λόγους εμφάνισής τους. Ακόμη θα πρέπει να αναλογιστεί τα συστατικά των προβλημάτων αλλά και το μέγεθος της σημασίας τους.

1.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Ο πρωταρχικός στόχος στη διαχείριση δικτύων ύδρευσης ήταν η κάλυψη των απαιτήσεων των διάφορων χρήσεων με το ελάχιστο δυνατό λειτουργικό κόστος. Επίσης, ένα πρότυπο λειτουργικά δίκτυο διανομής έπρεπε να καλύπτει ορισμένες προϋποθέσεις ως προς τη λειτουργικότητά του, όπως η εξασφάλιση ελάχιστης πίεσης, ο περιορισμός μέγιστης πίεσης και η προστασία από υδραυλικό πλήγμα. Στη συνέχεια, λόγω των έκτακτων περιστατικών εμφανίστηκαν στο προσκήνιο νέα προβλήματα και χρειάστηκε επιπλέον μελέτη των θεμάτων αυτών. Τα κυριότερα προβλήματα των δικτύων διανομής νερού είναι (Κανακούδης, 1998):

- Οι απώλειες νερού
- Η μείωση της φυσικής του ακεραιότητας
- Η μείωση της παροχτευτικής τους ικανότητας
- Η υποβάθμιση της ποιότητας

Κάποιες από τις αιτίες εμφάνισης αυτών των προβλημάτων μπορούν να είναι (Κανακούδης, 1998):

- Η διάβρωση μεταλλικών αγωγών
- Οι διαρροές και οι θραύσεις
- Ανεπαρκές μέγεθος αγωγών και δεξαμενών
- Ανεπαρκείς βαλβίδες μείωσης πίεσης
- Ανεπαρκής δυναμικότητα αντλιών
- Ανεπαρκής ποιότητας αγωγών
- Μεταβολή χαρακτηριστικών νερού και διείδυση ουσιών
- Λάθος εκτίμηση καταναλώσεων στο δίκτυο
- Ανεπαρκής αντιπληγματικός έλεγχος και προστασία
- Άλλες

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα κυριότερα προβλήματα των δικτύων και τα βασικά συμπτώματα εμφάνισής τους, όπως διατυπώθηκαν από τον Κανακούδη το 1998:

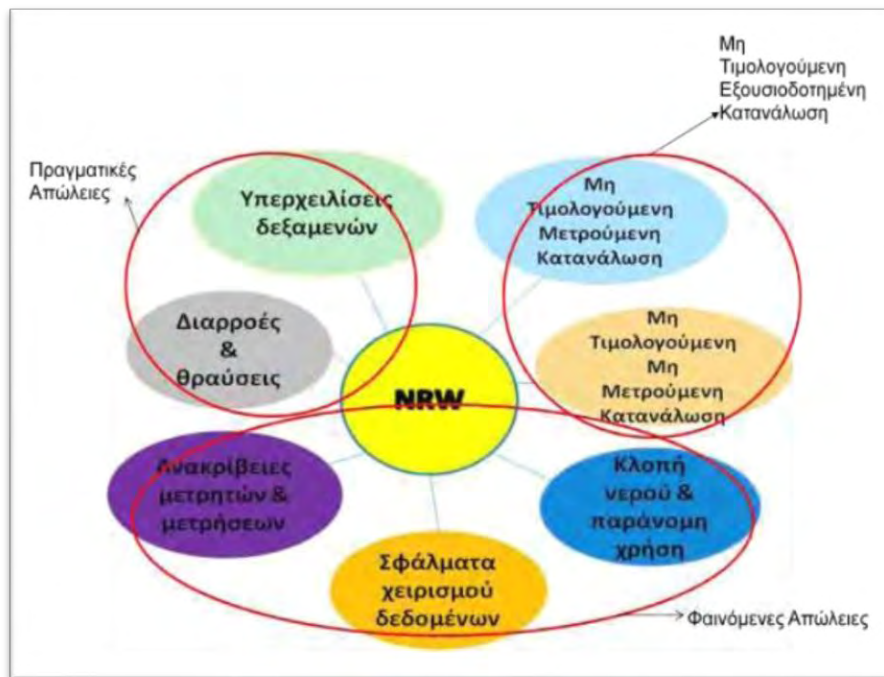
Πίνακας 1: Προβλήματα δικτύων και συμπτώματα εμφάνισής τους (Κανακούδης,1998)

WL	Απώλειες Νερού
WL1	Συχνή εμφάνιση οπών λόγω διάβρωσης
WL2	Συχνή εμφάνιση διαρροών στις ενώσεις και στις συνδέσεις των αγωγών
WL3	Υψηλό ποσοστό ελάχιστης νυχτερινής κατανάλωσης
WL4	Υψηλή τιμή ειδικής κατανάλωσης μετά την αφαίρεση της βιομηχανικής χρήσης
WL5	Υψηλή τιμή του δείκτη «μη τιμολογούμενο νερό»
WL6	Χαμηλή τιμή της μετρούμενης ειδικής οικιακής κατανάλωσης
WL7	Μη ικανοποιητικοί δείκτες απωλειών νερού
WL8	Μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ανίχνευσης διαρροών
WL9	Μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ελέγχου μετρητών
WL10	Μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ελέγχου υδατικού ισοζυγίου του δικτύου
WL11	Ανάλυση ή άλλη ένδειξη επιφανειακού νερού
SF	Φυσική Ακεραιότητα του Δικτύου
SF1	Θραύσεις στις διμεταλλικές ενώσεις
SF2	Θραύσεις κάτω από το επίπεδο στάθμης του υπόγειου υδροφορέα
SF3	Θραύσεις σε αργιλώδες έδαφος έδρασης – πλήρωσης
SF4	Θραύσεις σε έδαφος με υψηλά επίπεδα αλατότητας
SF5	Συχνές περιφερειακές – περιμετρικές θραύσεις
SF6	Συχνά τυχαία σπασίματα αγωγών
SF7	Συχνές διαμήκεις – αξονικές θραύσεις
SF8	Αυξημένο ποσοστό θραύσεων τον χειμώνα
SF9	Συνεχώς αυξανόμενος ρυθμός θραύσεων
SF10	Αιχμές εσωτερικών πιέσεων
SF11	Ανάβληση ή άλλη ένδειξη επιφανειακού νερού
CCF	Παροχρητική Ικανότητα του Δικτύου
CCF1	Εμφάνιση θολού νερού
CCF2	Οξείδωση των επενδύσεων
CCF3	Χαμηλή πίεση κατά την αιχμή λειτουργίας
CCF4	Χαμηλή αποδοτικότητα των αντλιών
CCF5	Μείωση του συντελεστή (C) Hazen – Williams
CCF6	Μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ελέγχου στα σημεία υδροληψίας από το δίκτυο
CCF7	Λειτουργία των αντλιών συνεχώς στο όριο των δυνατοτήτων τους
CCF8	Σχηματισμός πουρι ή θρόμβων στα τοιχώματα των αγωγών
CCF9	Πολύ υψηλές ταχύτητες ροής
CCF10	Μεγάλο εύρος διακυμάνσεων στις στάθμες των δεξαμενών αποθήκευσης νερού
PWQ	Ποιότητα του Νερού στο Δίκτυο
PWQ1	Παράπονα καταναλωτών για βρώμικο νερό
PWQ2	Υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης ασβεστίου
PWQ3	Υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης μολύβδου
PWQ4	Μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ελέγχου του δείκτη (LI) Langelier
PWQ5	Παράπονα καταναλωτών για κόκκινο νερό

1.2.1 Απώλειες νερού

Οι τεράστιες ποσότητες νερού που χάνονται λόγω των θραύσεων και των διαρροών σε ορισμένα δίκτυα διανομής νερού (φυσικές ή πραγματικές απώλειες) και οι όγκοι νερού που διανέμονται χωρίς να έχουν εξουσιοδοτημένη χρήση (φαινόμενες απώλειες) αποτελούν τις απώλειες νερού στα δίκτυα. Οι τεράστιες απώλειες νερού είναι ένα σύνθετο φαινόμενο ιδιαίτερα στις μεταβατικές και αναπτυσσόμενες χώρες. Οι πραγματικές απώλειες, οι φαινόμενες απώλειες και η μη- τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση αποτελούν τα

συστατικά του μη ανταποδοτικού νερού (Non-revenue Water, NRW) (Alegre et al., 2000), δηλαδή του νερού που δεν παράγει έσοδα σε ένα σύστημα (Εικόνα 1-3).

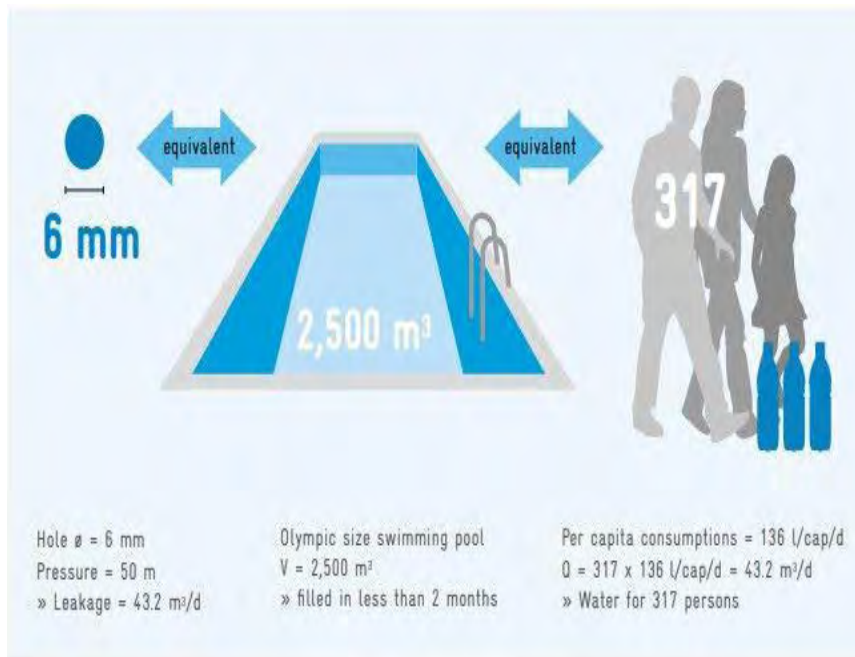


Εικόνα 3: Συστατικά Μη-Ανταποδοτικού νερού (Μανουσέλη, 2013)

Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν και με βάση τα δεδομένα της IBNET σχετικά με την απόδοση των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας που καλύπτει πάνω από 900 επιχειρήσεις, η παγκόσμια τράπεζα εκτίμησε πως τα ποσοστά του Μη-Ανταποδοτικού νερού στον αναπτυσσόμενο κόσμο κυμαίνονται μεταξύ 40 έως 50% του εισερχόμενου νερού στο σύστημα (Kingdom et al., 2006).

Η ανάκτηση ορισμένων απωλειών από τα χαμένα ύδατα μέσω μέτρων μείωσης της απώλειας νερού αντιπροσωπεύει συχνά μια οικονομική εναλλακτική λύση για την εκμετάλλευση νέων πόρων μέσω σθεναρών οικονομικών μέτρων, όπως νέα φράγματα, βαθιά πηγάδια ή μονάδες αφαλάτωσης. Ακόμη και με τη χρήση ενός πιο συντηρητικού αριθμού που θέτει το μέσο επίπεδο των απωλειών νερού στο 35% της εισροής του συστήματος, η Παγκόσμια Τράπεζα εκτιμά ότι ο ετήσιος όγκος του μη-ανταποδοτικού νερού στις αναπτυσσόμενες χώρες θα κυμαίνεται στα 26.7 δισεκατομμύρια κυβικά, αντιπροσωπεύοντας περίπου 5.9 δισεκατομμύρια δολάρια στις ΗΠΑ που χάνονται κάθε χρόνο από τις επιχειρήσεις (Kingdom et al., 2006). Η μείωση του μη ανταποδοτικού νερού κατά το ήμισυ θα δημιουργούσε τεράστια κέρδη και αρκετό νερό για την παροχή επιπλέον 90 εκατομμυρίων ανθρώπων. Τα νούμερα αυτά είναι συγκλονιστικά αλλά ταυτόχρονα ασύλληπτα λόγω της τεράστιας κλίμακάς τους. Για τον λόγο αυτό, είναι χρήσιμο να εξεταστεί το πρόβλημα των απωλειών σε μικρότερη κλίμακα: Σύμφωνα με το Υπουργείο Οικονομίας και Ανάπτυξης της Γερμανίας, δοκιμές διαρροής έδειξαν ότι η απώλεια νερού από μια κυκλική οπή με διάμετρο 6 mm (όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 1-4) σε ένα σωλήνα διανομής σε πίεση 60 m, ανέρχεται σε 1.8 κυβικά μέτρα την ώρα ή σε 1300 κυβικά μέτρα το μήνα. Αυτή η απώλεια θα ήταν αρκετή για να γεμίσει μια πισίνα ολυμπιακών προδιαγραφών (50x20x2= 2500 m³) σε λιγότερο από

δύο μήνες. Η ίδια ποσότητα νερού θεωρητικά επαρκεί για να εξυπηρετήσει 317 κατοίκους σε μια πόλη της Αφρικής (Fallis et al., 2011).



Εικόνα 4: Παράδειγμα απωλειών μέσω κυκλικής οπής και η αντίστοιχη χαμένη ποσότητα νερού (Fallis et al., 2011)

Πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι αυτές οι απώλειες προέρχονται από μια μικρή τρύπα. Λαμβάνοντας υπόψη πόσες από αυτές τις τρύπες μπορεί να περιέχει ένα μεγάλο δίκτυο διανομής νερού, είναι σαφές ότι η λήψη μέτρων κατά των απωλειών νερού είναι ζωτικής σημασίας. Δεν είναι μόνο απαραίτητο, για ηθικούς λόγους, να προμηθεύουμε περισσότερα άτομα με ασφαλές πόσιμο νερό και να συμβάλουμε στην εξάλειψη των ασθενειών που οφείλονται στο νερό. Μειώνοντας τις απώλειες νερού επίσης θα μετριάσει τα περιβαλλοντικά προβλήματα και την πίεση που ασκείται στους σπάνιους υδατικούς πόρους. Επίσης, τεράστια ποσά ενέργειας θα εξοικονομηθούν από την επεξεργασία και την άντληση του νερού. Τέλος, εξίσου σημαντική είναι αύξηση των εσόδων των αρμόδιων φορέων διαχείρισης αλλά και των καταναλωτών από την εξοικονόμηση.

Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι για να οδηγηθούμε σε μακροπρόθεσμα, βιώσιμη ανάπτυξη θα πρέπει να μειώσουμε τις απώλειες των δικτύων, καθώς έχουν τεράστιο αντίκτυπο σε οικονομικά, τεχνικά, κοινωνικά και οικολογικά ζητήματα.

1.2.2 Μείωση φυσικής ακεραιότητας

“Η φυσική ακεραιότητα του δικτύου αφορά την ικανότητα των αγωγών να ανταπεξέρχονται σε συνθήκες ανάπτυξης εσωτερικών πιέσεων και εξωτερικών φορτίσεων” (Κανακούδης, 1998). Ένας τρόπος για να μετρήσουμε τη φυσική ακεραιότητα είναι ο αριθμός και ο τύπος θραύσεων. Η έκφραση για την αποτίμηση της φυσικής ακεραιότητας ενός δικτύου είναι συνήθως ο αριθμός βλαβών ανά μήκος αγωγών και ο χρόνος παρουσίας του. Για το λόγο αυτό οι αρμόδιες υπηρεσίες προκειμένου να έχουν καλύτερη διαχείριση του δικτύου είναι απαραίτητο να έχουν βάση δεδομένων με ιστορικό διαρροών και θραύσεων. Επίσης, η φυσική ακεραιότητα μπορεί να δυσχεραίνεται από εξωτερικές συνθήκες όπως ο καιρός, το έδαφος, ο τρόπος τοποθέτησης κλπ. (Κανακούδης, 1998).

1.2.3 Μείωση παροχетеυτικής ικανότητας

Η μείωση της παροχетеυτικής ικανότητας ενός δικτύου έχει να κάνει με την αδυναμία του εκάστοτε δικτύου να εξυπηρετήσει τις διάφορες χρήσεις κατανάλωσης σε ποσότητα αλλά και σε πίεση (Κανακούδης, 1998). Συνήθως οφείλεται σε λάθος εκτίμηση διαμέτρου αγωγού και στη δημιουργία θρόμβων στα τοιχώματα των αγωγών. Επίσης, το υλικό κατασκευής του αγωγού με τα φυσικά χαρακτηριστικά του επιδεινώνουν την κατάσταση (Male & Walski, 1991).

1.2.4 Υποβάθμιση ποιότητας

Η ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υψίστης σημασίας ζήτημα καθώς έχει να κάνει με την δημόσια υγεία. Είναι ένα από τα σημαντικότερα καταναλωτικά τρόφιμα και ο έλεγχος και η σύσταση της ποιότητάς του πρέπει να είναι αυστηρός. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί αυστηρές νομοθεσίες όπως θα δούμε στο Κεφάλαιο 2 σχετικά με την ποιότητά του σε Ευρωπαϊκό και Εθνικό θεσμικό πλαίσιο. Επίσης ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει θεσπίσει τις οριακές τιμές και τις ποιοτικές παραμέτρους παρακολούθησης.

Η κατάσταση του δικτύου ύδρευσης επηρεάζει και επηρεάζεται από την ποιότητα νερού. Ο όρος ποιότητα νερού περιγράφει τις φυσικές, χημικές, βιολογικές και αισθητικές ιδιότητες του νερού, οι οποίες καθορίζουν την καταλληλότητά του για διάφορες χρήσεις (ύδρευση, άρδευση, βιομηχανία), ενώ παράλληλα προστατεύεται η υγεία και η βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων. Πολλά χαρακτηριστικά του νερού οφείλονται στην πηγή προέλευσης αλλά μπορεί και να προέρχονται και λόγω της διέλευσης του νερού στο δίκτυο ή από την επεξεργασία του νερού λόγω προσθήκης παράδειγμα υπολειμματικού χλωρίου (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015).

Σύμφωνα με τους Τσακίρη & Αλεξάκη (2010) τα χαρακτηριστικά του νερού ταξινομούνται σε:

1. Οργανοληπτικές παραμέτρους όπως χρώμα, γεύση, οσμή, θολερότητα
2. Χημικές παραμέτρους όπως: θερμοκρασία, pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, σκληρότητα, ανόργανες παράμετροι, στερεά, αλκαλικότητα κλπ.
3. Οργανικές παραμέτρους όπως υδρογονάνθρακες, χλωροφαινόλες, διοξίνες κλπ.
4. Μικροβιολογικές παραμέτρους όπως ιοί, βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα κλπ.

Στον Πίνακα 1-2 παρατηρούνται μερικά από τα συνήθη προβλήματα αναφορικά με την χημική σύσταση του νερού, ενώ εντοπίζονται και οι κύριες αιτίες τους:

Πίνακας 2: Ποιότητα νερού και αιτίες επιβάρυνσης (Κανακούδης, 1998)

Ποιότητα Νερού	Κύρια αίτια προβλήματος	Πιθανή Αιτία Προβλήματος
Παράπονα καταναλωτών για βρώμικο νερό	Υψηλής διαβρωτικής ικανότητας νερό	Μεταβολή των χαρακτηριστικών του νερού, Διείσδυση ουσιών (μικροοργανισμών)
Υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης ασβεστίου	Μεταβολή των χαρακτηριστικών του νερού	
Υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης μόλυβδου	Μεταβολή των χαρακτηριστικών του νερού	
Μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ελέγχου του δείκτη (LI)	Υψηλής διαβρωτικής ικανότητας νερό	
Παράπονα καταναλωτών για κόκκινο νερό	Υψηλής διαβρωτικής ικανότητας νερό, Μη επενδύμενοι αγωγοί	Μεταβολή των χαρακτηριστικών του νερού

Δύο από τους βασικότερους δείκτες ποιοτικής παρακολούθησης του νερού στο δίκτυο είναι η **ηλικία του νερού** και η **απολύμανση του νερού μέσω χλωρίωσης** και παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Ποιότητα του νερού στο δίκτυο ως προς την ηλικία

Ως ηλικία του νερού ορίζεται ο χρόνος που χρειάζεται το νερό, σε ένα δίκτυο ύδρευσης, για να διανύσει την απόσταση από την πηγή υδροδότησης του παρόχου μέχρι την βρύση των καταναλωτών. Η ηλικία του νερού αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους δείκτες ποιότητας του νερού, καθώς όσο μικρότερη είναι η ηλικία του τόσο υψηλότερο θεωρείται το επίπεδο ποιότητάς του στο δίκτυο μελέτης. Η απλούστερη μέθοδος υπολογισμού της ηλικίας του νερού είναι η χρήση υδραυλικών μοντέλων όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο της εργασίας (Shamsaei et al., 2013).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ηλικία του νερού είναι οι ακόλουθοι:

- **Η ζήτηση του νερού:** Όσο αυξάνεται η ζήτηση του νερού, αυξάνεται η ταχύτητα ροής στο δίκτυο και συνεπώς η ηλικία του νερού μειώνεται.
- **Η απόσταση που διανύει το νερό στις δεξαμενές:** Όσο αναφορά την απόσταση που διανύει το νερό σε ένα δίκτυο ύδρευσης έχει αποδειχθεί ότι όσο αυτή αυξάνεται προκαλείται επίσης αύξηση κινδύνου βακτηριακής μόλυνσης (Gamache et al., 1988). Υπάρχουν όμως αρκετοί ακόμη λόγοι για του οποίους μπορεί να προκληθεί μόλυνση στο δίκτυο, όπως οι χαμηλές τιμές πίεσης, η αιφνίδια διακοπή ενός σωλήνα του δικτύου, η ανεξέλεγκτη λειτουργία μιας αντλίας, καθώς και το συχνό άνοιγμα και κλείσιμο των πυροσβεστικών κρουνών.
- **Η εποχικότητα και οι εκάστοτε ανάγκες**
- **Ο σχεδιασμός του δικτύου:** ακτινωτό ή βρογχωτό, έκταση, εγκαταστάσεις νερού κλπ.
- **Η υπερδιαστασιολόγηση** στο σχεδιασμό δικτύου: επιλογή αγωγών μεγαλύτερης διαμέτρου κλπ.

Οι αύξηση της ηλικίας του νερού έχει αρκετές συνέπειες στο δίκτυο και συνδέεται με πολλές από τις φυσικές, βιολογικές και χημικές παραμέτρους που παρακολουθούνται και αναλύονται με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του νερού:

- Φυσικές παράμετροι: η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού επιδεινώνεται και οδηγεί σε αυξημένη βακτηριολογική δραστηριότητα. Οι Le Chevallier et al. (1996) έδειξαν ότι η θερμοκρασία του νερού, η ταχύτητα ροής και ο χρόνος παραμονής έχουν αντίκτυπο στη μικροβιακή δραστηριότητα και ότι η βιολογική δραστηριότητα αυξάνεται περίπου 100%, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται 10 βαθμούς Κελσίου, ενώ όταν η θερμοκρασία προσεγγίζει του 15 θεωρείται κρίσιμη για την ανάπτυξη κολοβοβακτηρίων. Επίσης στις φυσικές παραμέτρους που δυσχεραίνονται από τη αύξηση της ηλικίας συγκαταλέγονται η αλλαγή στο χρώμα και η εναπόθεση ιζημάτων

- Βιολογικές παράμετροι: η βιοαποικοδόμηση υποπροϊόντων, η ανάκτηση μικροβίων και η δυσσομία επιταχύνονται. Οι Le Chevallier et al., 1987, Prevost et al., 1997 έδειξαν ότι οι θέσεις με αυξημένο χρόνο παραμονής, όπως τα περιφερειακά τμήματα του συστήματος διανομής και οι δεξαμενές υπηρεσίας, είναι ευάλωτες στην βακτηριολογική εκ νέου ανάπτυξη, λόγω του μειωμένου υπολειμματικού υπολοίπου, μεταφοράς των ιζημάτων και αύξηση της θερμοκρασίας του νερού
- Χημικές παράμετροι: Το νερό αυξημένης ηλικίας αποδείχθηκε πως προκαλεί μεγαλύτερη διάβρωση στους σωλήνες σιδήρου σε σχέση με την αντίστοιχη από μικρότερης ηλικίας νερό. Οι Mutoti et al. (2007) κατέδειξαν ότι η απελευθέρωση του σιδήρου στα δίκτυα διανομής ήταν συνάρτηση της χημείας του ύδατος και των υδραυλικών ροών και επομένως της ηλικίας των υδάτων εντός του δικτύου. Οι Rossman et al. (1994) υπογράμμισαν ότι το παλαιότερο νερό μπορεί να έχει ελάχιστο έως καθόλου υπολειμματικό απολυμαντικό λόγω της αποσύνθεσης της ουσίας και των αντιδράσεων της με τα υλικά του δικτύου, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η βιοκτόνος αποτελεσματικότητα του συστήματος, προωθώντας έτσι μια επιπλέον βιολογική δραστηριότητα που μπορεί να προκαλέσει δυσάρεστες γεύσεις και οσμές.

Χλώριο ως δείκτης ποιοτικής παρακολούθησης στο δίκτυο

Η απολύμανση αποτελεί το σημαντικότερο μέσο που διαθέτουν οι σημερινές κοινωνίες για την προστασία της δημόσιας υγείας. Με το όρο απολύμανση του νερού εννοείται εκείνο το στάδιο της επεξεργασίας του που επιτυγχάνεται η καταστροφή ή η αδρανοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών ώστε να μην είναι ικανοί για τη μετάδοση ασθενειών. Η απολύμανση του νερού μέσω χλωρίου αποτελεί σε παγκόσμια κλίμακα την κύρια μέθοδο απολύμανσης και σε εθνικό επίπεδο την επίσημη βάση της Υγ. Διάταξη, αριθ. ΥΜ5673/4-12-1957.

Η μέθοδος της χλωρίωσης αρχικά δημιούργησε έναν τεράστιο ενθουσιασμό μέσω των αποτελεσμάτων της και μέχρι προσφάτως η έννοια της υπερχλωρίωσης και των αρνητικών επιπτώσεων για τη δημόσια υγεία ήταν άγνωστες. Οι ειδικές ασφαλείς δόσεις χλωρίου και τα όρια που έχουν θεσμοθετηθεί μπορεί στο παρελθόν να έσωσαν την ανθρωπότητα από ασθένειες όπως η χολέρα, ο τύφος, η γαστρεντερίτιδα κλπ. σήμερα όμως μας απειλεί με σοβαρότερες ασθένειες όπως ο καρκίνος, η άνοια, οι νεφρικές παθήσεις, καρδιακές παθήσεις, πίεση, αρτηριοσκλήρωση, αναιμία, αλλεργικές αντιδράσεις, αποβολές, δερμικές παθήσεις και πολλές άλλες εκφυλιστικές ασθένειες (Waller et al., 1998).

Το χλώριο δεν χρησιμοποιείται επειδή είναι το ασφαλέστερο ή ακόμα το πιο αποτελεσματικό μέσο απολύμανσης αλλά επειδή είναι το φθηνότερο. Οι μακροχρόνιες επιπτώσεις στην υγεία μας έγιναν πρόσφατα γνωστές. Το χλώριο ενώ σκοτώνει τα μικρόβια, αντιδρά με τις οργανικές ουσίες που υπάρχουν στο νερό και σχηματίζει τοξικές ουσίες τα λεγόμενα οργανοχλωροπαράγωγα, ενώσεις που ανήκουν στην οικογένεια των τριαλογομεθάνιων (THM's) οι οποίες είναι γνωστές ως καρκινογόνες και μεταλλαξιογόνες ουσίες (Waller et al., 1998). Η US EPA (United States Environmental Protection Agency, 2002a) εντόπισε κι όρισε τις δυνητικές δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία οι οποίες συνδέονται με τη δημιουργία αλογονικών οξέων HAA5 (Haloacetic acids) και τριαλογομεθάνιων THMs (trihalomethanes)

που αποτελούν παραπροϊόντα απολύμανσης . Πιο συγκεκριμένα, η επίσημη ανακοίνωση της Διεύθυνσης ΕΡΑ ανέφερε: "Μερικοί άνθρωποι που καταναλώνουν εδώ και πολλά χρόνια νερό που περιέχει αλογονοζικά οξέα πέραν των επιτρεπτών θεοπισμένων επιπέδων συγκέντρωσης τους (MCL: Maximum Contaminant Level) μπορεί να έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου, ή να αντιμετωπίζουν προβλήματα με το συκώτι, τα νεφρά και νευρικό τους σύστημα".

Ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου μεταξύ των ανθρώπων που καταναλώνουν χλωριωμένο νερό είναι 93% υψηλότερος από εκείνους των οποίων το νερό δεν περιέχει χλώριο (U.S. Council Of Environmental Quality). Ένα επίσης ιδιαίτερα σοβαρό στατιστικό στοιχείο που επέδειξαν συγκεκριμένες έρευνες πάνω στο θέμα ήταν ότι έως και τα 2 / 3 της επιβλαβούς έκθεσης των ανθρώπων στο χλώριο οφείλεται στην εισπνοή ατμού και απορρόφησης του δέρματος κατά το ντους. Ο ατμός που εισπνέεται κατά τη διάρκεια του ντους μπορεί να περιέχει έως και 50 φορές το επίπεδο των χημικών ουσιών από το νερό της βρύσης, λόγω του γεγονότος ότι το χλώριο και οι περισσότεροι άλλοι ρύποι εξατμίζονται πολύ πιο γρήγορα και σε χαμηλότερη θερμοκρασία από το νερό. Η εισπνοή είναι το πιο επιβλαβές μέσο έκθεσης, καθώς το αέριο χλώριο (χλωροφόρμιο) που εισπνέουμε πάει κατευθείαν στο αίμα (Jo et al., 2005). Όταν πίνουμε μολυσμένο νερό, οι τοξίνες φιλτράρονται εν μέρει από τα νεφρά και το πεπτικό μας σύστημα. Έκπληξη αποτελεί το γεγονός πως οι ατμοί χλωρίου χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον ως χημικό όπλο κατά τη διάρκεια του Β Παγκοσμίου πολέμου. Οι επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων από την έκθεση σε διάφορα επίπεδα συγκεντρώσεων χλωρίου στον ατμοσφαιρικό αέρα φαίνεται στον Πίνακα 1-3.

Πίνακας 3: Επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση σε διάφορα επίπεδα χλωρίου (Κράββαρη, 2017)

Επίπεδο έκθεσης (ppm)	Επιπτώσεις
0.2 – 0.3	Ανιχνεύσιμη μορφή από τους περισσότερους ανθρώπους
<0.5	Δεν έχει γνωστές οξείες ή χρόνιες επιπτώσεις
0.5	Ανώτατη επιτρεπόμενη στάθμη σε χώρους εργασίας
1	Ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή για έκθεση μικρής διάρκειας (STEL, Short Term Exposure Level)
1 έως 10	Ανιχνεύεται με την οσμή, προκαλεί ερεθισμό στα μάτια
10	Άμεσος επικίνδυνος για την υγεία και τη ζωή (EDLH, Immediately Dangerous to Life or health)
15	Άμεσος ερεθισμός της μύτης, του λαιμού και των ματιών που συνοδεύεται από βήχα
100	Θανατηφόρο επίπεδο συγκέντρωσης (εξαρτάται από τη διάρκεια της έκθεσης)
1000	Επικίνδυνος για τη ζωή μόλις μετά από λίγες εισπνοές

Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα κατανοητός ο λόγος που η χλωρίωση θεωρείται ένας από τους σπουδαιότερους δείκτες ποιοτικής παρακολούθησης των δικτύων ύδρευσης. Η σημασία του χλωρίου αποκτά ακόμα περισσότερη σημασία στη χώρα μας, αφού η υφιστάμενη κατάσταση σε ένα τεράστιο ποσοστό παραμένει τραγική. Από έρευνες που έγιναν στα δίκτυα ύδρευσης της χώρας, αποδείχθηκε ότι στα μικρά υδραγωγεία επαρχιακών πόλεων το νερό μπορεί να μη χλωριώνεται καθόλου, ή να χλωριώνεται περιστασιακά ή ανεπαρκώς, με αποτέλεσμα να υπάρχουν τεράστιες ποσότητες μικροβίων και το νερό να κρίνεται ακατάλληλο για πόση. Από την άλλη πλευρά το νερό των μεγάλων αστικών κέντρων αποδείχθηκε πως υπερχλωριώνεται οδηγώντας ακόμα και σε καρκινογένεσεις, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Από την ίδια έρευνα διαπιστώθηκε ότι ένα μεγάλο ποσοστό δεν χρησιμοποιεί αυτόματους χλωριωτές στο δίκτυο και ότι σε πολλές περιοχές της χώρας η

προσθήκη χλωρίου γινόταν περιστασιακά “με το μάτι” στις δεξαμενές ή μόνιμα με αντλίες, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν η ζήτηση ή η κατανάλωση νερού.

1.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Οι ενέργειες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων στα δίκτυα ύδρευσης μπορεί να στοχεύουν στην επίλυση ενός μόνο προβλήματος ή περισσοτέρων. Επίσης, μπορεί να παρέχουν προσωρινή επίλυση μια κατάστασης ή μια λύση για μεγάλο χρονικό διάστημα ή και για πάντα (Κανακούδης, 2004). Οι ενέργειες αντιμετώπισης προβλημάτων μπορεί να αφορούν βελτιώσεις στα φυσικά χαρακτηριστικά του δικτύου, στη λειτουργία και συντήρηση καθώς και στη βελτίωση του τρόπου συλλογής των δεδομένων λειτουργίας του δικτύου (Κανακούδης, 1998).

Βελτιώσεις στα Φυσικά Χαρακτηριστικά του Δικτύου:

- Προσθήκη boosters και βαλβίδων μείωσης της πίεσης
- Αύξηση δυναμικότητας των δεξαμενών αποθήκευσης
- Προσθήκη νέων βαλβίδων
- Καθαρισμός των δικτύων
- Βελτίωση των πρακτικών εγκατάστασης των αγωγών
- Εγκατάσταση βαλβίδων εκκένωσης
- Εγκατάσταση ενδοδικτυακής χλωρίωσης
- Έλεγχος και επισκευή των ενώσεων
- Αντιπληγματικός έλεγχος
- Άλλες

Βελτιώσεις στη Λειτουργία και Συντήρηση του Δικτύου:

- Αλλαγή της λειτουργίας βαλβίδων
- Τακτικό ξέπλυμα αγωγών
- Επισκευή διαρροών
- Προσαρμογή-διόρθωση-βαθμονόμηση των μετρητών κατανάλωσης νερού
- Έλεγχος των μετρητών κατανάλωσης
- Προσαρμογή του pH του νερού
- Βελτίωση των μεθόδων επεξεργασίας του νερού

Βελτιώσεις στον Τρόπο Συλλογής των Δεδομένων Λειτουργίας του Δικτύου:

- Προσομοίωση της λειτουργίας του δικτύου με τη χρήση κατάλληλου μοντέλου
- Χαρτογράφηση και λεπτομερειακή απεικόνιση του δικτύου
- Διατήρηση αρχείων, όπως ιστορικό θραύσεων διαρροών κλπ.
- Επίβλεψη των αρχείων των τιμολογίων χρέωσης των καταναλωτών

Για την έγκαιρη και σωστή επίλυση-αντιμετώπιση των προβλημάτων των δικτύων απαιτείται η όσο κατά το δυνατό πληρέστερη γνώση του δικτύου. Για το λόγο αυτό η ανάπτυξη μοντέλων υδραυλικής προσομοίωσης με ένα σύστημα τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού και η λεπτομερής χαρτογράφηση του δικτύου είναι πλέον αναγκαία. Τα οφέλη των μοντέλων προσομοίωσης και η αναγκαιότητάς τους παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας. Επίσης, αναγκαία κρίνεται και η αξιολόγηση της υφιστάμενης

κατάστασης με την ανάπτυξη ισοζυγίων, δεικτών αξιολόγησης κλπ. έτσι ώστε να η αρμόδια υπηρεσία διαχείρισης να είναι σε θέση να γνωρίζει τη φύση και το μέγεθος του προβλήματος, καθώς και τα συστατικά του.

1.4 ΤΟ ΙΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΩΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης των δικτύων ύδρευσης, οι στόχοι που τίθενται περιλαμβάνουν τη μείωση του Μη Ανταποδοτικού Νερού μέσω της μείωσης των φυσικών (πραγματικών) και των εμπορικών (φαινόμενων) απωλειών και τη μείωση της σπατάλης του νερού από τον καταναλωτή. Το πρώτο κρίσιμο βήμα της ολοκληρωμένης διαχείρισης είναι η αξιόπιστη αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του δικτύου και της βέλτιστης λύσης επέμβασης. Στόχοι της αξιολόγησης αποτελούν ο προσδιορισμός του Υδατικού Ισοζυγίου του δικτύου, η αξιολόγηση της λειτουργίας του και η επιλογή των βέλτιστων λύσεων επέμβασης (Kanakoudis & Tsitsifli, 2010).

Το Υδατικό Ισοζύγιο είναι το πρώτο βήμα για την αποτελεσματική διαχείριση των δικτύων ύδρευσης. Ο υπολογισμός του ετήσιου υδατικού ισοζυγίου είναι απαραίτητος για την εκτίμηση του μη ανταποδοτικού νερού και των συνιστωσών του. Κατά τον υπολογισμό του γίνεται έλεγχος της ορθότητας και αξιοπιστίας των δεδομένων και αποκτάται καλύτερη γνώση της κατανομής του νερού. Αποτελεί την βάση για τον υπολογισμό των απωλειών και την ιεράρχηση των προβλημάτων για την χάραξη στρατηγικής επανορθωτικών κινήσεων. Είναι εργαλείο για την συγκριτική αξιολόγηση. Τέλος, το ξεκίνημα της διαδικασίας υπολογισμού του υδατικού ισοζυγίου δημιουργεί μια νέα κουλτούρα στον τρόπο διαχείρισης του δικτύου και εφαρμογής «καλών πρακτικών».

1.4.1 Υδατικό ισοζύγιο IWA

Προτείνεται η χρήση του Υδατικού Ισοζυγίου της IWA (International Water Association), το οποίο έχει υιοθετηθεί από πλήθος εταιρειών ύδρευσης σε όλο τον κόσμο. Ένα βασικό πλεονέκτημα της χρήσης του είναι η κοινή ορολογία για τις διάφορες συνιστώσες του ισοζυγίου, η δυνατότητα σύγκρισης της αποτελεσματικότητας ενός δικτύου με εκείνη άλλων δικτύων ύδρευσης, καθώς και αποτίμησης της αποτελεσματικότητας διορθωτικών ενεργειών στο ίδιο το δίκτυο. Στον Πίνακα 1-4 φαίνεται το πρότυπο Υδατικό Ισοζύγιο της IWA καθώς και οι συνιστώσες που αποτελείται.

Πίνακας 4: Υδατικό ισοζύγιο κατά IWA (International Water Association)

Εισερχόμενο Νερό στο Δίκτυο (A3)	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A14=A10+A13)	Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A10=A8+A9)	Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση (A8)	Ανταποδοτικό Νερό (A20=A8+A9)
			Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση (A9)	
	Απώλειες Νερού (A15=A3-A14)	Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A13=A11+A12)	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση (A11)	Μη Ανταποδοτικό Νερό (NRW) (A21=A3-A20)
			Μη-Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση (A12)	
		Φαινόμενες Απώλειες Νερού (A18=A16+A17)	Μη-Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A16)	
	Πραγματικές Απώλειες Νερού (A19=A15-A18)			

Εισερχόμενος όγκος νερού: ο ετήσιος όγκος νερού που εισέρχεται στο δίκτυο από όλες τις πηγές. Μπορεί να μετρηθεί με παροχόμετρα στα σημεία εισόδου του νερού.

Εξουσιοδοτημένη κατανάλωση: ο ετήσιος όγκος νερού καταμετρημένος ή μη, που λαμβάνουν οι καταγεγραμμένοι πελάτες, ο παροχέας νερού, και όλοι όσοι είναι εξουσιοδοτημένοι να υδροδοτούνται. Περιλαμβάνει επίσης το εξαγόμενο νερό και τις υπερχειλίσεις και διαρροές μετά το σημείο του υδρομετρητή των καταναλωτών. Η εξουσιοδοτημένη κατανάλωση διακρίνεται σε τιμολογούμενη και μη τιμολογούμενη.

Τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση: Η τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση είναι αυτή που αποφέρει έσοδα στην επιχείρηση και αποτελεί το ανταποδοτικό νερό. Αφορά:

- μετρούμενες ποσότητες νερού που πωλούνται σε γειτονικές περιοχές (εξαγόμενο νερό),
- καταναλωτές που συμμετέχουν στο σύστημα τιμολόγησης με υδρόμετρα και
- καταναλωτές, που περιλαμβάνονται στο σύστημα τιμολόγησης χωρίς να έχουν υδρόμετρα.

Μη ανταποδοτικό νερό (non-revenue water - NRW): είναι η διαφορά μεταξύ του εισερχόμενου όγκου νερού και της τιμολογούμενης εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Αποτελείται από την μη τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση και τις απώλειες.

Μη τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση: περιλαμβάνει τον όγκο νερού, ο οποίος χρησιμοποιείται νόμιμα, σε γνώση της Επιχείρησης αλλά δεν χρεώνεται, οπότε δεν αποφέρει έσοδα. Μπορεί να αφορά:

- καταναλωτές που δεν συμμετέχουν στο σύστημα τιμολόγησης, με μετρούμενη ή μη μετρούμενη κατανάλωση ή
- νερό που χρησιμοποιείται για την κατάσβεση πυρκαγιών, άρδευση πρασίνου δημόσιων χώρων, υδροδότηση δημοσίων κτιρίων, πλύσιμο και καθάρισμα αγωγών και δεξαμενών κλπ.

Απώλειες νερού: είναι η διαφορά του εισερχόμενου όγκου νερού μείον την εξουσιοδοτημένη κατανάλωση. Απαρτίζονται από τις φαινομενικές απώλειες και τις πραγματικές απώλειες.

Φαινομενικές απώλειες: λέγονται και εμπορικές απώλειες, επειδή εξ αιτίας τους χάνονται έσοδα. Συνίστανται από την μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση (κλοπή, παράνομες συνδέσεις, κακή χρήση των συνδέσεων των πυροσβεστικών κρουνών, βανδαλισμοί υδρομέτρων κλπ) και από σφάλματα οφειλόμενα στα υδρόμετρα (υπομετρήσεις ή υπερμετρήσεις) και τις μετρήσεις (εσφαλμένες καταγραφές, ανακριβείς εκτιμήσεις για τα σταματημένα υδρόμετρα, σφάλματα στις διαδικασίες λογιστηρίου κλπ).

Πραγματικές απώλειες: λέγονται και φυσικές απώλειες και οφείλονται σε κάθε είδους διαρροές και υπερχειλίσεις στις δεξαμενές, θραύσεις και διαρροές στους αγωγούς και στις συνδέσεις μέχρι τον υδρομετρητή των καταναλωτών.

Η διαδικασία υπολογισμού των συνιστωσών περιγράφεται παρακάτω (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015):

Βήμα 1: Ορισμός του SIV - τοποθέτηση στο A3

Βήμα 2: Ορισμός της Τιμολογούμενης Μετρούμενης Κατανάλωσης και της Τιμολογούμενης μη μετρούμενης κατανάλωσης – τοποθέτηση στα A8 & A9. Υπολογισμός Τιμολογούμενης Εξουσιοδοτημένης Κατανάλωσης ($A_{10}=A_8+A_9$) & Ανταποδοτικού Νερού $A_{20}=A_8+A_9$

Βήμα 3: Υπολογισμός του NRW: $A_{21}=A_3-A_{20}$

Βήμα 4: Ορισμός Μη Τιμολογούμενης Μετρούμενης και Μη μετρούμενης Κατανάλωσης και εισαγωγή στα A11 και A12. Υπολογισμός της Μη Τιμολογούμενης Εξουσιοδοτημένης Κατανάλωσης $A_{13}=A_{11}+A_{12}$

Βήμα 5: Υπολογισμός της Εξουσιοδοτημένης Κατανάλωσης $A_{14}=A_{10}+A_{13}$

Βήμα 6: Υπολογισμός των Απωλειών Νερού $A_{15}=A_3-A_{14}$

Βήμα 7: Εκτίμηση της Μη Εξουσιοδοτημένης Κατανάλωσης και των Ανακριβειών των Μετρητών – εισαγωγή στα A16 και A17. Υπολογισμός των Φαινόμενων Απωλειών $A_{18}=A_{16}+A_{17}$

Ο προσδιορισμός των πραγματικών απωλειών με αυτή την μέθοδο γίνεται «από πάνω προς τα κάτω» (top-down annual water balance). Αυτός ο τρόπος υπολογισμού είναι απλός αλλά έχει το μειονέκτημα ότι συγκεντρώνει όλα τα σφάλματα, που γίνονται κατά την εκτίμηση των υπολοίπων συνιστωσών του υδατικού ισοζυγίου. Επίσης είναι μια αναδρομική προσέγγιση των πραγματικών απωλειών και δεν δίνει πληροφορίες για τον έγκαιρο εντοπισμό διαρροών και θραύσεων. Έτσι συνιστάται ο υπολογισμός των πραγματικών απωλειών να γίνεται συμπληρωματικά και με την «από κάτω προς τα πάνω» προσέγγιση (bottom-up assessment) αναλύοντας την ελάχιστη νυκτερινή παροχή (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015).

Για τους παραπάνω υπολογισμούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ελεύθερο λογισμικό. Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου πρέπει να γίνεται ετησίως. Η ακρίβεια του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από:

- την ύπαρξη παροχομέτρων σε όλες τις συνιστώσες του ισοζυγίου, που μπορεί να καταμετρηθούν και
- την ύπαρξη διαδικασιών, όπως τήρηση μητρώου εγκατεστημένων οργάνων μέτρησης παροχής, πρωτοκόλλου δειγματοληψίας και ελέγχων κλπ., για τον ανά τακτά χρονικά διαστήματα έλεγχο ακρίβειας όλων των τύπων παροχομέτρων (κεντρικών παροχομέτρων, οικιακών υδρομετρητών κλπ).

Συνοπτικά λοιπόν, ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου είναι απαραίτητος για την αφετηρία λήψης πρωτοβουλιών και μέτρων καθώς αντανακλά το μέγεθος του προβλήματος του αυξανόμενου όγκου των απωλειών.

1.4.2 Τροποποιημένο Υδατικό Ισοζύγιο

Το 2010 οι Kanakoudis & Tsitsifli κατέθεσαν πρόταση για τη 2^η τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου της IWA. Η τροποποίηση αυτή αφορά κυρίως εταιρείες ύδρευσης χωρών της Μεσογείου οι οποίες χρησιμοποιούν σαν τιμολογιακή πολιτική τη χρέωση παγίου. Οι εταιρείες ύδρευσης με τη χρέωση παγίου ισοσταθμίζουν τα έξοδά τους και εξασφαλίζουν την οριακή βιωσιμότητά τους. Έτσι η χρέωση δεν βασίζεται σε ορθή τιμολογιακή πολιτική με στόχο το κόστος ευκαιρίας που πρέπει κάθε καταναλωτής να πληρώνει για να έχει δυνατότητα πρόσβασης στο νερό και στην πλήρη ανάκτηση του κόστους φυσικού πόρου. Η

πρακτική αυτή είναι λανθασμένη καθώς οι συγκεκριμένες εταιρείες δεν λαμβάνουν μέτρα για τη μείωση του μη ανταποδοτικού νερού αφού ένα μέρος τους ανακτάται μέσω του παγίου. Έτσι οι αρμόδιες αρχές σε αρκετές περιπτώσεις αδιαφορούν για την κατασπατάληση των υδατικών πόρων και δεν λαμβάνουν μέτρα για την ορθολογική ολοκληρωμένη διαχείριση των δικτύων τους αφού στην ουσία έχουν κέρδος. Η παραπάνω λογική έρχεται σε σύγκρουση με τις βασικές αρχές του θεσμικού πλαισίου όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο καθώς δεν υφίσταται μακροπρόθεσμη βιώσιμη αειφόρος ανάπτυξη.

Η 2^η τροποποίηση εισάγει αυτή την έννοια (της διαφοράς παγίου) που ουσιαστικά αφορά απώλειες νερού οι οποίες “ανακτώνται” από τις εταιρείες ύδρευσης (Πίνακας 1-5). Το τροποποιημένο υδατικό ισοζύγιο αποτελεί μια σπουδαία μέθοδο ολοκληρωμένης διαχείρισης ειδικότερα σε χώρες όπως η Ελλάδα.

Πίνακας 5: Η 2^η τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου (Kanakoudis & Tsitsfli, 2010b)

	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A14=A10+A13)	Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A10=A8+A9)	Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση (A8)	Νερό που αποδίδει έσοδα (A20=A8+A9)	Νερό που αποδίδει έσοδα και δεν εισπράττεται (A24=A20-A23)
		Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση (A9)	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση (A11)		Νερό που δεν εισπράττεται (A23)
Εισερχόμενο Νερό Στο Δίκτυο (A3)	Απώλειες Νερού (A15=A3-A14)	Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A13=A11+A12)	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση (A11)	Μη Ανταποδοτικό Νερό (NRW) (A21=A3-A20)	Λογιστικό Μη Ανταποδοτικό Νερό (A26=A21-A24)
			Μη-Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση (A12)		
		Φαινόμενες Απώλειες (A18=A16+A17)	Μη-Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση (A16)		
			Λάθη Μετρήτων / Μετρήσεων (A17)		
		Πραγματικές Απώλειες (A19=A15-A18)			Πραγματικές Απώλειες που αποδίδουν έσοδα (Διαφορά Παγίου) (A25)

1.5 ΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΩΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Μία ακόμη μέθοδος διαχείρισης του δικτύου είναι οι δείκτες αξιολόγησης. Οι δείκτες αξιολόγησης αποτελούν ποσοτικοποιημένα μέτρα της απόδοσης ενός συστήματος. Πιο συγκεκριμένα οι δείκτες αξιολογούν το επίπεδο λειτουργίας και βοηθάνε στη σύγκριση με άλλα δίκτυα μεταξύ χρονικών περιόδων. Ο λόγος δημιουργίας δεικτών αξιολόγησης είναι να παρέχουν πληροφορίες στις αρμόδιες υπηρεσίες διαχείρισης υδάτων, έτσι ώστε να είναι σε θέση να πάρουν αποφάσεις για την καλύτερη διαχείριση του δικτύου και την άμεση επέμβαση. Με το συστηματικό διαχρονικό υπολογισμό των δεικτών αξιολόγησης σύμφωνα με τους Alegre et al.,2006 επιτυγχάνονται:

- Η διαχρονική παρακολούθηση της απόδοσης του δικτύου.
- Εντοπίζονται οι περιοχές και ο χρόνος που πρέπει να γίνονται βελτιωτικές παρεμβάσεις – επισκευές (χωρίς να έχει αστοχήσει το δίκτυο).
- Μπορεί να μετράται αντικειμενικά η αποτελεσματικότητα κάθε παρέμβασης στο δίκτυο.
- Μπορούν να γίνονται συγκρίσεις μεταξύ δικτύων με όμοια χαρακτηριστικά.

Οι πρώτοι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι δείκτες που αναπτύχθηκαν από τον Kanakoudis (2004) και παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- **Ποσοστό Χρήσης (Percentage of Use - %):** το ποσοστό κατά το οποίο εξαντλείται η δυναμικότητα του δικτύου (παροχτετευτική ικανότητα υδαταγωγών, δυναμικότητα αντλιοστασίων, δυνατότητα υδροληψίας από τους υδατικούς πόρους) στην προσπάθεια ικανοποίησης των απαιτήσεων κατανάλωσης νερού.
- **Επίπεδο Παρεχομένων Υπηρεσιών (Grade of Service - p):** εκφράζεται από την πιθανότητα ικανοποίησης της ζήτησης νερού εντός κάποιου χρονικού διαστήματος μελέτης.
- **Ποιότητα Παρεχομένων Υπηρεσιών (Quality of Service - %):** εκφράζεται από το ποσοστό ικανοποίησης της ζήτησης νερού εντός κάποιου χρονικού διαστήματος μελέτης.
- **Ταχύτητα Αντίδρασης (Speed of Response - t):** προσδιορίζεται από το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη στιγμή της εκδήλωσης μιας απαίτησης – ζήτησης στο δίκτυο έως τη στιγμή που γίνεται δυνατή η ικανοποίησή της.
- **Αξιοπιστία / Επικινδυνότητα (Reliability / Risk - p):** ισοδυναμεί με την πιθανότητα να μη συμβεί αστοχία στο δίκτυο εντός κάποιου διαστήματος μελέτης.
- **Αξιοπιστία Στόχου (Mission Reliability - p):** εκφράζει την πιθανότητα να μην συμβεί αστοχία του δικτύου κατά τη μεταφορά νερού από τους υδατικούς πόρους προς κάποιο συγκεκριμένο σημείο ζήτησης.
- **Διαθεσιμότητα (Availability - p):** αναφέρεται στην πιθανότητα το δίκτυο σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή να βρίσκεται σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας, άσχετα αν πριν ή μετά τη χρονική αυτή στιγμή το δίκτυο αστοχεί.
- **Επιδιορθωσιμότητα (Reparability / Resiliency - t):** δείχνει το πόσο γρήγορα το δίκτυο επανέρχεται στην κατάσταση της κανονικής του λειτουργίας μετά την εμφάνιση μιας αστοχίας σε αυτό.
- **Τρωτότητα Δικτύου (Vulnerability - p):** εκφράζει την μέση σημαντικότητα μιας αστοχίας (μέγεθος των επιπτώσεών της) που παρουσιάζεται σε ένα δίκτυο.
- **Βιωσιμότητα (Sustainability = ↑επιδιορθωσιμότητα + ↓Τρωτότητα):** εκφράζεται από τον συνδυασμό υψηλής τιμής του Δείκτη Επιδιορθωσιμότητας και χαμηλής τιμής του δείκτη Τρωτότητας του δικτύου.

Τα οφέλη των αρμόδιων υπηρεσιών διαχείρισης από τη χρήση των δεικτών αξιολόγησης είναι πολλαπλά. Τα πιθανά οφέλη της χρήσης των δεικτών από τις επιχειρήσεις νερού είναι:

- Επιτρέπουν ευκολότερη παρακολούθηση των αποτελεσμάτων των αποφάσεων για τη διαχείριση.
- Παρέχουν πληροφορίες κλειδιά που στηρίζουν μια ενεργητική προσέγγιση στη διαχείριση, με μικρότερη εξάρτηση από εμφανείς δυσλειτουργίες του συστήματος (αντιδραστική προσέγγιση).

- Δίνουν έμφαση στις δυνάμεις και τις αδυναμίες των τμημάτων, υποδεικνύοντας την ανάγκη για διορθωτικά μέτρα.
- Βοηθούν με την εφαρμογή καθεστώτος ‘Διοίκησης Ολικής Ποιότητας’.
- Διευκολύνουν την εφαρμογή ρουτινών συγκριτικής αξιολόγησης, τόσο εσωτερικά για την σύγκριση της απόδοσης σε διαφορετικές τοποθεσίες ή συστήματα, όσο και εξωτερικά για την σύγκριση με άλλες παραπλήσιες επιχειρήσεις, προωθώντας έτσι τη βελτίωση της απόδοσης.
- Παρέχουν γερή τεχνική βάση για λογιστικούς ελέγχους στην επιχείρηση και προβλέπουν την επίδραση που θα έχουν οι προτάσεις που προέκυψαν ως αποτέλεσμα ενός ελέγχου.
- Παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες με κατανοητό τρόπο.
- Το σύστημα των δεικτών αποτελεί δείγμα της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- Παρέχουν τα βασικά εργαλεία για την παρακολούθηση του συστήματος παροχής νερού με στόχο την προστασία των συμφερόντων των καταναλωτών.
- Παρέχουν εκτίμηση της απόδοσης του συστήματος παροχής και αξιολογούν συγκριτικά τις εταιρείες παροχής παρέχοντας ταυτόχρονα την δυνατότητα ελέγχου σχετικά με την συμμόρφωσή τους με τους στόχους που έχουν τεθεί.

1.5.1 Οι δείκτες αξιολόγησης της IWA

Η IWA ανέπτυξε 170 δείκτες αξιολόγησης που βασίζονται σε 232 μεταβλητές και χωρίζονται σε 6 κατηγορίες. Δημιουργήθηκαν από την ομάδα εργασίας των Alegre et al. Το 2000 το 1ο handbook περιείχε 130 δείκτες, οι οποίοι εμπλουτίστηκαν το 2006. Οι κατηγορίες των δεικτών αξιολόγησης της IWA παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 1-5.

Πίνακας 6: Κατηγορίες δεικτών απόδοσης της IWA (Ιδία επεξεργασία με στοιχεία των Alegre et al., 2006

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ	ΣΥΝΟΛΟ
WR	Υδατικών Πόρων	4
Pe	Προσωπικό	26
QS	Ποιότητα Υπηρεσιών	34
Op	Λειτουργικοί	44
Ph	Φυσικοί	15
Fi	Χρηματοοικονομικοί	47

Αυτή η ομαδοποίηση βοηθάει στην αναγνώριση του σκοπού για κάθε δείκτη και τον τελικό χρήστη για κάθε επιχείρηση. Ο κωδικός του δείκτη είναι μοναδικός και αποτελείται από δύο γράμματα και έναν αριθμό που δείχνει τη θέση του δείκτη μέσα στην ομάδα. Κάθε ομάδα χωρίζεται σε μικρότερες υπό-ομάδες γεγονός που κάνει ακόμα ευκολότερη την αναγνώριση της χρήσης και του χρήστη κάθε δείκτη (Πίνακας 1-6).

Πίνακας 7: Οι κατηγορίες δεικτών και οι υπό-ομάδες τους (Κανακούδης & Τσιτσαφλή, 2015)

Δείκτες	Αριθμός δεικτών	Δείκτες	Αριθμός δεικτών	Δείκτες	Αριθμός δεικτών
Υδάτινοι πόροι	4	Λειτουργικοί	44	Χρηματοοικονομικοί	47
Προσωπικό	26	Επιθεώρηση & συντήρηση	6	Έσοδα	3
Συνολικό προσωπικό	2	Διαβάθμιση οργάνων	5	Κόστος	3
Προσωπικό ανά λειτουργία	7	Επιθεώρηση εξοπλισμού μετάδοσης ηλεκτρικού σήματος	3	Σύνθεση τρεχούμενου κόστους ανά τύπο κόστους	5
Τεχνικό προσωπικό ανά δραστηριότητα	6	Διαθεσιμότητα αυτοκινήτων	1	Σύνθεση τρεχούμενου κόστους ανά κύρια λειτουργία	5
Προσόντα προσωπικού	3	Αποκατάσταση	7	Σύνθεση τρεχούμενου κόστους ανά τεχνική δραστηριότητα	6
Εξειδίκευση προσωπικού	3	Λειτουργικοί δείκτες απωλειών	7	Σύνθεση κόστους κεφαλαίου	2
Υγιεινή και ασφάλεια προσωπικού	4	Βλάβες	6	Επενδύσεις	3
Υπερωριακή εργασία	1	Μέτρηση νερού	4	Μέση χρέωση νερού	2
Ποιότητα υπηρεσιών	34	Παρακολούθηση ποιότητας	5	Αποδοτικότητα	9
Κάλυψη υπηρεσιών	5	Φυσικοί	15	Μόχλευση	2
Public taps and standpipes	4	Επεξεργασία νερού	3	Ρευστότητα	1
Πίεση και συνεχής παροχή	8	Αποθήκευση νερού	2	Κερδοφορία	4
Ποιότητα νερού	5	Άντληση	2	Οικονομικοί δείκτες απωλειών νερού	2
Τοποθέτηση & επισκευή οικιακών συνδέσεων & μετρητών	3	Διαθεσιμότητα βαλβίδων, κρουνών και μετρητών	6		
Παράπονα πελατών	9	Αυτοματισμός & έλεγχος	2		

Κάποιοι από τους σημαντικότερους δείκτες αφορούν το μη-ανταποδοτικό νερό (NRW) και εκφράζονται συνήθως σαν ποσοστό % του συνολικού εισερχόμενου όγκου νερού στο σύστημα, τις πραγματικές απώλειες (δείκτης UARL) και συνήθως εκφράζονται σε lt/σύνδεση/ημέρα/ m πίεσης και τις φαινόμενες απώλειες που συνήθως εκφράζονται σε m³/σύνδεση/έτος. Μερικοί από τους σημαντικότερους δείκτες με τα χαρακτηριστικά τους που αφορούν το Μη-Ανταποδοτικό νερό της IWA παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 8: Δείκτες που αφορούν το Μη-Ανταποδοτικό νερό της IWA (Ιδία επεξεργασία Alegre et al., 2006)

Κατηγορία δεικτών	Κωδικός	Έκφραση	Σχόλια
Χρηματοοικονομικοί	Fi46	Μη ανταποδοτικό νερό ανά όγκο(% του εισερχόμενου)	Εύκολα επηρεάσιμος, όχι και τόσο ακριβής
	Fi47	Μη ανταποδοτικό νερό ανά κόστος(% του κόστους)	Λαμβάνει υπόψιν αρκετές παραμέτρους, αρκετά ακριβής
Λειτουργικοί	Op25	Απώλειες ανά εισερχόμενο όγκο στο σύστημα (%)	Αφορά φαινόμενες απώλειες, ανεπαρκής δείκτης, προτείνεται σαν % της εξουσιοδοτημένης
	Op27	l/σύνδεση/ημέρα υπό πίεση	Πραγματικές απώλειες- Απλός δείκτης, χρήσιμος για θέση στόχων
	Op29	III	Αφορά πραγματικές απώλειες,λόγος ετήσιων απωλειών προς αναπόφευχτες

1.5.2 Νέοι δείκτες απόδοσης

Είναι φανερό πως οι δείκτες που αναπτύχθηκαν από την IWA δεν καλύπτουν όλα τα ζητήματα που μπορούν να προκύψουν σε μια εταιρεία ύδρευσης και αρκετοί από αυτούς είναι ανεπαρκείς ή όχι τόσο αξιόπιστοι. Κοινωνικές, περιβαλλοντικές, ανάγκες υγιεινής, προβλήματα ποιότητας νερού, χαμένη ενέργεια κλπ. είναι ορισμένα από τα θέματα που προσπάθησαν να καλύψουν οι Kanakoudis et al. (2013) και έτσι προχώρησαν στη δημιουργία 42 νέων δεικτών.

Ορισμένοι από του νέους δείκτες αφορούν τη διαφορά παγίου (MCD) όπως οι Fi 48,49 και 50 και εκφράζουν το μέγεθος των πραγματικών απωλειών που ανακτώνται μέσω της διαφοράς παγίου. Άλλοι δείκτες σχετίζονται με τις επιπτώσεις της ηλικίας των αγωγών στο σύστημα, του συντελεστή τραχύτητας και των πιέσεων λειτουργίας όπως οι Op48, 49 και 50. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης ο Op63 που αναφέρεται στο παραγόμενο ανθρακικό αποτύπωμα ανά εισερχόμενο όγκο νερού στο σύστημα και ο Fi52 που αναφέρεται στην προθυμία πληρωμής από τους καταναλωτές και εκφράζεται σε EURO/m³. Ορισμένοι από τους προτεινόμενους δείκτες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 9: Προτεινόμενοι νέοι δείκτες (Ιδία επεξεργασία Kanakoudis et al.,2013)

Δείκτης Απόδοσης		Ερμηνεία	Μονάδες μέτρησης
Op57	Απώλειες νερού ανά ύψος κτιρίων	Απώλειες νερού / μέσο ύψος κτιρίων	m ³ /m
Op61	Ενέργεια διαρροών	Το άθροισμα απωλειών ενέργειας μέσω του διαρρέοντος νερού και την επιπρόσθετης ενέργειας που απαιτείται για να ξεπεραστεί η τριβή με την αυξημένη ροή που χρειάζεται για να ξεπεραστεί η διαρροή	
Op62	Standards compliance	(ενέργεια που παραδίδεται στους χρήστες / ελάχιστη απαιτούμενη χρήσιμη ενέργεια)*100	%
Op63	Ανθρακικό Αποτύπωμα ανά Εισερχόμενο	Το παραγόμενο ανθρακικό αποτύπωμα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παροχής νερού / SIV	tns CO ₂ /m ³
Op64	Αντικατάσταση μετρητών	(Μετρητές παροχής που αντικαθίστανται/ συνολικός αριθμός μετρητών παροχής)*100	%
Fi48	MCD ανά πραγματικές απώλειες	(MCD / Πραγματικές Απώλειες)*100	%
Fi49	MCD ανά σύνδεση	MCD / αριθμός συνδέσεων / περίοδος μελέτης	m ³ /σύνδεση/ημέρα
Fi50	Λογιστικό NRW ανά NRW	(Λογιστικό NRW / NRW)*100	%
Fi51	Κόστος ενέργειας ανά όγκο	Κόστος ενέργειας (€) / Εισερχόμενος όγκος στο σύστημα (m ³)	€/m ³
Fi52	προθυμία πληρωμής	κόστος διαφύλαξης παροχής νερού/εξουσιοδοτημένη κατανάλωση στην περίοδο μελέτης	EUR/m ³
Op48	Πραγματικές απώλειες ανά ηλικία αγωγών	Πραγματικές απώλειες / μήκος αγωγών της ίδια ηλικίας	m ³ /km
Op49	Πραγματικές απώλειες ανά συντελεστής τραχύτητας	Πραγματικές απώλειες / συντελεστή τραχύτητας	
Op50	Πραγματικές απώλειες ανά πίεση λειτουργίας	Πραγματικές απώλειες / μέση πίεση λειτουργίας	m ³ /m
Op56	Απώλειες νερού ως % της χρήσης νερού	(Απώλειες νερού / χρήση νερού)*100	%

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Από τα προηγούμενα γίνεται εύκολα αντιληπτή η σημαντικότητα του νερού και της ορθολογικής του διαχείρισης. Το νερό πρέπει να πάψει να αντιμετωπίζεται ως ένα εμπορικό αγαθό και ένα σύγχρονο θεσμικό πλαίσιο πρέπει να στοχεύει σε αειφόρο ανάπτυξη, στη προστασία των υδατικών πόρων αλλά και της υψηλής ποιότητας νερού. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο βασικότερο θεσμικό πλαίσιο για του υδατικούς πόρους, ξεκινώντας από το σύγχρονο διεθνές δίκαιο, περνώντας στο ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο και στη συνέχεια στο εθνικό θεσμικό πλαίσιο, καταλήγοντας σε τοπικό επίπεδο όπου οι κύριοι διαχειριστές των υδατικών πόρων στη χώρα είναι οι ΔΕΥΑ και οι Εταιρείες Ύδρευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ) και Θεσσαλονίκης (ΕΥΑΘ). Εκεί γίνεται αναφορά στις υποχρεώσεις των υπηρεσιών ύδρευσης με βάση τα ευρωπαϊκά πρότυπα και την κείμενη νομοθεσία που αφορούν την ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων και τα πρότυπα δίκτυα ύδρευσης.

2.1 ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΔΙΚΑΙΟ

Κρίνεται επιτακτική η ανάγκη για την εφαρμογή μια βιώσιμης ανάπτυξης η οποία θα είναι σύμφωνη με τους περιορισμούς που θέτει η ίδια η φύση. Αυτή την ανάγκη προσπάθησε να ικανοποιήσει η παγκόσμια κοινότητα με τις Διασκέψεις του Ρίο, της Νέας Υόρκης και του Γιοχάνεσμπουργκ και έτσι έγινε η εισαγωγή της αειφορίας ως σύγχρονο ζητούμενο με τις έννοιες της ολοκληρωμένης πολιτικής για το περιβάλλον, καθώς και της συνεργασίας σε διεθνές αλλά και εθνικό επίπεδο.

Η διεθνής συνεργασία γίνεται πραγματικότητα από διάφορους φορείς και οργανισμούς που δραστηριοποιούνται στην παγκόσμια υδατική οικονομία, διαχείριση, προστασία και αξιοποίηση όπως το Παγκόσμιο Συμβούλιο Νερού (World Water Council), το Διεθνές Υδρολογικό Πρόγραμμα (I.H.P) της Unesco, την Επιτροπή Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ, τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας (WMO-World Meteorological Organization), την Επιτροπή Περιβάλλοντος της Οικονομικής Επιτροπής της Ευρώπης (Ο.Ε.Ε), τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και άλλους πολλούς.

Αποτέλεσμα της παραπάνω διεθνής συνεργασίας πάνω σε περιβαλλοντικά αλλά και σε θέματα διαχείρισης υδατικών πόρων ήταν η καταγραφή των παρακάτω Συνθηκών:

- Convention on Wetlands of International Importance (Ramsar Convention, 1971), σχετικά με τη χρήση και την ορθολογική διαχείριση των υγροτόπων και των υδατικών πόρων.
- Conference on the Law of the Sea (UNCLOS, 1973-1982), σχετικά με όλο το θεσμικό πλαίσιο που αφορά τη θάλασσα.
- Convention for the Prevention of Pollution from Ships (1973), σχετικά με την πρόληψη και τη μείωση των εκπομπών ρύπων από τα καράβια.
- MARPOL 73/78 (Marine Pollution), σχετικά με τα όρια ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος.
- Conference on Desertification (UNCOD, 1977), σχετικά με την ερημοποίηση.

- Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal (Basel, 1989), σχετικά με τον έλεγχο της διασυνοριακής ρύπανσης μέσω επικίνδυνων αποβλήτων και τη διάθεσή τους.
- Water Convention (Helsinki, 1992), σχετικά με τη χρήση και τη διαχείριση των διασυνοριακών ποταμών και λιμνών και της διασυνοριακής πολιτικής.
- Conference on Environment and Development (UNCED, Rio de Janeiro, 1992)- Rio Declaration on the Environment and Development – Agenda 21-Framework Convention on Climate Change (1992), σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της στους ανθρώπους αλλά και τη γενικότερη ορθολογική χρήση υδατικών πόρων.

Επίσης, άξια αναφοράς είναι η απόφαση A/64/L.63/Rev.1 τον Ιούλιο του 2010 καθώς τα Ηνωμένα Έθνη θεσμοθέτησαν ότι η πρόσβαση σε νερό, όσο και οι υπηρεσίες αποχέτευσης, αποτελούν θεμελιώδες ανθρώπινο δικαίωμα (UN, 2010).

2.2 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.2.1 Οι βασικότερες Ευρωπαϊκές Οδηγίες για το νερό

Η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία της ποιότητας των υδατικών της πόρων αποτέλεσε θέμα ύψιστης προτεραιότητας.

Η πρώτη «γενιά» οδηγιών , στα μέσα των δεκαετιών 70-90, εστίαζε στη θέσπιση προτύπων ποιότητας για τα επιφανειακά ύδατα που χρησιμοποιούνται για την παροχή πόσιμου νερού, υδάτων κολύμβησης, υδάτων θαλάσσης, υπόγεια ύδατα και νερό για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η δεύτερη «γενιά» οδηγιών επικεντρώθηκε κυρίως στην πηγές ρύπανσης και στο έλεγχο της ρύπανσης ως μέσο επίτευξης ποιοτικών προτύπων.

Οι σημαντικότερες οδηγίες που αφορούν το νερό αλλά και την ποιότητά του παρουσιάζονται παρακάτω (Haralambous, 2013):

Οδηγία 75/440/ΕΟΚ: προστασία επιφανειακών υδάτων, τα οποία προορίζονται για άντληση

- Εισήγαγε τον καθορισμό των προτύπων μεθόδων επεξεργασίας για την μεταφορά των υδάτων επιφανείας με σκοπό την μετατροπή τους σε πόσιμο νερό
- Όρισε τα χαρακτηριστικά των υδάτων επιφανείας που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος

Οδηγία 91/271/ΕΟΚ: διαχείριση των αστικών υγρών αποβλήτων

- Αποσκοπεί στη μείωση των ρύπων των γλυκών υδάτων, των υδάτων στις εκβολές των ποταμών και των παράκτιων υδάτων από τα οικιακά και βιομηχανικά λύματα
- Αφορά την συλλογή, την επεξεργασία και την απόρριψη αστικών και βιομηχανικών λυμάτων
- Απαιτεί από τα κράτη μέλη να έχουν την πλήρη εποπτεία τόσο των απορρίψεων των μονάδων επεξεργασίας όσο και την κατάληξη τους στα ύδατα αποδοχής

- Τέλος, υποχρεώνει τα μέλη να δημιουργήσουν καταλόγους-λίστες «ευαίσθητων» και λιγότερο «ευαίσθητων» περιοχών που λαμβάνουν τα επεξεργασμένα λύματα

Οδηγία 91/676/ΕΟΚ: νιτρικά

- Αποσκοπεί στην μείωση της ρύπανσης του νερού από νιτρικά μέσω της γεωργίας και στην πρόληψη εμφάνισης παρόμοιων ρύπων στο μέλλον
- Απαιτεί από τα μέλη να καθορίζουν τα μολυσμένα ή τα απειλούμενα νερά (αυτά με μεγάλες συγκεντρώσεις νιτρικών)
- Απαιτεί τη εγκατάσταση ενός εθελοντικού κώδικα, ορθής γεωργικής πρακτικής που θα πρέπει να υιοθετηθεί από κάθε γεωργό
- Η οδηγία απαιτεί εθνική παρακολούθηση και υποβολή εκθέσεων κάθε τέσσερα χρόνια σχετικά με τις συγκεντρώσεις νιτρικών και ευτροφισμού

Οδηγία 96/61/ΕΚ: ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης

- Αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της ρύπανσης από τις μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις μέσω ενός συστήματος περιβαλλοντικής αδειοδότησης
- Οι αδειοδοτήσεις βασίζονται στις εκπομπές οι τιμές των οποίων καθορίζονται από ευρωπαϊκά όρια
- Η οδηγία προβλέπει τη δημιουργία Ευρωπαϊκού Μητρώου Εκπομπών Ρύπων

Οδηγία 98/83/ΕΚ: ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

- Θέτει μικροβιολογικά, χημικά και οργανοληπτικά ποιοτικά πρότυπα για την ποιότητα του πόσιμου νερού στη βρύση
- Ένα σύνολο 28 μικροβιολογικών και χημικών παραμέτρων θα πρέπει να παρακολουθούνται και να εξετάζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με τα πρότυπα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας
- Υποχρεώνει τα κράτη μέλη να παρακολουθούν τακτικά την ποιότητα του πόσιμου νερού και να παρέχουν στους καταναλωτές επαρκείς και επίκαιρες πληροφορίες σχετικά με το πόσιμο νερό

Οδηγία 2007/60/ΕΚ: πλημμύρες

- Στοχεύει στη δημιουργία πλαισίου για τη διαχείριση κινδύνων που συνδέονται με τις πλημμύρες κυρίως στην ανθρώπινη υγεία, στο περιβάλλον, στην πολιτιστική κληρονομιά, στην οικονομία και στις υποδομές
- Προβλέπει σύνταξη σχεδίων διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας, μέτρα και έργα που απαιτούνται

2.2.2 Η Οδηγία Πλαίσιο για το νερό 2000/60/ΕΚ

Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, οι αυξανόμενες απαιτήσεις του ανθρώπου για νερό και η κλιματική αλλαγή, η ΕΕ πέρασε μια καινοτόμο ολοκληρωμένη νομοθεσία βασισμένη όχι σε εθνικά ή πολιτικά πλαίσια, αλλά στους γεωγραφικούς και υδρολογικούς σχηματισμούς και τη μεταρρυθμισμένη πολιτική υδάτων για τα κράτη μέλη.

Έτσι στο πλαίσιο της προστασίας των υδατικών πόρων και της ορθολογικής τους διαχείρισης, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Οδηγία-Πλαίσιο για τα Ύδατα (Water Framework Directive 2000/60/ΕΚ), η οποία αποτελεί μία ολιστική προσέγγιση για τη Διαχείριση των Υδάτων της Ευρώπης, προωθώντας μια μακροπρόθεσμη και ενοποιημένη πολιτική διαχείρισης. Στη οδηγία τονίζεται ότι «*το ύδωρ δεν είναι εμπορικό προϊόν όπως όλα τα άλλα, αλλά αποτελεί κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να τυγχάνει κατάλληλης μεταχείρισης*» (Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2000).

Πρόκειται για μια οδηγία-σταθμό για τα Ευρωπαϊκά δεδομένα καθώς διέπεται από την αρχή της αειφορίας και ουσιαστικά στη πλήρη εφαρμογή της αντικαθιστά όλη την προηγούμενη ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Είναι άξιο αναφοράς ότι η προετοιμασία της Οδηγίας από την Ε.Ε διήρκησε περισσότερο από δέκα έτη και αποτέλεσε πεδίο έντονης επιστημονικής και πολιτικής αντιπαράθεσης μεταξύ των Κρατών-Μελών. Ας σημειωθεί άλλωστε ότι η ερμηνεία των προβλέψεων της Οδηγίας αποτελεί ακόμη και σήμερα αντικείμενο εκτεταμένων επιστημονικών συζητήσεων, και όπως διαφαίνεται από το διάγραμμα εφαρμογής στην συνέχεια, χρειάζεται να περάσουν ακόμη αρκετά χρόνια προκειμένου να υλοποιηθούν όλα τα σημεία της.

Τα κύρια σημεία της καθώς και οι στόχοι της παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

Αρχές και στόχοι που διέπουν την Οδηγία Πλαίσιο για το νερό 2000/60/ΕΚ

Η Οδηγία-Πλαίσιο για τα Ύδατα (Water Framework Directive 2000/60/ΕΚ) περιλαμβάνει τρεις βασικούς καινοτόμους πυλώνες: την οικολογία, τη διακυβέρνηση και την οικονομία (Haralambous, 2013)

Οικολογία: Όλα τα υδατικά συστήματα θα πρέπει να φτάσουν σε “καλή” οικολογική κατάσταση μέχρι το 2015. Το νερό δεν είναι ένα εμπορικό αγαθό αλλά αντίθετα κληρονομιά της φύσης και για αυτό το λόγο θα πρέπει να προστατεύεται επαρκώς και να τυγχάνει κατάλληλης μεταχείρισης.

Διακυβέρνηση: Δημιουργία νέων αρχών διαχείρισης των υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκανών απορροής ποταμών. Επίσης, δημιουργία συστημάτων παρακολούθησης και εποπτείας των υδάτων, με υποχρεωτική συμμετοχική-ενεργή λήψη αποφάσεων των πολιτών και άμεσης ενημέρωσης τους.

Οικονομία: Τα συστήματα προμήθειας νερού, πρέπει να επιδιώκουν την πλήρη ανάκτηση του κόστους υπηρεσιών νερού και δημιουργία οικονομικών αναλύσεων για τη χρέωση του πραγματικού κόστους νερού, μέχρι το 2010.

Πάνω σε αυτού τους πυλώνες βασίστηκαν οι αρχές που διέπουν την Οδηγία αλλά και τα άρθρα της νομοθεσίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι πρόκειται για μια νέα προσέγγιση σε επίπεδο διαχείρισης υδατικών πόρων από μια άλλη σκοπιά, προωθώντας μια νέα κουλτούρα στον τομέα διαχείρισης και εστιάζοντας στην εξοικονόμηση, στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και στην εισαγωγή νέων τεχνολογιών, μέσω ολοκληρωμένων προσεγγίσεων.

Οι βασικές αρχές του Κοινοτικού Δικαίου από τις οποίες διέπεται η Οδηγία είναι οι ακόλουθες:

Η **“αρχή της αειφορίας”**, η οποία αποτελεί και την βασική αρχή της Οδηγίας, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εφόσον σύμφωνα με το Άρθρο 1β θα πρέπει να προωθηθεί η βιώσιμη χρήση του νερού, με στόχο τη μακροπρόθεσμη προστασία των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Η εν λόγω αρχή έχει ως ειδικότερο περιεχόμενο τη διαχείριση των φυσικών πόρων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην εξαντλούνται τα όρια αποδοχής και μην υπερκεράζεται η φέρουσα ικανότητα των οικοσυστημάτων εξαιτίας της εισαγωγής επικίνδυνων ουσιών και της κατανάλωσης των φυσικών διαθέσιμων. Η αρχή αυτή αποτελεί ουσιαστικά την κεντρική ιδέα και επιδίωξη της Οδηγίας (Καραγεώργου, 2003).

Η **“αρχή ο ρυπαίνων πληρώνει”**. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, βάσει της κείμενης νομοθεσίας, οποιοσδήποτε επιβαρύνει το περιβάλλον υποχρεώνεται να αναλάβει το κόστος για την εξουδετέρωση της προσβολής ή για τη μελλοντική αποφυγή επιβάρυνσης ή ακόμη να καταβάλει αντισταθμικό ποσό για την βλάβη, την οποία προξένησε (Παναγόπουλος, 2001).

Η **“αρχή ο χρήστης πληρώνει”**. Ουσιαστικά πρόκειται για την προέκταση της αρχής ο ρυπαίνων πληρώνει, προσαρμοζόμενη στον τομέα των υδάτων, καθώς αυτά βρίσκονται σε ανεπαρκή ποσότητα. Αναφέρει πως η χρήση των υδάτων πρέπει να είναι ορθολογική και να συμβεί κάτι τέτοιο είναι αναγκαίο να δημιουργηθεί ένα συλλογικό σύστημα πρόληψης ή επανόρθωσης της τυχόν υποβάθμισης (Χαϊνταρλής, 2005).

Η **“αρχή της αναλογικότητας”**. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, οι εκπομπές των εγκαταστάσεων μιας περιοχής δεν θα πρέπει να επιβαρύνουν τον αποδέκτη σύμφωνα με κάποια πρότυπα όρια. Επίσης θέτει όρια μείωσης εκπομπών από υπάρχουσες εγκαταστάσεις και προβλέπει έλεγχο για τη δημιουργία νέας εγκατάστασης (Γρίβα, 2005).

Η **“αρχή της πρόληψης”**. Η αρχή αυτή έχει ως στόχο την αποφυγή και την πρόληψη αρνητικών επιπτώσεων για το περιβάλλον. Η πλήρη εφαρμογή αυτής της αρχής έχει ως συνέπεια την αποτελεσματικότητα της δράσης της Διοίκησης στον τομέα της προστασίας του περιβάλλοντος (Παναγόπουλος, 2001).

Ουσιαστικά η Οδηγία-Πλαίσιο επαναπροσδιορίζει την έννοια της λεκάνης απορροής, η οποία περιλαμβάνει τα εξωτερικά επιφανειακά όπως ποτάμια και λίμνες, τα υπόγεια ύδατα, τα μεταβατικά (δέλτα, εκβολές ποταμών) και τα παράκτια οικοσυστήματα. Ακόμη, εφαρμόζει μια προσέγγιση για τον έλεγχο της ρύπανσης, καθορίζοντας τα όρια εκπομπών ρύπων και τους στόχους επίτευξης της επιθυμητής ποιότητας των υδάτων και αντιμετωπίζει συνολικά όλες τις χρήσεις και υπηρεσίες του νερού, συνυπολογίζοντας την αξία του νερού για το περιβάλλον, την υγεία, την ανθρώπινη κατανάλωση και την κατανάλωση σε παραγωγικούς τομείς. Τέλος, προωθεί και θεωρεί αναγκαία τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη και τη διαχείριση των υδατικών πόρων, καθώς και την πληροφόρησή του.

Οι κύριοι στόχοι της, όπως διαφαίνονται στο Άρθρο 1, είναι:

- Να σταματήσει η συνεχή υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και να υπάρξει προστασία και βελτίωση των υδατικών πόρων
- Να διασφαλιστεί η μείωση ρύπων υπόγειων υδάτων και να σταματήσει η περαιτέρω ρύπανσή τους

- Η εκτίμηση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων και ο μακροχρόνιος σχεδιασμός έργων προστασίας τους
- Πλήρη ανάκτηση του κόστους υπηρεσιών νερού (Άρθρο 9)
- Να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων

Το άρθρο 9 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ

Άξιο αναφοράς αποτελεί το Άρθρο 9 της οδηγίας καθώς αποτελεί μία από τις καινοτόμες προτάσεις του. Για πρώτη φορά συντάσσεται Ευρωπαϊκή Οδηγία που προβλέπει την ανάκτηση κόστους υπηρεσιών ύδατος και θέτει μια πλήρη τιμολογιακή πολιτική. Η πλήρη ανάκτηση του κόστους ύδατος βασίζεται στην εξής απλή λογική: κάθε όγκος νερού που αντλείται από έναν φυσικό πόρο έχει αρνητικές επιπτώσεις τόσο στον “αυτοκαθαρισμό” του πόρου όσο και στην υδατική του ισορροπία. Έτσι, κάθε ποσότητα όγκου νερού που λαμβάνεται από έναν υδατικό πόρο θα πρέπει να υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις του στην αρχική ποιότητα αλλά και ποσότητα του ίδιου υδατικού πόρου. Η αρχή της οδηγίας περιλαμβάνει το απαιτούμενο κόστος ώστε να εξασφαλίζεται ότι η ποιότητα του νερού είναι η κατάλληλη, την τιμή που πρέπει να πληρώσει ο χρήστης λόγω των μειωμένων ευκαιριών που απομένουν για τους υπόλοιπους χρήστες και το κόστος διατήρησης και βελτίωσης της ποιότητας και ποσότητας των υδατικών πόρων με βάση τις αρχές της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.

Το κόστος ύδατος αποτελείται από τρία μέρη: το άμεσο κόστος, το περιβαλλοντικό κόστος και το κόστος φυσικού πόρου. «Οι τρεις συνιστώσες του πλήρους κόστους του νερού είναι δυναμικά μεγέθη και έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ανά εποχή, γεωγραφική περιοχή, πυκνότητα πληθυσμού, οικονομική δραστηριότητα κλπ.» (Kanakoudis et al., 2012).

Το **άμεσο κόστος (ΑΚ)** περιλαμβάνει τα κόστη που καταβάλουν ένα δίκτυο διανομής νερού προκειμένου να παρέχει επαρκή και ποιοτική ποσότητα νερού στους καταναλωτές. Περιλαμβάνει δηλαδή τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης του δικτύου όπως προσωπικό, ενέργεια, χημικά, υλικά, έξοδα τρίτων κλπ., τα διοικητικά και λοιπά έξοδα όπως έξοδα διαχείρισης και τα ετήσια έξοδα κεφαλαίων όπως νέες επενδύσεις, απόσβεση υφιστάμενης υποδομής κλπ. Το άμεσο κόστος αποτελείται από επιμέρους κόστη τα οποία επηρεάζονται αρκετά από τις πρακτικές διαχείρισης του δικτύου. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η διαφορά χώρου και χρόνου των εξόδων για την επισκευή και την αντικατάσταση των αγωγών του δικτύου και ο ρυθμός εμφάνισης βλαβών. Προκειμένου να αξιολογηθεί με ασφάλεια το άμεσο κόστος υπηρεσιών, είναι αναγκαία μια ιεραρχική ανάλυση αντιμετώπισης προβλημάτων στα τμήματα του δικτύου, χρησιμοποιώντας κατάλληλα μοντέλα που καθορίζουν τις βέλτιστες λύσεις όπως για παράδειγμα τότε πρέπει να αντικατασταθεί ένα σωλήνας. Οπότε γίνεται εύκολα αντιληπτό πως με τη χρήση τέτοιων μοντέλων μειώνονται σημαντικά τα έξοδα συντήρησης και λειτουργίας του δικτύου. Τέτοια μοντέλα είναι και τα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης δικτύων που παρουσιάζονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο (Kanakoudis et al., 2012).

Το **περιβαλλοντικό κόστος (ΠΚ)** εκφράζει τις καταστροφές, εξαιτίας των εγκαταστάσεων διανομής νερού και της τεράστιας σπατάλης, που επηρεάζουν άμεσα το περιβάλλον και έμμεσα τους χρήστες. Μέχρι προσφάτως η πολιτική ανάκτησης του περιβαλλοντικού κόστους βασιζόταν σε φόρους και κυρώσεις σχετικά με το φρέσκο νερό και των υπηρεσιών

απόρριψης αποβλήτων που συμπεριλαμβανόταν στους λογαριασμούς νερού. Επιπλέον, η συμμετοχή πολιτικών με άγνοια επί του θέματος οδήγησε σε μια παράλογη τακτική η οποία σε καμία περίπτωση δεν ανακτούσε πλήρως το περιβαλλοντικό κόστος. Η βασική αρχή της Οδηγίας-Πλαισίου είναι ότι η περιβαλλοντική ζημία είναι ίση με το κόστος που απαιτείται έτσι ώστε να επανέλθει το περιβάλλον στην αρχική του κατάσταση, με βάση την υπόθεση ότι το η χαμηλότερη τιμή ενός περιβαλλοντικού πόρου ισούται με το αναγκαίο κόστος για την προστασία του (Kanakoudis et al., 2012).

Το **κόστος φυσικού πόρου (ΚΦΠ)** έχει δύο ερμηνείες: Η πρώτη αφορά τις περιοχές που πλήττονται από ξηρασία. Εκεί το κόστος φυσικού πόρου αποτελούν τα χαμένα κέρδη που υφίστανται άλλες χρήσεις από την παρούσα χρήση του νερού, όταν ο ρυθμός υδροληψίας υπερβαίνει τον ρυθμό ανανέωσης των αποθεμάτων των υδατικών πόρων. Η δεύτερη ερμηνεία του ορισμού χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης που δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα έλλειψης νερού. Εκεί το κόστος φυσικού πόρου συμβαίνει όταν το νερό δεν χρησιμοποιείται με βέλτιστο τρόπο, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχουν διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις που μπορούν να παράγουν μεγαλύτερα κέρδη. Στην ουσία το κόστος αυτό εκφράζει τις απώλειες εσόδων από την εσφαλμένη κατανομή του νερού (Kanakoudis et al., 2012).

Το συνολικό κόστος ύδατος καθώς και οι συνιστώσες του παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 10: Συνολικό κόστος ύδατος (Αζαριάδη, 2014)

		Χρηματοοικονομικό κόστος				Κόστος φυσικού πόρου	Περιβαλλοντικό κόστος
Συνολικό κόστος του νερού	Οικονομικό κόστος	Κόστος λειτουργίας και συντήρησης δικτύου	Διοικητικό κόστος	Κόστος κεφαλαίου	Επιδοτήσεις	Κόστος ευκαιρίας εναλλακτικών χρήσεων (παρούσες/μελλοντικές)	Εξωτερικό κόστος υποβάθμισης περιβαλλοντικής ποιότητας
	Χρέωση στους χρήστες	Ανάλυση για κάθε χρήση: Ύδρευση (συμπεριλαμβανομένου του τουρισμού), Άρδευση, Βιομηχανία, ανα Υδατικό Διαμέρισμα.					

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως η τιμολογιακή πολιτική είναι ένα πολυδιάστατο ζήτημα με αρκετές συνιστώσες. Επομένως, το έργο των αρμόδιων υπηρεσιών ύδρευσης για την ανάπτυξη δίκαιων πολιτικών τιμολόγησης είναι εξαιρετικά δύσκολο (Kanakoudis & Tsitsifli, 2010).

Χρονοδιάγραμμα Εφαρμογής

- 2000: Έναρξη ισχύς της οδηγίας, άρθρο 25.
- 2001: Έκδοση κοινής στρατηγικής εφαρμογής
- 2003: Διορία υιοθέτησης από τις εθνικές νομοθεσίες, αναγνώριση περιοχών λεκανών απορροής και αρχών, άρθρα 23 & 3
- 2004: Χαρακτηρισμός λεκάνης απορροής: πιέσεις, επιπτώσεις και οικονομική ανάλυση, άρθρο 5.

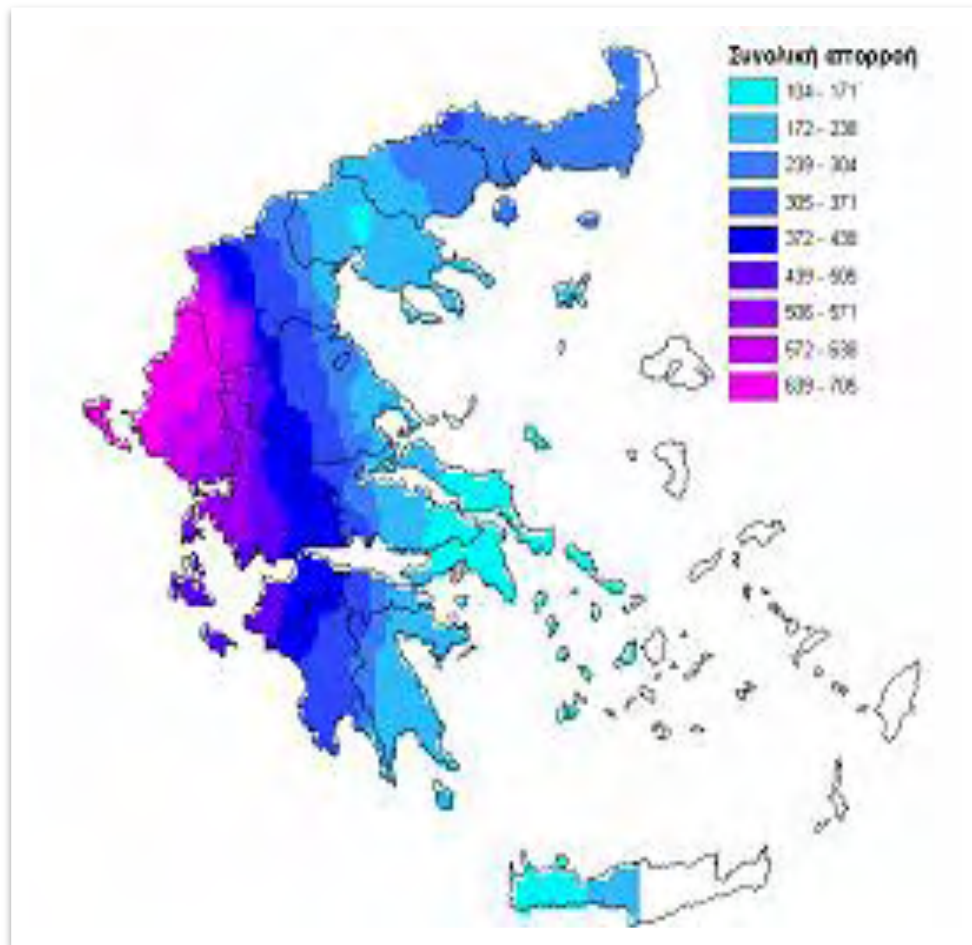
- 2006: Εγκαθίδρυση δικτύου παρακολούθησης, άρθρο 8
- 2008: Παρουσίαση πρώτου σχεδίου διαχείρισης, άρθρο 13
- 2009: Τελειοποίηση σχεδίου διαχείρισης συμπεριλαμβανομένου του προγράμματος μέτρων, άρθρα 11 και 13
- 2009-15: Υλοποίηση των προγραμμάτων μέτρων
- 2010: Εισαγωγή τιμολογιακής πολιτικής, άρθρο 9
- 2012: Δημιουργία επιχειρησιακών προγραμμάτων μέτρων, άρθρο 11
- 2015: Επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων
- 2021: Τέλος δεύτερου κύκλου διαχείρισης
- 2027: Τέλος τρίτου κύκλου διαχείρισης, τελική προθεσμία επίτευξης στόχων

2.3 ΕΘΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.3.1 Σχολιασμός Ελλαδικού χώρου

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μια σειρά προβλημάτων στη διαχείριση και στη διαθεσιμότητα των υδατικών και η κύριοι λόγοι εμφάνισής του είναι (Kanakoudis & Tsitsifli, 2010):

- Το γεγονός ότι η Ελλάδα βιώνει έντονες βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του χειμώνα και σχεδόν καθόλου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αυτό το μοτίβο παροχής ύδατος είναι ακριβώς το αντίθετο της ζήτησης νερού (χωρική και χρονική ανισοκατανομή βροχοπτώσεων Χάρτης 2-1)
- Η ανισοκατανομή πληθυσμού.
- Η χωρική κατανομή των υδατικών πόρων που “συγκεντρώνονται” στο βόρειο και δυτικό τμήμα της χώρας, ενώ οι μεγάλες ανάγκες εμφανίζονται κατά μήκος των ακτών και στις μεγάλες πεδιάδες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- Το γεγονός ότι η Βόρεια Ελλάδα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις απορρίψεις ποταμών από τις γειτονικές χώρες.
- Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της χώρας, τα οποία συμβάλουν στο γρήγορο “ξέπλυμα” του γλυκού νερού στη θάλασσα.
- Η εκτεταμένη ακτογραμμή (περίπου 15.000 χιλιόμετρα) σε συνδυασμό με τη λιθολογική σύνθεση του εδάφους, ευνοούν την υφαλμύρυνση των παράκτιων υπόγειων υδροφορέων.
- Το γεγονός ότι πολλοί Έλληνες υποφέρουν από την έλλειψη επαρκών υδατικών πόρων.
- Περιβαλλοντική ποσοτική αλλά και ποιοτική υποβάθμιση πολλών υδατικών πόρων όπως για παράδειγμα η ανεξέλεγκτη εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων κυρίως στη γεωργία.
- Τα απαρχαιωμένα δίκτυα διανομής νερού που έχουν απώλειες που φτάνουν και το 60% του εισερχόμενου όγκου
- Η αδυναμία και καθυστέρηση γενικότερης διαχείρισης σε επίπεδο λεκάνης απορροής.
- Η έλλειψη εφαρμογής ουσιαστικής νομοθεσίας περί νερού Ευρωπαϊκών προτύπων.



Χάρτης 1: Κατανομή μέσης ετήσιας απορροής στην Ελλάδα (Κράββαρη, 2017)

Επομένως, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη για τη θέσπιση ουσιαστικής υδατικής πολιτικής με στόχο τη διάθεση ισοζυγίων προσφοράς και ζήτησης σε επίπεδα υδρολογικών λεκανών αλλά και διαμερισμάτων.

Η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την κοινοτική Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ έγινε με το νόμο 3199/2003 (ΦΕΚ 280 Α/09.12.2003) και το ΠΔ 51/2007 (ΦΕΚ 54 Α/08.03.2007) (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

2.3.2 Ο νόμος « Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις» (Ν.1739/1987)

Οι κατευθυντήριες γραμμές του Ν.1739/1987 ήταν οι εξής:

1. Απαιτούμενη αδειοδότηση για κάθε έργο αξιοποίησης υδατικών πόρων
2. Προγραμματισμός στα διαχείριση των υδατικών πόρων
3. Διαχωρισμός της χώρα σε 14 υδατικά διαμερίσματα (Χάρτης 2-2).
4. Θέσπιση όρων για την προστασία υδατικών πόρων



Χάρτης 2: Τα 14 υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας (ΥΠΕΚΑ, 2019)

Τα χαρακτηριστικά των δεκατεσσάρων υδατικών διαμερισμάτων και οι υπεύθυνες διοικητικές περιφέρειες διακρίνονται στον Πίνακα 2-2.

Πίνακας 11: Τα υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας και τα χαρακτηριστικά τους (Kanakoudis & Tsitsifli, 2010)

No.	Name	Area (Km ²)	Population (2001)	Administrative regions
01	West Peloponnesus	7,301	331,180	West Ellada/Peloponnesus
02	North Peloponnesus	7,310	615,288	West Ellada/Peloponnesus
03	East Peloponnesus	8,477	288,285	Attica/Peloponnesus
04	West Sterea Ellada	10,199	312,516	Epirus/Thessaly/Ionian islands/West Ellada/Sterea Ellada
05	Epirus	10,026	464,093	West Macedonia/Epirus/Ionian islands/West Greece
06	Attica	3,207	3,737,959	West Ellada/Attica/Peloponnesus
07	East Sterea Ellada	12,341	577,955	Thessaly/West Greece/Attica
08	Thessaly	13,377	750,445	Central Macedonia/West Macedonia/Thessaly/Sterea Ellada
09	West Macedonia	13,440	896,891	Central Macedonia/West Macedonia
10	Central Macedonia	10,389	1,362,190	Central Macedonia/Sterea Ellada
11	East Macedonia	7,280	412,732	East Macedonia & Thrace/Central Macedonia
12	Thrace	11,177	404,182	East Macedonia & Thrace
13	Crete	8,335	601,131	Crete
14	Aegean Islands	9,103	508,807	North Aegean/Crete

Ιδιαίτερο ρόλο σε αυτή τη νομοθεσία παίζουν ο ορισμός και η έννοια του υδατικού ισοζυγίου και του ισοζυγίου προσφοράς-ζήτησης, τα οποία συντάχθηκαν όπως φαίνεται στην παρακάτω:

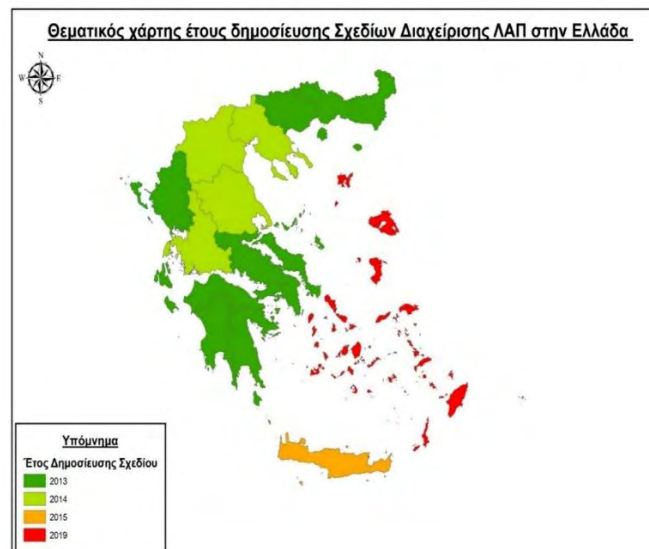
Υδατικό Ισοζύγιο: Η απεικόνιση της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ των εισροών και των εκροών νερού μιας ενιαίας υδατικής περιοχής στην ίδια χρονική περίοδο, αφού ληφθεί υπόψη η εσωτερική διακύμανση των υδατικών αποθεμάτων

Ισοζύγιο προσφοράς-ζήτησης: Η συνεκτίμηση της εξέλιξης των διαθέσιμων υδατικών πόρων και των προοπτικών της ζήτησης για χρήση νερού σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο, με σκοπό τον προγραμματισμό της ανάπτυξης των υδατικών πόρων και τον προσανατολισμό των χρήσεων.

Ουσιαστικά ο Ν. 1739/1987 δεν εφαρμόστηκε ποτέ πλήρως, καθώς παρόλο που έδινε αρμοδιότητες στις περιφέρειες για τα υδατικά διαμερίσματα συνέχισε να λειτουργεί συγκεντρωτικά. Ωστόσο, αποτέλεσε μια πρώτη αρχή για τα στάδια εναρμόνισης της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

2.3.3 Ο νόμος «Προστασία και διαχείριση των υδάτων- Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ» (Ν.3199/2003)

Ο νόμος 3199/2003 αποτελείται από 17 άρθρα και έχει ως στόχο να οδηγήσει τη χώρα μας στο πνεύμα της ολοκληρωμένης διαχείρισης και προστασίας των υδάτων βάσει της οδηγίας-πλαίσιο για το νερό. Ο Ν. 3199/2003 « Προστασία και διαχείριση των υδάτων-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ» ουσιαστικά αντικαθιστά των προηγούμενο νόμο 1739/1987 για τη διαχείριση των υδατικών πόρων και έτσι η διαχείριση τους περνάει από το Υπουργείο Ανάπτυξης στο Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., επαναλαμβάνεται η υποχρεωτική έκδοση άδειας για κάθε έργο υδατικών πόρων, ενώ παράλληλα θεσπίζεται η συμμετοχή του κοινού στις διαδικασίες διαχείρισης και κυρίως στη διαδικασία εκπόνησης, ενημέρωσης και αναθεώρησης των Διαχειριστικών Σχεδίων. Επίσης, βάσει του νόμου αυτού ορίζονται ως Περιοχές Λεκάνης Απορροής Ποταμού τα δεκατέσσερα υδατικά διαμερίσματα της χώρας, των οποίων η διάκριση είχε γίνει στα πλαίσια του Ν. 1739/87. Στον Χάρτη 2-3 διακρίνονται τα τελικά έτη δημοσίευσης των Σχεδίων Διαχείρισης ΛΑΠ στην Ελλάδα.



Χάρτης 3: Θεματικός χάρτης έτους δημοσίευσης Σχεδίων Διαχείρισης ΛΑΠ στην Ελλάδα (Γαβαλάς, 2019)

Παρατηρούμε ότι αρκετά Σχέδια Διαχείρισης ΛΑΠ παραδόθηκαν αρκετά καθυστερημένα έως και το 2019, γεγονός που επιβεβαιώνει την ανικανότητα προσαρμογής της χώρα στα Ευρωπαϊκά Πλαίσια.

Επίσης, οι διατάξεις του νόμου ορίζουν τη δημιουργία πέντε διοικητικών μονάδων (Kanakoudis & Tsitsifli, 2010):

- a) **Εθνική Επιτροπή Υδάτων (ΕΕΥ)**, η οποία αποτελείται από πέντε υπουργούς και υπεύθυνους για την πολιτική υδάτων και την εποπτεία/ έλεγχο της εφαρμογής της
- b) **Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων (ΕΣΥ)**, το οποίο αποτελείται από 24 μέλη της κυβέρνησης και είναι υπεύθυνο για διαβουλεύσεις σχετικά με τα προγράμματα διαχείρισης/ προστασίας των υδατικών πόρων
- c) **Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων (ΚΥΥ)**, η οποία είναι τμήμα του Υπουργείου Περιβάλλοντος υπεύθυνο για τον συντονισμό δημόσιων φορέων που ασχολούνται με τη διαχείριση των υδάτων και έχει την διαβούλευση όλων των σχετικών διοικητικών/ εποπτικών/ οικονομικών διαδικασιών.
- d) **Διευθύνσεις Υδάτων Περιφέρειας (ΔΥΠ)**, αρμόδια για την τοπική εφαρμογή των κανονισμών/ μέτρων
- e) **Περιφερειακά Συμβούλια Υδάτων (ΠΣΥ)**, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη διαβούλευση των Σχεδίων Διαχείρισης ΛΑΠ που προτείνονται από τα την περιφερειακή διεύθυνση υδάτων

Οι βασικότεροι στόχοι του Ν. 3199/2003 είναι:

- Να καθιστά ένα εκσυγχρονισμένο και ουσιαστικό νομοθετικό πλαίσιο για την ολοκληρωμένη διαχείριση και προστασία των υδάτων
- Να ορίσει έναν μακροπρόθεσμο σχεδιασμό για τη διαχείριση των υδατικών πόρων
- Να ενισχύσει τις περιφερειακές δομές
- Να επιτευχθεί ο βασικός στόχος της Οδηγίας-Πλαισίου 2000/60/ΕΚ.

Ένα από τα βασικά στοιχεία του νόμου, το οποίο μάλιστα συγκρούεται με τις βασικές διατάξεις της Οδηγία-Πλαισίου είναι ότι οι αρμοδιότητες προστασίας και διαχείρισης κάθε λεκάνης απορροής ανήκουν στην Περιφέρεια στα διοικητικά όρια της οποίας εκτείνεται, ενώ στην περίπτωση που η λεκάνη απορροής εκτείνεται στα διοικητικά όρια περισσότερων περιφερειών, τότε οι αρμοδιότητες ασκούνται από κοινού.

Αξίζει να σημειωθεί πως έως και σήμερα ο νόμος δεν έχει αποδώσει τα αναμενόμενα και σε καμία περίπτωση το περιεχόμενό του και η ισχύ του δεν συγκρίνονται με την οδηγία-πλαίσιο που υποτίθεται ενστερνίζεται.

2.3.4 ΠΔ 51/2007 (ΦΕΚ 54 Α/08.03.2007)

Το προεδρικό αυτό διάταγμα ουσιαστικά καθορίζει τα μέτρα και τις διαδικασίες για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε εναρμόνιση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Το προεδρικό διάταγμα 51/2-3-2007 αποτέλεσε ουσιαστική πρόοδο της χώρας σε ότι αφορά την εναρμόνισή του νομοθετικού πλαισίου της με τα σημαντικά θέματα της ΟΠΥ. Φέρνοντας σε άμεση σύγκριση λοιπόν την Οδηγία 2000/60/ΕΚ για τα νερά και το προεδρικό διάταγμα παρατηρείται ότι αυτό συμβάλει στην ολοκληρωμένη προστασία και ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας. Μερικοί από τους στόχους που θέτει είναι:

- Η προώθηση της βιώσιμης χρήσης του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδατικών πόρων

- Η προστασία και η βελτίωση της κατάστασης των υδάτων και η αποτροπή περαιτέρω επιδείνωσης
- Η ενίσχυση της προστασίας και η βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων με ειδικά μέτρα για την προοδευτική μείωση των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας
- Τον μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες

Αξίζει να σημειωθεί ότι τροποποιήθηκε από:

- 1) Υ.Α. Η.Π. 48416/2037/Ε.103/2011, (2516/β/7.11.2011) όσον αφορά την αποθήκευση άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς
- 2) Υ.Α Η.Π. 51354/2641/Ε103/2010, (ΦΕΚ 1909/Β/8.12.2010) όσον αφορά τον καθορισμό των Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) για τις συγκεντρώσεις ορισμένων ουσιών και ρύπων

2.3.5 Νομοθετικό πλαίσιο για το πόσιμο νερό και την ποιότητα του

Στο υπάρχον θεσμικό πλαίσιο για την ποιότητα του πόσιμου νερού συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθες διατάξεις:

- ΚΥΑ Υ2/2600/2001 για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωση, στόχος της οποίας ήταν η εναρμόνιση με την οδηγία 98/93 της Ε.Ε και τις κατευθυντήριες οδηγίες του Π.Ο.Υ. Επίσης, στο άρθρο 10 της ΚΥΑ/2600/2001 γίνεται γενικότερη αναφορά σχετικά με την καταλληλότητα των υλικών (σωληνώσεων, κλπ.) σε επαφή με το πόσιμο νερό.
- Η Γ1(δ)/ΓΠ οικ.67322 (ΦΕΚ 3282 'Β 19/9/2017). Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με τη Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787 (L260, 7.10.2015). **Αξίζει να σημειωθεί πως είναι η πιο πρόσφατη Υγειονομική Διάταξη σύμφωνα με την οποία πρέπει να λειτουργεί κάθε ΔΕΥΑ.**
- Η Α5/288/86 (ΦΕΚ 53Β 379Β) υγειονομική Διάταξη « περί ποιότητας πόσιμου νερού» σε εναρμόνιση οδηγίας 80/778/ΕΟΚ η οποία αναφέρεται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού, στη συχνότητα των δειγματοληψιών και στις υποχρεώσεις των υπευθύνων (πχ. Για τη σύνταξη τριετών εκθέσεων ποιότητας πόσιμου νερού).
- Η ΔΥΓ2/Γ.Ποικ. 38295/2007 (ΥΕΚ 630/τ.β./26-4-07) ΚΤΑ με την οποία τροποποιήθηκε η Τ2/οικ.2600/2001 ΚΤΑ (ΥΕΚ 892/Β/11-7-01) για την "ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης" σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998.
- Η ΔΥΓ2/19028 που αναφέρει την αντικατάσταση αμιαντοσωλήνων στο δίκτυο ύδρευσης.
- Η Γ3α/761/68 Υγ. Διάταξη, όπως έχει τροποποιηθεί (ΥΕΚ 189/68 Β, 988/74 Β) που περιλαμβάνει συμπληρωματικές διατάξεις για τους υπεύθυνους ύδρευσης του νερού, καθώς και τις υποχρεώσεις τους.

- Η A5/2280/85 (ΦΕΚ 720/τ.β./13.12.83) Υγ. Διάταξη, με την οποία ρυθμίζονται θέματα προστασίας των πηγών υδροληψίας υπό υπέρμετρη ρύπανση και θεσπίζονται διάφοροι περιορισμοί και ζώνες προστασίας
- Τα άρθρα 8 έως 17 του Υγειονομικού Κανονισμού, που αναφέρονται σε μέτρα προστασίας πηγών υδροληψίας και συστημάτων ύδρευσης
- Η B1/οικ5508/98 Υπουργική Απόφαση, που αναφέρεται στην αναγνώριση των Πανεπιστημιακών εργαστηρίων των Ιατρικών Σχολών, Θεσ/νίκης, Ιωαννίνων, Πατρών, Κρήτης και Αθηνών, ως Κέντρα Αναφοράς ελέγχου νερών κ.λπ.
- Η E1β/221/65 (ΥΕΚ 138/τ.β/24-2-65) Υγ. Διάταξη, στην οποία προβλέπονται αποστάσεις ασφαλείας των πηγών υδροληψίας από χώρους διάθεσης λυμάτων
- Η Υγ. Διάταξη, αριθμ. ΥΜ5673/4-12-1957, που αναφέρεται στις μεθόδους απολύμανσης και αναγνωρίζει τη χλωρίωση ως επίσημη μέθοδο απολύμανσης. Στη συγκεκριμένη διάταξη αναφέρεται ακόμη ότι οι αρμόδιες υπηρεσίες θα πρέπει να τηρούν ειδικό βιβλίο, στο οποίο θα καταχωρούνται τα αποτελέσματα υπολειμματικού χλωρίου

Με βάση τις παραπάνω διατάξεις, προβλέπεται ότι κάθε ουσία που προστίθεται στο νερό για ανθρώπινη κατανάλωση, δεν θα πρέπει να παραμένει στο νερό, σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από εκείνες που απαιτούνται για τους σκοπούς της χρήσης της και που δεν υποβαθμίζουν άμεσα ή έμμεσα της προστασία της ανθρώπινης υγείας (οι συγκεντρώσεις πρέπει να είναι σύμφωνες με την κείμενη νομοθεσίας). Σύμφωνα με τις συστάσεις των Διεθνών Οργανισμών, το υπολειμματικό (ελεύθερο) χλώριο στο πόσιμο νερό, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0,5 mg/l και ειδικότερα θα πρέπει να είναι μέχρι 0,5 mg/l στην αρχή του δικτύου και 0,2 – 0,3 mg/l στα πλέον απομακρυσμένα σημεία του δικτύου. Οι μέσες συγκεντρώσεις, ανάλογα με το pH του νερού, κυμαίνονται από 0,2 έως 0,4 mg/l (Εγχειρίδιο οδηγιών Υπ. Υγιεινής Πολιτείας Ν. Υόρκης, ΗΠΑ).

Σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία η αρμόδια εταιρεία παροχής νερού είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο του πόσιμου νερού, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα του και να μην ελλοχεύει κίνδυνος στην υγεία των πολιτών. Οι έλεγχοι θα πρέπει να γίνονται σε σημεία τα οποία ορίζονται από την νομοθεσία και σε σύντομα χρονικά διαστήματα. Υπάρχει συγκεκριμένη νομοθεσία που καθορίζει τη συχνότητα και τη μεθοδολογία της δειγματοληψίας, καθώς και την ποιοτική παρακολούθηση των παραμέτρων στην πηγή και στο δίκτυο ύδρευσης. Οι αναλυόμενες παράμετροι είναι η δοκιμαστική παρακολούθηση, η ελεγκτική και η συμπληρωματική.

1. Δοκιμαστική παρακολούθηση

Σκοπός της δοκιμαστικής παρακολούθησης είναι να παρέχονται, σε τακτική βάση, στοιχεία για την οργανοληπτική και μικροβιολογική ποιότητα του νερού που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση, καθώς και πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του πόσιμου ύδατος (ιδίως της απολύμανσης) εφόσον γίνεται, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσον το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης τηρεί τις σχετικές παραμετρικές τιμές της παρούσας Απόφασης.

2. Ελεγκτική παρακολούθηση

Σκοπός της ελεγκτικής παρακολούθησης είναι να παρέχονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να διαπιστωθεί κατά πόσον τηρούνται όλες οι παραμετρικές τιμές της παρούσας απόφασης. Όλες οι παράμετροι καθορίζονται από τα παραρτήματα της νομοθεσίας, υπόκεινται σε ελεγκτική παρακολούθηση, εκτός αν οι συναρμόδιες αρχές αποφανθούν, για χρονική περίοδο που καθορίζουν οι ίδιες, ότι μια παράμετρος δεν υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστεί σε μια δεδομένη παροχή νερού, σε συγκεντρώσεις οι οποίες θα δημιουργήσουν κίνδυνο παραβίασης της αντίστοιχης παραμετρικής τιμής (πχ. ραδιενέργεια).

3. Συμπληρωματική παρακολούθηση

Σκοπός της συμπληρωματικής παρακολούθησης είναι να εξεταστούν ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες και άλλες παράμετροι εκτός παραρτήματος σχετικά με την ποιότητα του νερού όπως για παράδειγμα παθογόνα βακτήρια σαλμονέλας, καμπυλοβακτήρια, ιοί εντέρων, φύκη καθώς και άλλα μορφοποιημένα στοιχεία και παρασιτικοί οργανισμοί.

Οι κύριοι έλεγχοι που πρέπει να γίνονται σύμφωνα με Ευρωπαϊκά πρότυπα και τη νομοθεσία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 12: Παράμετροι παρακολούθησης στα δίκτυα ύδρευσης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	
Αργίλιο	Νιτρώδη
Αμμώνιο	Οσμή
Χρώμα	Γεύση
Αγωγιμότητα	Pseudomonas aeruginosa
Clostridium Perfringens	Κολοβακτηριοειδή
Escherichia coli	Θολότητα
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	Αριθμός σε 220οC & 370οC
Σίδηρος	Υπολειμματικό χλώριο

Επίσης όσο αναφορά το χλώριο μέσα στο νερό, θα πρέπει να υπάρχουν αυτοματοποιημένες διατάξεις αναφοράς-ελέγχου της ποσότητας-συγκέντρωσής του μέσα στο δίκτυο, καθώς δεν είναι μια σταθερή ουσία μέσα στο νερό αλλά η συγκέντρωσή του αλλάζει για πολλούς λόγους μέσα στο δίκτυο.

Επίσης τα σημεία τα οποία πρέπει να γίνονται οι έλεγχοι είναι τα παρακάτω:

Πίνακας 13: Σημεία ελέγχου στα δίκτυα ύδρευσης

ΣΗΜΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ	
Πηγή υδροληψίας	Δίκτυο διανομής
Εξωτερικοί αγωγοί	Σύστημα επεξεργασίας
Αντλιοστάσιο	Απολύμανση
Δεξαμενές	Εσωτερικές εγκαταστάσεις

2.3.6 Σχέδιο Νόμου-Νέο Ρυθμιστικό Σχέδιο Αττικής-Θεσσαλονίκης και Άλλες διατάξεις

Το συγκεκριμένο σχέδιο νόμου είναι άξιο αναφοράς, καθώς στο Άρθρο 20 (Παράγραφος 2ζ) γίνεται αναφορά σχετικά με τον έλεγχο σημείων διαρροών. Πιο συγκεκριμένα το εξειδικευμένο πρόγραμμα μέτρων για τα δίκτυα ύδρευσης περιλαμβάνει τα εξής:

- 1) Οι γεωτρήσεις και οι πηγές προστατεύονται ειδικά με στόχο την πρόληψη ρύπανσής τους

- 2) Το σύνολο των δικτύων ύδρευσης εντάσσεται σε σύστημα επεξεργασίας, παρακολούθησης και ελέγχων
- 3) **Εφαρμογή μέτρων για ελέγχους διαρροών, τακτική συντήρηση και βελτίωση των δικτύων ύδρευσης, αντικατάσταση δικτύου από αμίαντο**
- 4) Αποταμίευση ομβρίων υδάτων σε δεξαμενές με στόχο την επαναχρησιμοποίηση

2.3.7 Κανόνες κοστολόγησης (Απόφαση Αριθμ. Οικ. 135275/2017, ΦΕΚ 1751/Β/22-5-2017)

Η Εθνική Επιτροπή Υδάτων, βάσει των διατάξεων του άρθρου 3 του Ν. 3199/2003, εξέδωσε τη συγκεκριμένη απόφαση που αφορά την έγκριση γενικών κανόνων κοστολόγησης και τιμολόγησης υπηρεσιών ύδατος, καθώς και μεθόδους-διαδικασίες για την ανάκτηση κόστους υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις του.

Σύμφωνα με το άρθρο 13 της απόφασης δημιουργείται μηχανισμός παρακολούθησης και εποπτείας, μέσω πληροφοριακού συστήματος της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων, στο οποίο ο κάθε πάροχος υποχρεούται να εισάγει στοιχεία σύμφωνα με έντυπα παρακολούθησης. Απώτερος στόχος είναι η εξοικονόμηση ύδατος.

Μερικοί από τους δείκτες ορθολογικής διαχείρισης-παρακολούθησης είναι:

- i. **Απώλειες δικτύου**
- ii. Μέση κατανάλωση υδρομετρητή ύδρευσης
- iii. Πυκνότητα δικτύου ύδρευσης: Υδρομετρητές ανά km
- iv. Πυκνότητα δικτύου αποχέτευσης: Συνδέσεις ανά km

2.3.8 Ελληνική Νομοθεσία για τα Αστικά λύματα

- ΚΥΑ 5673/400/1997 (ΦΕΚ 192Β/14-3-1997), που αφορά τους όρους και τα μέτρα για την επεξεργασία αστικών λυμάτων
- Υγειονομική Διάταξη Ε1β/221/22-1-1965 (ΦΕΚ 138Β/21-2-65), που αφορά τη διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.

2.4 ΤΟΠΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στην Ελλάδα οι κύριοι νόμιμοι διαχειριστές πόσιμου νερού και υγρών αποβλήτων είναι οι Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) και αποτελούν ουσιαστικά τους μόνους βασικούς φορείς διαχείρισης πόσιμου νερού σε ολόκληρη τη χώρα. Τα σημαντικότερα σημεία ενασχόλησης των ΔΕΥΑ είναι η ύδρευση και αποχέτευση, η επεξεργασία και η διάθεση των εκρών των υγρών αποβλήτων αστικών περιοχών.

Το θεσμικό πλαίσιο των ΔΕΥΑ βασίζεται στο Ν. 1069/80 "Περί Κινήτρων δια την ίδρυση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ)" και κατά κανόνα καλύπτουν πόλεις με πληθυσμό άνω των 10.000 κατοίκων, εκτός της πρωτεύουσας που δραστηριοποιείται η ΕΥΔΑΠ και της Θεσσαλονίκης που δραστηριοποιείται η ΕΥΑΘ. Σύμφωνα με τον ν. 1069/80 οι εταιρίες ύδρευσης έχουν τρεις βασικές υποχρεώσεις:

1. Να εξασφαλίσουν πόσιμο νερό επαρκούς ποιότητας και ποσότητας για τους καταναλωτές
2. Να καθαρίσουν το χρησιμοποιημένο νερό προκειμένου να το απορρίψουν σε κάποιον αποδέκτη

3. Να διευθετήσουν την απορροή των ομβρίων υδάτων με στόχο την αντιπλημμυρική προστασία του αστικού αστού

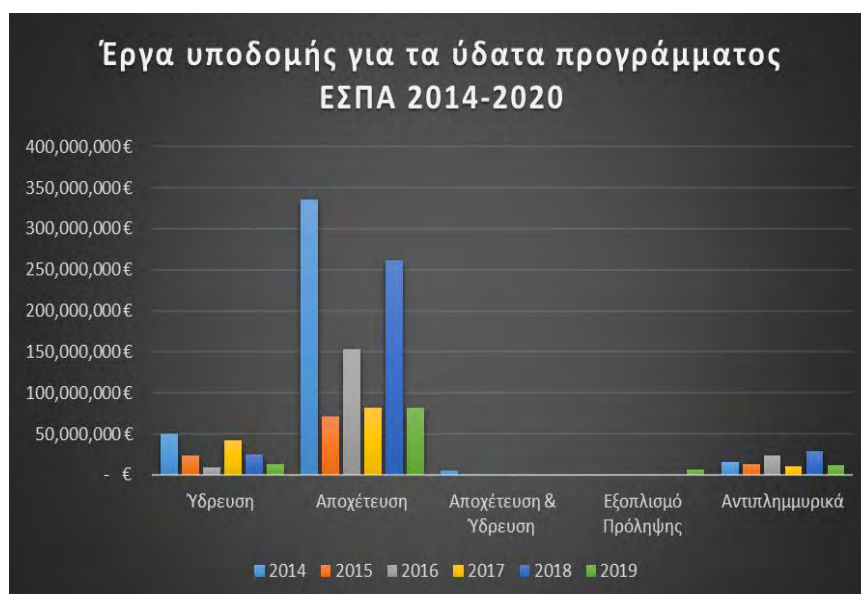
Επίσης σύμφωνα με τη νομοθεσία οι υπεύθυνοι ύδρευσης φέρουν την ευθύνη της μελέτης, της κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος ύδρευσης, της διενέργειας υγειονομικών αναγνωρίσεων, εργαστηριακών εξετάσεων και γενικά της λήψης κάθε μέτρου, προκειμένου να παρέχεται πόσιμο νερό σε ποσότητα επαρκή για τις ανάγκες του υδρευόμενου πληθυσμού, χωρίς διακοπές και το σύστημα ύδρευσης να είναι απαλλαγμένο από κάθε υγειονομικό κίνδυνο.

Έχουν υψίστης σημασίας ρόλο στην ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων παρόλο που το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται από έλλειψη συντονισμού και συνεργασίας μεταξύ των υπεύθυνων, καθώς και την έλλειψη σχεδίων μακροχρόνιας διαχείρισης. Πρέπει να λειτουργούν σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά και Διεθνή πρότυπα που αναφέρθηκαν προηγουμένως, με κύρια μέριμνα τη εξασφάλιση υψηλής ποιότητας πόσιμου νερού όπως αυτά συντάσσονται από την Οδηγία 98/83.

Οι ΔΕΥΑ και οι υπόλοιπες υπηρεσίες προκειμένου να εξασφαλίσουν την παροχή υγιεινού πόσιμου νερού στους καταναλωτές και να εφαρμόσουν όλη τη σύγχρονη νομοθεσία θα πρέπει:

- Να προστατεύουν, να λειτουργούν ορθά και να συντηρούν τους υδατικούς πόρους
- Να αναπτύξουν μοντέλα προσομοίωσης και δημιουργίας υδατικού ισοζυγίου με στόχο τη συνεχή ποιοτική και όχι μόνο παρακολούθηση, τον έλεγχο, τον εμπλουτισμό και τη συντήρηση του δικτύου, αλλά και τη δημιουργία ορθής τιμολογιακής πολιτικής
- Να ενημερώνουν και να πληροφορούν τους καταναλωτές, ώστε να συμβάλλουν και αυτοί με τη σειρά τους στην εξοικονόμηση και την ορθή χρήση του νερού.
- Να αναπτύξουν δείκτες αξιολόγησης.

Γενικότερα η χώρα χαρακτηρίζεται με βραδυπορία στην εναρμόνιση με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα αλλά και με την εγχώρια νομοθεσία. Τα έργα υποδομής για τα ύδατα προγράμματος ΕΣΠΑ 2014-2020 παρουσιάζονται στην Εικόνα 2-1.



Εικόνα 5: Έργα υποδομής για τα ύδατος μέσω προγραμμάτων ΕΣΠΑ 2014-2020 (Γαβαλάς, 2019)

Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό επενδύσεων έγινε πρόσφατα και αφορούσε πόρους αποχέτευσης, γεγονός που αποδεικνύει την ανικανότητα της χώρας να συμμορφωθεί στα Ευρωπαϊκά πρότυπα, την ίδια χρονική στιγμή που η υπόλοιπη Ευρώπη αναπτύσσει υδραυλικές προσομοιώσεις, στόχους μείωσης ανταποδοτικού νερού, τιμολογιακές πολιτικές κλπ.

Ο εκσυγχρονισμός των ΔΕΥΑ και των εταιρειών ύδρευσης είναι πιο επίκαιρος από ποτέ και πέρα από τα διαχειριστικά πλαίσια, είναι αναγκαίος για την εφαρμογή της υπάρχουσας νομοθεσίας. Το επίπεδο καθώς και η πορεία της χώρας προς τη συμμόρφωση στους Ευρωπαϊκούς θεσμούς παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο. Επίσης γίνεται σύγκριση και αξιολόγηση συγκεκριμένων ΔΕΥΑ όσον αφορά το υλικό τους και το επίπεδο δικτύου τους σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο αλλά και τις αρχές της βιώσιμης διαχείρισης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι αρμόδιες υπηρεσίες παροχής πόσιμου νερού δεν έχουν την πολυτέλεια της μειωμένης απόδοσης των δικτύων διανομής νερού, του αυξημένου κόστους συντήρησης και των μειωμένων εσόδων που αυτή συνεπάγεται. Τα δίκτυα ύδρευσης είναι πολύπλοκα συστήματα καθώς αποτελούνται από αγωγούς, αντλίες, βαλβίδες ρύθμισης, δεξαμενές αποθήκευσης, κόμβους διανομής, συστήματα εξαερώσεων, εκκενωτές, κρουνοί, πηγές, γεωτρήσεις κλπ. Γίνεται επομένως αντιληπτό πως η συγκεκριμένη πολυπλοκότητα και ο τεράστιος όγκος δεδομένων και πληροφοριών καθιστούν τη διαχείριση τους από δύσκολη έως κάποιες φορές και αδύνατη. Επιπλέον, μεγάλο βαθμό δυσκολίας στην ολοκληρωτική διαχείριση των δικτύων προσδίδει η κατανόηση και ο τρόπος λειτουργίας τους.

Επίσης, το σύγχρονο θεσμικό πλαίσιο είναι απαιτητικό και οι υποχρεώσεις των υπηρεσιών ύδρευσης πολλαπλές. Τα νέα πρότυπα της κείμενης νομοθεσίας πρέπει να ακολουθούνται κατά γράμμα και οι νέες τεχνολογίες πλέον καθίστανται υποχρεωτικές, διότι χωρίς αυτές αρκετοί δείκτες όπως για παράδειγμα η ηλικία του νερού είναι αδύνατο να υπολογιστούν.

Επομένως, οι Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης αλλά και οι Εταιρείες Ύδρευσης, προκειμένου να διαχειριστούν ορθολογικά τους φυσικούς πόρους, να βελτιστοποιήσουν τη λειτουργία των δικτύων ύδρευσης, να έχουν τον πλήρη έλεγχο και τη εποπτεία του δικτύου και να υπακούνε στην κείμενη νομοθεσία, πρέπει να χρησιμοποιούν προγράμματα υδραυλικής προσομοίωσης και μοντελοποίησης του δικτύου.

3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Ο όρος υδραυλικού μοντέλου δικτύου περιγράφει τη χρήση μιας μαθηματικής αναπαράστασης ενός πραγματικού συστήματος παροχής νερού. Τα μοντέλα υδραυλικού δικτύου χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση της συμπεριφοράς σε υφιστάμενα δίκτυα ή σε δίκτυα που πρόκειται να κατασκευαστούν, υπό ένα ευρύ φάσμα συνθηκών χωρίς να διαταράσσονται οι υπηρεσίες και ο πελάτης-καταναλωτής. Αποτελούν επίσης ένα πολύτιμο εργαλείο για τη λειτουργία και τη διαχείριση των δικτύων διανομής κάνοντάς τα πιο αποδοτικά. Λαμβάνοντας υπόψιν τις ειδικές απαιτήσεις της αποτελεσματικής διαχείρισης των δικτύων, π.χ. για τη μείωση των απωλειών, τα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποτελεσματική εφαρμογή των παρακάτω μέτρων:

- Επαλήθευση ικανότητας συστήματος: ανάλυση των πιέσεων, των παροχών, των ταχυτήτων, των ροών, τις στάθμες του νερού των δεξαμενών, την περιεκτικότητα χλωρίου στο δίκτυο κλπ.
- Υπολογισμός ηλικίας νερού, προσδιορισμός θέσεων υπερβολικής ηλικίας, μέση ηλικία στους αγωγούς, στου κόμβους και μέση ημερήσια ηλικία.
- Επιλογή ορίων ζωνών για υδραυλικά απομονωμένες περιοχές (District Meter Areas- DMAs) και για περιοχές διαχείρισης πίεσης (Pressure Management Areas- PMAs).
- Ειδικές εφαρμογές για το σχεδιασμό διαχείρισης πίεσης: διαστασιολόγηση βαλβίδων και μετρητών, σενάρια συνθηκών ροής σε περίπτωση πυρκαγιάς, ανίχνευση κρίσιμων σημείων πιέσεων και ανάλυση της ποιότητας του νερού.

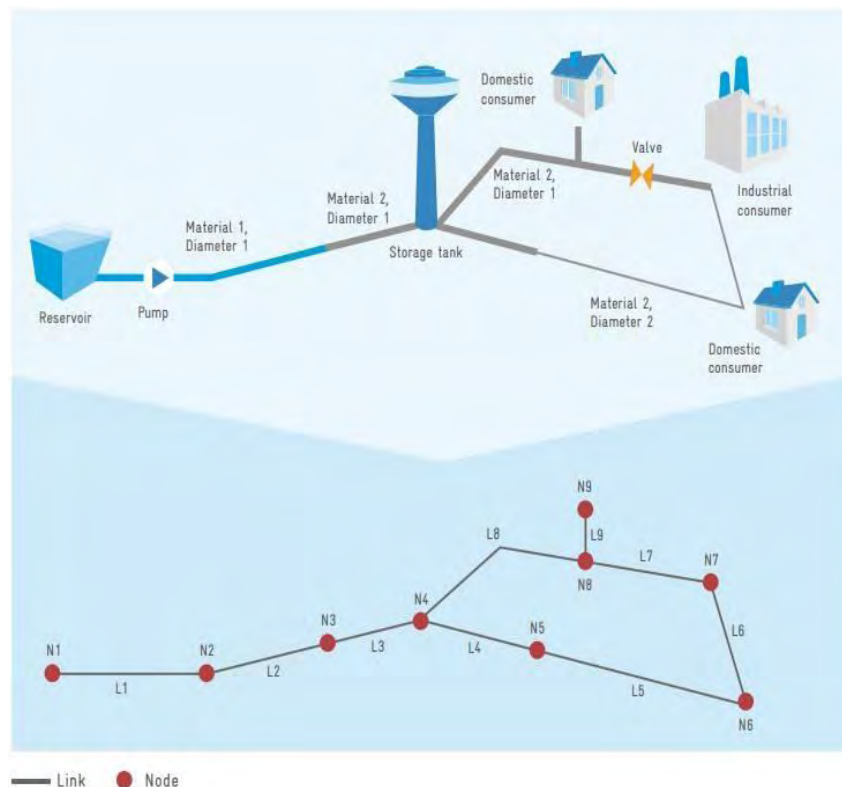
→ Ανάλυση ευαισθησίας-τρωτότητας συστήματος, ασφάλεια εφοδιασμού και αντιμετώπιση έκτακτων γεγονότων όπως το ξαφνικό σπάσιμο ενός αγωγού.

3.3 ΘΕΜΕΛΕΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ο χρήστης ή η αρμόδια υπηρεσία διανομής και διαχείρισης νερού θα πρέπει να κατανοήσουν τις μαθηματικές και υδραυλικές αρχές που διέπουν τα λογισμικά υδραυλικής προσομοίωσης, έτσι ώστε να είναι σε θέση να εξάγουν ορθά συμπεράσματα από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ο χρήστης θα πρέπει να είναι εξοικειωμένος με το περιβάλλον των προγραμμάτων προσομοίωσης και να γνωρίζει τις βασικές αρχές ρύθμισης του μοντέλου. Παρακάτω περιγράφονται τα θεμέλια μια ορθής υδραυλικής μοντελοποίησης (Walski et al., 2003).

Τοπολογία του δικτύου διανομής νερού (Topology of a water distribution network)

Ένα δίκτυο διανομής νερού μπορεί να περιγραφεί ως ένα κατευθυνόμενο γράφημα το οποίο αποτελείται από πεπερασμένο σύνολο κόμβων και συνδέσεων. Ένας κόμβος έναρξης και κόμβος τέλους πρέπει να αντιστοιχίζονται σε κάθε σύνδεση. Αυτό το γράφημα αποτελεί τη ραχοκοκαλιά κάθε μαθηματικού μοντέλου προσομοίωσης δικτύων. Κάθε σύνδεση-γραμμή (link) αντιπροσωπεύει ένα ομοιογενές τμήμα σωλήνα. Οι βαλβίδες, οι αντλίες και τα άλλα εξαρτήματα των δικτύων μπορούν επίσης να προσομοιωθούν από συνδέσμους. Οι κόμβοι ορίζουν φυσικές αλλαγές σε ένα τμήμα σωλήνα, για παράδειγμα αλλαγή υλικού του σωλήνα, αλλαγή διαμέτρου, διακλαδώσεις αγωγών κλπ. Επιπλέον, κόμβοι χρησιμοποιούνται για να μοντελοποιήσουν σημεία όπου υπάρχει εισαγωγή και εξαγωγή νερού στο σύστημα, ακόμα και δεξαμενές, καταναλωτές και τελικά σημεία αγωγών. Επίσης μπορεί κάποιος κόμβος να αναπαριστά ένα κρίσιμο σημείο στο δίκτυο που είναι αναγκαία η εξαγωγή συμπερασμάτων.



Εικόνα 6: Απλουστευμένη προσομοίωση δικτύου διανομής (Fallis et al., 2011)

Τα φυσικά και μη-φυσικά χαρακτηριστικά στοιχεία του συστήματος όπως η διάμετρος των αγωγών, το υλικό, τα υψόμετρα των κόμβων, οι καμπύλες λειτουργίας των αντλιών, οι κανόνες λειτουργίας των βαλβίδων, οι ανώτερες και κατώτερες στάθμες δεξαμενών κλπ εισάγονται στις βιβλιοθήκες του μοντέλου. Η εικόνα 3.1 αναπαριστά μια τελείως απλοϊκή προσομοίωση ενός δικτύου διανομής νερού σαν ένα διάγραμμα ροής (Fallis et al., 2011).

Δομή δεδομένων (Data Structure)

Τα περισσότερα λογισμικά μοντελοποίησης δικτύου διανομής νερού οργανώνουν τα δεδομένα τους σε ένα σύνολο πινάκων ή βάσεων δεδομένων με μια ιεραρχική δομή. Οι πίνακες των κόμβων και των συνδέσεων με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους αποτελούν το πρώτο επίπεδο αυτής της δομής. Τα πιο σύνθετα χαρακτηριστικά τους όπως για παράδειγμα οι τραχύτητα τους αποθηκεύονται συνήθως σε δευτερεύοντες και τριτεύοντες πίνακες και αυτής της δομής. Η Εικόνα 3-2 δείχνει την ιεραρχική δομή δεδομένων για το απλοποιημένο σύστημα διανομής νερού που παρουσιάστηκε παραπάνω στην Εικόνα 3-1 .

Nodes			
ID	x	y	Type
N1	0.0	0.5	Reservoir
N2	2.5	0.5	Intermediate node
N3	4.7	1.0	Intermediate node
N4	6.5	1.3	Storage tank
N5	8.3	1.0	Intermediate node
N6	11.7	0.0	Demand node
N7	11.3	2.0	Demand node
N8	9.0	2.3	Intermediate node
N9	9.0	3.0	Demand node

Demands		
ID	Demand	Pattern
N6	35	DOM
N7	160	IND
N9	20	DOM

Patterns		
ID	Time	Factor
DOM	01:00	3.5
IND	01:00	2.0

Tanks			
ID	Diameter	Min. level	Max. level
N4	12.0	1.0	4.0

Links			
ID	Startnode	Endnode	Length
L1	N1	N2	2.1
L2	N2	N3	2.1
L3	N3	N4	1.7
L4	N4	N5	2.0
L5	N5	N6	3.1
L6	N6	N7	1.9
L7	N7	N8	2.3
L8	N4	N8	3.2
L9	N8	N9	1.8

Pipes			
ID	Diameter	Material	Type
L1	1	1	Pump
L2	1	1	
L3	2	1	
L4	2	1	
L5	2	2	
L6	2	2	
L7	2	1	Valve
L8	2	1	
L9	2	1	

Pumps		
ID	Pump curve	Speed
L1	Curve1	2,900

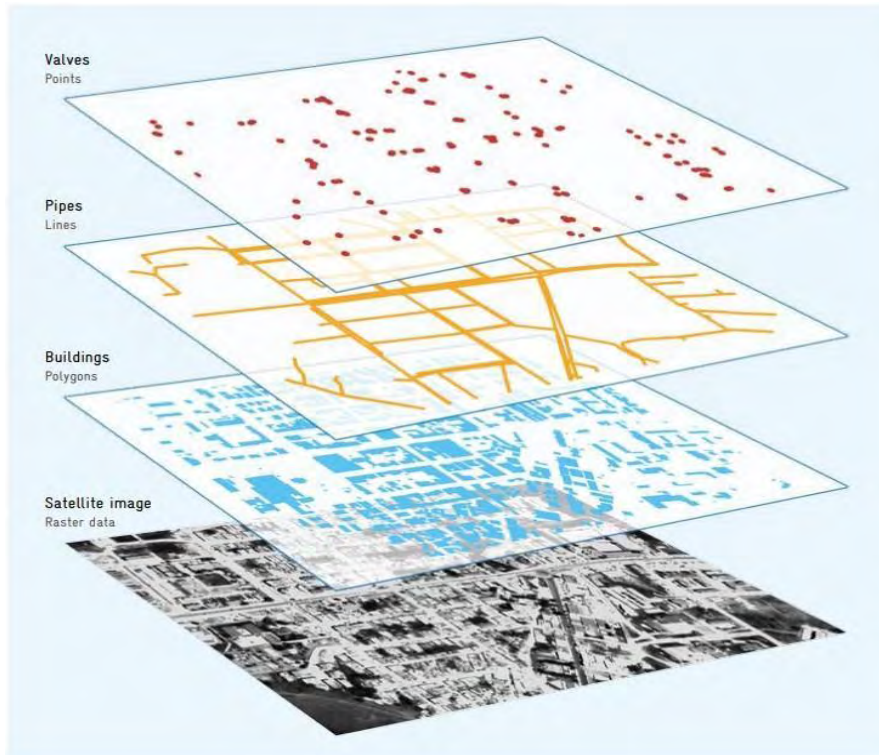
Valves		
ID	Valve type	Status
L7	TCV	open

Εικόνα 7: Ιεραρχική δομή δεδομένων απλοστευμένης προσομοίωσης (Fallis et al., 2011)

Οι πίνακες των συνδέσεων-σωλήνων συνήθως καθορίζουν την τοπολογία του δικτύου αναφέροντας τον κόμβο αρχή και τέλος. Οι συντεταγμένες και τα υψόμετρα των κόμβων καθορίζουν την χωρική κατανομή ενός δικτύου και αποτελούν ένα πολύ σημαντικό δεδομένο.

Πέρα από τις βάσεις δεδομένων αποθήκευσης πληροφοριών τα προγράμματα προσομοίωσης δίνουν τη δυνατότητα διασύνδεσης με προγράμματα όπως το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS), το σύστημα σχεδίασης και σύνταξης (CADD), το σύστημα εποπτείας και απόκτησης δεδομένων (SCADA), το μηχανογραφικό σύστημα διαχείρισης

συντήρησης (CMMS) και το σύστημα πληροφόρησης πελατών (CIS). Έτσι μπορεί να γίνει αυτόματα η εισαγωγή των δεδομένων καθώς πρόκειται για μια διαδικασία επίπονη αφού τα δίκτυα είναι πολύπλοκα, τεράστια και με πολυπληθή δεδομένα. Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται μια βάση δεδομένων σε προγραμματιστικό περιβάλλον GIS που είναι έτοιμη για διασύνδεση με μοντέλο υδραυλικής προσομοίωσης.



Εικόνα 8: Βάση δεδομένων σε προγραμματιστικό περιβάλλον GIS (Fallis et al., 2011)

Παράμετροι του μοντέλου (Model Parameters)

Τα χαρακτηριστικά των κόμβων και των συνδέσεων μπορούν να υποδιαιρεθούν σε συγκεκριμένες παραμέτρους και μεταβλητές. Οι δεδομένοι παράμετροι ενός υδραυλικού μοντέλου προσομοίωσης μπορεί να περιλαμβάνουν όλα τα στοιχεία του συστήματος (σωλήνες, αντλίες, δεξαμενές), σημεία παροχής και διακοπής ροής καθώς και συστήματα ελέγχου. Κάποιες από τις μεταβλητές που υπολογίζονται από το μοντέλο μπορεί να είναι οι πιέσεις κόμβων, οι ρυθμοί ροής και ταχυτήτων, οι αλλαγές στα επίπεδα στάθμης των δεξαμενών νερού, δείκτες ποιότητας νερού όπως η ηλικία του στα διάφορα σημεία του δικτύου και άλλα πολλά χαρακτηριστικά. Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι πως η ποιότητα των παραμέτρων εισόδου επηρεάζει άμεσα την ποιότητα και την ακρίβεια των εξαγόμενων αποτελεσμάτων προσομοίωσης. Κρίνεται επομένως απαραίτητο να προσαρμόζεται η ποιότητα των παραμέτρων εισόδου στα επιθυμητά επίπεδα εργασίας του μοντέλου και να επιτυγχάνεται ισορροπία μεταξύ των προσπαθειών απόκτησης δεδομένων και της πληροφοριακής αξίας των αποτελεσμάτων του μοντέλου. Οι παράμετροι ενός μοντέλου για τη προσπάθεια συλλογής δεδομένων και την ποιότητα τους μπορεί να ταξινομηθούν ως εξής (Fallis et al., 2011):

→ Παράμετροι που μπορούν να μετρηθούν κατευθείαν και με ακρίβεια, όπως για παράδειγμα οι τοποθεσίες των αγωγών του δικτύου, τα υψόμετρα των κόμβων, τα

γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δεξαμενών, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των αντλιών, τα συστήματα ελέγχου κλπ.

- Παράμετροι που μπορούν να υπολογιστούν άμεσα, αλλά με όχι αποδοτικό ποσοστό ακρίβειας όπως για παράδειγμα οι οικιακή κατανάλωση κλπ.
- Παράμετροι οι οποίοι δεν μπορούν να μετρηθούν κατευθείαν όπως για παράδειγμα οι εσωτερικές διάμετροι των αγωγών, η τραχύτητα των αγωγών, οι απώλειες του δικτύου κλπ.

Η τελευταία ομάδα παραμέτρων μπορεί να προσδιοριστεί μέσω της βαθμονόμησης του μοντέλου που παρουσιάζεται παρακάτω.

Βαθμονόμηση μοντέλου (Model Calibration)

Η βαθμονόμηση ενός μοντέλου προσομοίωσης δικτύων ύδρευσης περιγράφει την διαδικασία κατά την οποία γίνεται η σύγκριση μεταξύ των πραγματικών-μετρούμενων δεδομένων με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης κάτω από τις ίδιες οριακές συνθήκες. Το μοντέλο πρέπει να προσαρμοστεί έτσι ώστε οι αποκλίσεις μεταξύ πραγματικότητας και προσομοιωμένων αποτελεσμάτων να είναι ελάχιστες. Η διαδικασία βαθμονόμησης ενός μοντέλου περιλαμβάνει συνήθως παραμέτρους που αφορούν την τραχύτητα των αγωγών, τις απώλειες νερού και τα συστήματα ελέγχου, με μεγαλύτερη σημασία τη βελτιστοποίηση της τραχύτητας των αγωγών.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η συνολική τραχύτητα του δικτύου είναι καθορισμένη. Αυτός ο παράγοντας περιλαμβάνει όχι μόνο την πραγματική τραχύτητα του σωλήνα, αλλά και την τοπική απώλεια κεφαλής, την μειωμένη εσωτερική διάμετρο που οφείλεται στην επικάλυψη και στην καθίζηση, καθώς και άλλους άγνωστους παράγοντες όπως είναι η μερικώς κλειστές βάνες ή οι λανθασμένες πληροφορίες για διαμέτρους. Τα σενάρια εκδήλωσης πυρκαγιάς γίνονται με σκοπό να διαπιστωθούν αν η ροή και οι πιέσεις του δικτύου επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών στο σημείο υδροληψίας που εξυπηρετεί το γεγονός. Αυτές οι δοκιμές συνήθως περιλαμβάνουν την επιλογή και την απομόνωση ενός μετρημένου τμήματος αγωγού όπου η ροή προκαλείται από το άνοιγμα ενός κρουνοῦ. Οι μετρήσεις ροής και πιέσεων παίρνονται ταυτόχρονα όταν το τμήμα του σωλήνα φτάσει σε σταθερές συνθήκες ροής. Τα συστήματα ελέγχου και τηλεμετρίας SCADA αποτελούν σπουδαία εργαλεία και καλή πηγή δεδομένων για τη βαθμονόμηση ενός μοντέλου.

3.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα εισόδου για τα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κύριες ομάδες, οι οποίες μπορούν ιδανικά να λαμβάνονται από τα σχετικά πληροφοριακά συστήματα του δικτύου ύδρευσης (American Water Works Association, 2005):

- **Γεωγραφικά δεδομένα**, τα οποία μπορούν να ληφθούν από βάσεις δεδομένων χρήσης γης και περιλαμβάνουν τοπογραφικούς χάρτες, κτηματολογικά δεδομένα, αεροφωτογραφίες, ψηφιακά μοντέλα εδάφους και άλλες βασικές πληροφορίες που είναι χρήσιμες για το καθορισμό της φυσικής θέσης του μοντέλου.
- **Δεδομένα εγκαταστάσεων**, πρέπει να περιέχονται στο μητρώο του δικτύου και να περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τους σωλήνες, τις αντλίες, τις βαλβίδες, τις δεξαμενές αποθήκευσης και άλλα φυσικά στοιχεία του δικτύου διανομής νερού.

- **Λειτουργικά δεδομένα**, είναι σημαντικά για τον καθορισμό ελέγχων και οριακών συνθηκών σε υδραυλικά μοντέλα δικτύων. Περιλαμβάνουν πιέσεις, ρυθμούς ροής, στάθμες νερού δεξαμενών, ρυθμίσεις που διέπουν τη λειτουργία των βαλβίδων, καθώς και τον έλεγχο των αντλιών. Τα λειτουργικά δεδομένα μπορούν συνήθως να ληφθούν από τα συστήματα ελέγχου και τηλεμετρίας SCADA ή από ένα βοηθητικό πρόγραμμα.
- **Δεδομένα ζήτησης** ή δεδομένα καταναλώσεων νερού και πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που κατανέμονται στο χώρο. Τα δεδομένα ζήτησης είναι διαθέσιμα από τα διάφορα συστήματα πληροφοριών πελατών.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι η λήψη δεδομένων εισόδου για τη λειτουργία-ρύθμιση του μοντέλου δεν γίνεται μόνο μια φορά αλλά αποτελεί μια μόνιμη μακροπρόθεσμη διαδικασία. Το μοντέλο θα πρέπει να ενημερώνεται συνεχώς για να επιτευχθούν ακριβή αποτελέσματα προσομοίωσης μακροπρόθεσμα.

3.5 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Καθορισμός στόχων μοντέλου

Ένα μοντέλο προσομοίωσης προκειμένου να είναι αποδοτικό θα πρέπει ο χρήστης του ή αρμόδια υπηρεσία να έχουν καθορίσει του στόχους τους πριν τη συλλογή δεδομένων. Έτσι θα είναι σε θέση να έχουν πιο ακριβή αποτελέσματα αφού θα έχουν επιλέξει τα κατάλληλα δεδομένα. Οι απαιτήσεις που έχει κάποιος για τα αποτελέσματα της προσομοίωσης καθορίζουν την ακρίβεια, την πληρότητα και το επίπεδο λεπτομέρειας που απαιτείται, και επομένως επηρεάζει τις προσπάθειες και τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης.

Συλλογή δεδομένων και προετοιμασία

Τα δεδομένα πρέπει να αποκτώνται και να προετοιμάζονται από διάφορες πηγές έτσι ώστε να αναπτυχθεί και να διατηρηθεί ένα μοντέλο το οποίο θα είναι σε θέση να αντιπροσωπεύει το φυσικό δίκτυο διανομής σε ένα επαρκή ποσοστό ακρίβειας, η οποία θα είναι ικανοποιητική για την επίτευξη των στόχων δημιουργίας του. Η σωστή κριτική σκέψη του μηχανικού πρέπει να χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να προσδιοριστούν η ποιότητα των δεδομένων και οι επιπτώσεις τους στα εξαγόμενα αποτελέσματα του μοντέλου. Η ποιότητα, η ποσότητα και η φύση των διαθέσιμων δεδομένων ποικίλουν από περίπτωση σε περίπτωση, γεγονός που κάνει τη διαδικασία χρονοβόρα και δύσκολο να προβλεφθεί.

Ρύθμιση μοντέλου και βαθμονόμηση

Αυτό το βήμα περιλαμβάνει την αφαίρεση φυσικών και μη φυσικών δεδομένων από το σύστημα διανομής νερού και την τροποποίηση τους στα διαγράμματα των κόμβων και των συνδέσεων. Επιπλέον, στη γενική προσομοίωση οι παράμετροι πρέπει να ρυθμιστούν. Η βαθμονόμηση και η επαλήθευση του μοντέλου αποτελεί μια επαναληπτική διαδικασία μετά την οποία το μοντέλο είναι έτοιμο για χρήση με όσο τον δυνατόν πιο αξιόπιστα και κοντά στην πραγματικότητα αποτελέσματα.

3.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Εάν γίνει η χρήση των προγραμμάτων υδραυλικής προσομοίωσης με ορθό τρόπο, δηλαδή με σωστά τα θεμέλια της υδραυλικής προσομοίωσης, έγκυρα δεδομένα εισαγωγής και αξιόλογη ρύθμιση του μοντέλου, και συνδυαστεί με τηλεέλεγχο/τηλεχειρισμό του δικτύου

έτσι όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τότε τα οφέλη από τη λειτουργία τους είναι πολλαπλά και αφορούν αρκετούς τομείς όπως θα δούμε στη συνέχεια (Μαμαλούγας, 2016):

Εντοπισμός των διαρροών

Με τη χρήση των μαθηματικών μοντέλων γίνεται γνωστή σε πραγματικό χρόνο η κατάσταση κάθε αντλιοστασίου (λειτουργία, βλάβη, διακοπή κλπ.) και δεξαμενής, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συνεχή υδροδότηση των οικισμών. Επίσης γίνεται έγκαιρη διάγνωση και αποκατάσταση των βλαβών του διασυνδεδεμένου δικτύου ύδρευσης, συμπεριλαμβανομένων των γεωτρήσεων, των δεξαμενών και του εσωτερικού δικτύου. Τέλος, ανιχνεύονται διαρροές στο εσωτερικό δίκτυο με τη συνδυασμένη χρήση των μετρήσεων, αφενός μεν στα φρεάτια, με καταγραφές όλη την ημέρα ακόμη και σε νυχτερινές ώρες, αφετέρου δε, με τα αποτελέσματα από τα λογισμικά στους Κεντρικούς Σταθμούς Ελέγχου (ΚΣΕ).

Έλεγχος πίεσης δικτύου και λειτουργία

Γίνεται 24ωρη online παρακολούθηση και πρόγνωση του δικτύου ύδρευσης και ομαλότερη λειτουργία των διασυνδεδεμένων υδραγωγείων. Επίσης, ελέγχεται η πίεση του δικτύου όταν δεν υπάρχει μεγάλη κατανάλωση με στόχο τη μείωσή της και την εξασφάλιση της επάρκειας του δικτύου. Έτσι με τη σωστή διαχείριση της πίεσης μειώνονται οι απώλειες του δικτύου, καθώς πίεση και απώλειες συνδέονται ανάλογα.

Εξάλειψη βλαβών και δυσλειτουργίας του συστήματος

Με τη βοήθεια της υδραυλικής προσομοίωσης η περίπτωση υπερχειλίσης δεξαμενών εξαλείφεται και μειώνεται ο αριθμός των θραύσεων των αγωγών. Επιπλέον, περιορίζονται σημαντικά οι βλάβες σε αντλίες και οι χρονοβόρες διαδικασίες επισκευής και επανατοποθέτησής τους.

Λειτουργικά οφέλη

Υπάρχει εξασφάλιση επάρκειας σε νερό όλων των οικισμών, γίνεται έλεγχος ισοζυγίου νερού και κατάλληλος σχεδιασμός επεκτάσεων και τροποποιήσεων του δικτύου από τη μελέτη των αποτελεσμάτων. Ακόμα διασφαλίζεται η λειτουργία των εγκαταστάσεων του δικτύου. Επίσης, μέσω των σεναρίων προσομοίωσης που διαθέτουν τα λογισμικά επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερα η χλωρίωση. Τέλος, συγκεντρώνονται σημαντικά στατιστικά στοιχεία για μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και προγραμματισμό της λειτουργίας του δικτύου.

Οικονομικά οφέλη

Τα οικονομικά οφέλη είναι πολλαπλά. Αρχικά, μέσω της ορθολογικής διαχείρισης τους δικτύου για παράδειγμα των αντλιοστασίων, των γεωτρήσεων, της χωρητικότητας των δεξαμενών κλπ. μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας σε σημαντικό βαθμό (μέχρι και στο 50%) και έτσι τα έσοδα από την εξοικονόμηση είναι τεράστια.

Επίσης μειώνεται η διαφορά μεταξύ του παραγόμενου και του τιμολογούμενου νερού, αφού μετά την εφαρμογή συστημάτων προσομοίωσης και παρακολούθησης οι αποκλίσεις του παραγόμενου νερού έχουν μειωθεί περίπου κατά το ήμισυ έναντι προ εφαρμογής. Έτσι, έχουμε αύξηση του τιμολογούμενου νερού, σε πραγματικά επίπεδα κατανάλωσης, με ωφέλεια στην οικονομική ευρωστία των ΔΕΥΑ.

Οφέλη στην ποιότητα του πόσιμου ύδατος

Η ποιότητα του νερού βελτιώνεται μέσω της αποτελεσματικότερης χλωρίωσης και της συνεχούς παρακολούθησης των συγκεντρώσεων χλωρίου στο δίκτυο. Επίσης, μέσω της προσομοίωσης υπολογίζεται η ηλικία νερού και βελτιώνεται με ότι αυτό συνεπάγεται όπως παρατηρήθηκε στο Κεφάλαιο 1. Έτσι, μέσω της βελτίωσης των δεικτών ποιότητας η αρμόδιες υπηρεσίες συμμορφώνονται στην κείμενη νομοθεσία.

Κοινωνικά οφέλη

Η εξυπηρέτηση των καταναλωτών αναβαθμίζεται, καθώς τα περιστατικά διακοπής υδροδότησης μειώνονται, οι απότομες μεταβολές στην πίεση περιορίζονται και οι ποιοτικοί δείκτες του νερού όπως η ηλικία και το υπολειμματικό χλώριο παρακολουθούνται και ρυθμίζονται. Επίσης, οι διαταραχές από θραύσεις, διαρροές ή άλλες αστοχίες μειώνονται σημαντικά. Όλα τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα να επικρατεί ένα αίσθημα εμπιστοσύνης και αξιοπιστίας των καταναλωτών απέναντι στις αρμόδιες υπηρεσίες.

Περιβαλλοντικά οφέλη

Η αποτελεσματικότερη διαχείριση, η εξοικονόμηση των αντλήσεων, η προστασία του υδροφόρου ορίζοντα, η μείωση των απωλειών κλπ. έχουν ως συνέπεια τη διαφύλαξη των υδατικών πόρων. Έτσι οδηγούμαστε σε μακροπρόθεσμη βιώσιμη ανάπτυξη σύμφωνα με τα πρότυπα της οδηγίας-πλαίσιου 2000/60/ΕΚ.

3.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα εργαλεία υδραυλικής προσομοίωσης αποτελούν σπουδαία εργαλεία για την ορθολογική διαχείριση των δικτύων ύδρευσης. Οι δυνατότητες και τα αποτελέσματα από τη σωστή διαχείρισή τους είναι πάρα πολλά και γίνεται εύκολα κατανοητό πως οι αρμόδιες υπηρεσίες είναι πλέον υποχρεωμένες να αναπτύξουν τέτοια μοντέλα.

Οι εφαρμογές υδραυλικής προσομοίωσης ακολουθούν απόλυτα την οδηγία 2000/60/ΕΚ και το εθνικό θεσμικό πλαίσιο που αναγνωρίζουν ότι η τιμολόγηση νερού αποτελεί βασικό εργαλείο για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων και θέτει τους στόχους και τις προτεραιότητες που πρέπει να διέπουν τις πολιτικές τιμολόγησης. Παράλληλα αυτές οι ενέργειες έχουν ως στόχο την παροχή κινήτρων στους χρήστες για την αποδοτικότερη χρήση νερού, την υιοθέτηση μέτρων μείωσης της ρύπανσης και εξοικονόμησης νερού, ώστε να εξοικονομηθούν οι πόροι, να γίνει καλύτερος σχεδιασμός έργων και κάλυψης των πραγματικών αναγκών, και, ανάλογα με την ελαστικότητα της ζήτησης, να υπάρξουν χαμηλότερες χρεώσεις και μεγαλύτερο κοινωνικό όφελος. Η τιμολόγηση του νερού με πραγματικά δεδομένα είναι κρίσιμο στοιχείο για τη βιωσιμότητα των υπηρεσιών ύδρευσης, εάν παράλληλα εφαρμόζουν τις πρέπουσες διαδικασίες είσπραξης. Ακόμα τα νέα πρότυπα ποιοτικής παρακολούθησης του νερού στο δίκτυο καθιστούν την παρουσία τέτοιων λογισμικών αναγκαία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ Δ.Ε.Υ.Α

Οι προηγούμενες έννοιες, έτσι όπως αναλύθηκαν στα Κεφάλαια 1, 2 και 3 αποτελούν βασικές γνώσεις και απαραίτητες προϋποθέσεις για κάθε διαχειριστή δικτύων ύδρευσης. Το νέο σύγχρονο θεσμικό πλαίσιο καθιστά πλέον αναγκαίο τον εκσυγχρονισμό των ΔΕΥΑ, με στόχο την επίτευξη ισορροπημένης και αειφόρου ανάπτυξης προς όφελος ολόκληρου του κοινωνικού συνόλου. Η λογική της αγνόησης των απωλειών, των υδατικών φυσικών πόρων και των υπόλοιπων προβλημάτων με την υπερκάλυψη των εσόδων μέσω της διαφοράς παγίου θεωρείται ξεπερασμένη. Ο εκσυγχρονισμός των ΔΕΥΑ θεωρείται μονόδρομος, καθώς πέρα από το διαχειριστικό πλαίσιο και τα κέρδη κάθε εταιρείας, η σύγχρονη νομοθεσία επιβάλλει αυστηρές κυρώσεις και νομοθετικά πλαίσια σύμφωνα με τα οποία κάθε εταιρεία πρέπει να λειτουργεί. Σύμφωνα με τα προηγούμενα κεφάλαια και με βάση τα πρότυπα εκσυγχρονισμού και θεσμικού πλαισίου κάθε ΔΕΥΑ θα πρέπει να εντάξει στη λειτουργία της τις παρακάτω δράσεις:

- ✓ Αποτελεσματική διαχείριση όλων των διαθέσιμων πόρων, βάση της αειφορίας, μέσω της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος, του υδροφόρου ορίζοντα και του υπόγειου δυναμικού, με κοινωνική ευαισθησία και με γνώμονα τη συνεισφορά στην κοινωνική ευημερία.
- ✓ Άμεση δημιουργία υδατικών ισοζυγίων, αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης και δράση ανάλογα με τα προβλήματα του δικτύου, βάση ολοκληρωμένης διαχείρισης.
- ✓ Παροχή άφθονου οικονομικού και ποιοτικού νερού, αυστηρή εφαρμογή και συμμόρφωση με όλα τα ποιοτικά και λειτουργικά πρότυπα (όπως αυτά παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια) και άμεση ποιοτική παρακολούθηση των δεικτών ποιότητας (ηλικία νερού, επίπεδα χλωρίου κλπ.) και των υπόλοιπων παραμέτρων.
- ✓ Εισαγωγή συστήματος τηλεμέτρησης για τον εντοπισμό διαρροών, παρακολούθηση του δικτύου μέσω συστήματος SCADA, ανάπτυξη μοντέλων προσομοίωσης, πλήρη χαρτογράφηση του δικτύου, εφαρμογή εργαλείων διαχείρισης κινδύνων, τηλεέλεγχος και τηλεχειρισμός κλπ. με απώτερο στόχο ένα αυτοματοποιημένο δίκτυο με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση που έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη διαχείριση του.
- ✓ Δημιουργία ηλεκτρονικής πλατφόρμας για την άμεση ενημέρωση των πολιτών και εξάλειψη της γραφειοκρατίας μέσω της αυτοματοποίησης των ενεργειών.
- ✓ Δημιουργία ορθής τιμολογιακής πολιτικής με μέριμνα την ανάκτηση τους κόστους υπηρεσιών ύδατος και των συνιστωσών του.
- ✓ Δημιουργία δεικτών αξιολόγησης.
- ✓ Ενδυνάμωση της κανονιστικής συμμόρφωσης και της λήψης πιστοποιήσεων.
- ✓ Διεκδίκηση χρηματοοικονομικών πόρων (εθνικών και κοινοτικών).

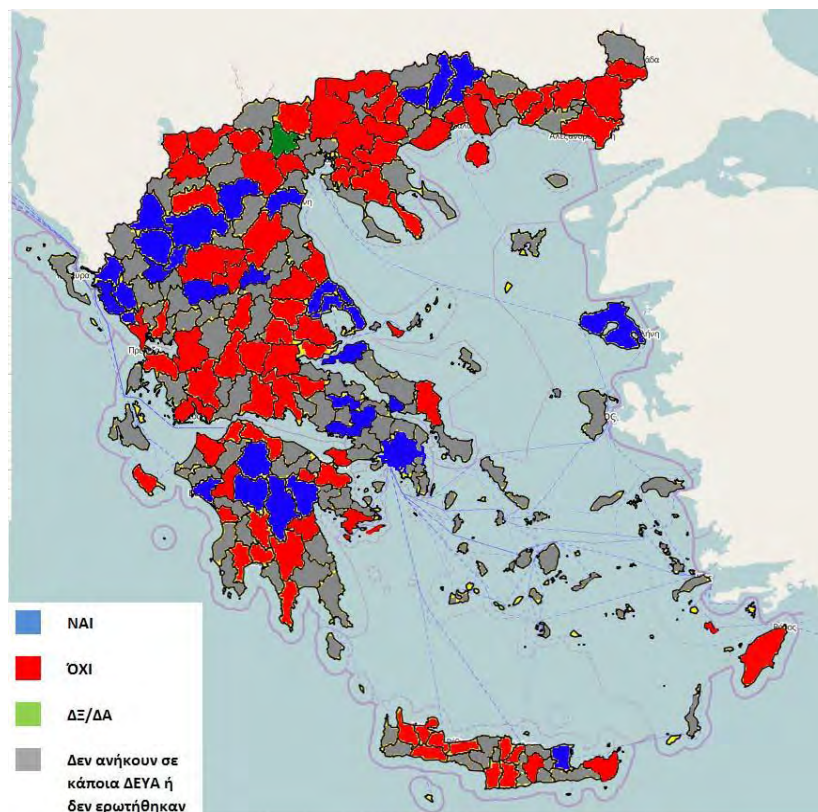
4.2 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως χαρακτηρίζεται από βραδυπορία σχετικά με την εναρμόνισή της στα Ευρωπαϊκά πρότυπα και στον εκσυγχρονισμό των ΔΕΥΑ και δεν

κρίνεται ικανοποιητική. Κάλλιστα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ακόμα και σε εμβρυακό επίπεδο. Ενδιαφέρον παρατηρείται από τμήμα έρευνας που έγινε από τον Ξυπνητό (2018) στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας, σχετικά με τον εκσυγχρονισμό των ΔΕΥΑ. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 71 ΔΕΥΑ από όλη τη χώρα (126 ΔΕΥΑ συνολικά εγγεγραμμένες στην ιστοσελίδα της υπηρεσίας) και συμμετείχαν κυρίως τεχνικοί διευθυντές και καταρτισμένοι υπάλληλοι στο πλαίσιο των ερωτήσεων. Μεγάλη έκπληξη προκάλεσαν κυρίως τα αποτελέσματα δύο ερωτήσεων. Η πρώτη είχε να κάνει με τα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης και η δεύτερη με την κατοχή υδατικού ισοζυγίου.

Ειδικότερα, η πρώτη ερώτηση που εξετάζεται, είναι αν η Δ.Ε.Υ.Α κατέχει κάποιο ψηφιακό υδραυλικό μοντέλο σε λογισμικό EPANET, WaterGEMS ή κάποιο παρεμφερές

Οι απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α που δόθηκαν φαίνονται στον παρακάτω χάρτη:



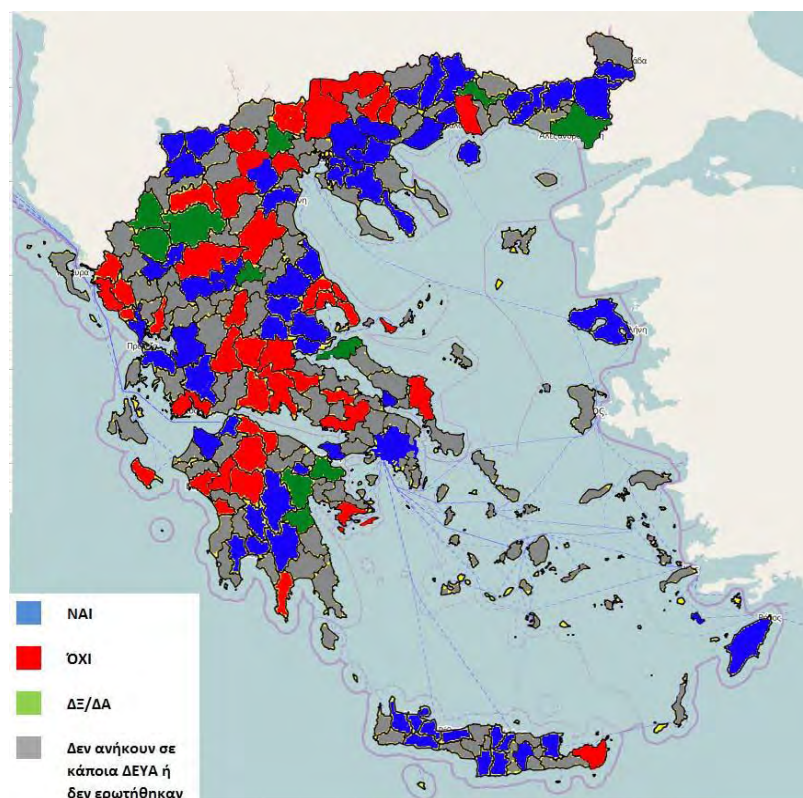
Χάρτης 4: Γεωγραφική απεικόνιση απαντήσεων Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή ψηφιακού υδραυλικού μοντέλου (Ξυπνητός, 2018)

Παρατηρώντας τον Χάρτη 4-1 γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι στην πλειοψηφία των Δ.Ε.Υ.Α που έλαβαν μέρος στην έρευνα δεν χρησιμοποιούν μοντέλο υδραυλικής προσομοίωσης, ενώ αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός πως μία υπηρεσία δεν είχε ακουστά καθόλου τέτοιου είδους λογισμικά. Από τα στατιστικά αποτελέσματα της έρευνας, όπως φαίνονται στο Διάγραμμα 4-1, μόνο το 22,54% των ερωτηθέντων έχει στην κατοχή του υδραυλικό μοντέλο προσομοίωσης με το 76,06% των ερωτηθέντων να απάντησε αρνητικά στο ερώτημα, δηλώνοντας ότι δεν έχει στην κατοχή του τέτοιου είδους λογισμικό, ενώ το 1,41% δεν γνώριζε καν την ύπαρξή του.



Διάγραμμα 1: Ποσοστιαίες απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή ψηφιακού υδραυλικού μοντέλου (Ξυπητός, 2018)

Στη συγκεκριμένη ερώτηση υπήρχε και εναλλακτική για τους ερωτηθέντες που δεν έχουν στην κατοχή τους υδραυλικό μοντέλο προσομοίωσης και αφορούσε την χαρτογράφηση του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα οι αρμόδιες υπηρεσίες ερωτήθηκαν αν χρησιμοποιούν άλλου τύπου χαρτογράφηση και τα αποτελέσματα φαίνονται στον Χάρτη 4-2.



Χάρτης 5: Γεωγραφική απεικόνιση απαντήσεων Δ.Ε.Υ.Α για την χρησιμοποίηση άλλου τύπου χαρτογράφησης (Ξυπητός, 2018)

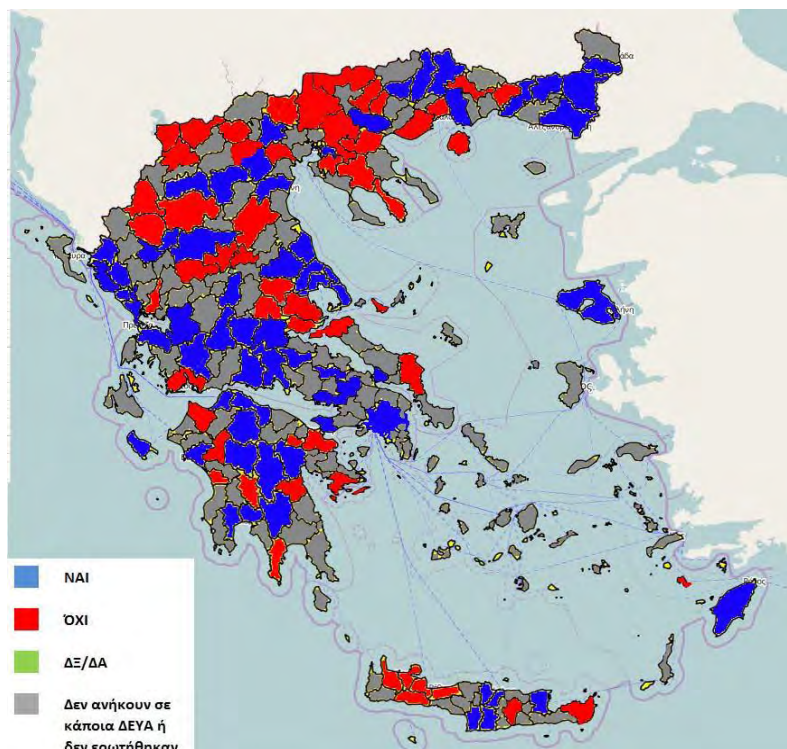
Στο Διάγραμμα 4-2 φαίνονται τα ποσοστά των ερωτηθέντων στην ερώτηση αν χρησιμοποιούν άλλο τύπο σύστημα χαρτογράφησης. Το 43,38% χρησιμοποιεί άλλο τύπο χαρτογράφησης, το 40,58% δεν χρησιμοποιεί, ενώ το 15,94% δεν γνώριζε αν χρησιμοποιεί κάποιο εναλλακτικό σύστημα.



Διάγραμμα 2: Ποσοστιαίες απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή άλλου τύπου συστήματος χαρτογράφησης (Ξυπνητός, 2018)

Εναλλακτικοί τύποι χαρτογράφησης που χρησιμοποιούνται είναι χάρτες σε μορφή GIS, αρχεία AutoCAD ή άλλοι υδρολογικοί χάρτες.

Η δεύτερη ερώτηση που εξετάζεται είναι αν η ΔΕΥΑ διαθέτει στην κατοχή της συμπληρωμένο υδατικό ισοζύγιο. Οι απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α φαίνονται στον Χάρτη 4-3.



Χάρτης 6: Γεωγραφική απεικόνιση απαντήσεων Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή συμπληρωμένου υδατικού ισοζυγίου (Ξυπνητός, 2018)

Το 49,30% των ερωτηθέντων είχαν συμπληρωμένο υδατικό ισοζύγιο ενώ το υπόλοιπο 50,70% δεν είχε καθόλου στην κατοχή του (Διάγραμμα 4-3). Και σε αυτήν την ερώτηση παραπάνω από τις μισές Δ.Ε.Υ.Α απάντησαν αρνητικά.



Διάγραμμα 3: Ποσοστιαίες απαντήσεις των Δ.Ε.Υ.Α για την κατοχή συμπληρωμένου υδατικού ισοζυγίου (Ξυπνητός, 2018)

Σχολιασμός αποτελεσμάτων:

Βάσει της έρευνας που εξετάστηκε, η πλειοψηφία των Δ.Ε.Υ.Α, με ελάχιστες εξαιρέσεις, δεν έχουν στην κατοχή τους λογισμικά υδραυλικής προσομοίωσης και συμπληρωμένα υδατικά ισοζύγια.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι αρμόδιες υπηρεσίες να μην μπορούν να επεξεργαστούν μια πληθώρα δεδομένων και να εξάγουν ασφαλή αποτελέσματα που σχετίζονται με την πίεση των αγωγών, την ηλικία και την ποιότητα του νερού. Ακόμη δεν μπορούν να εφαρμόσουν σενάρια προσομοίωσης και να βρίσκουν βέλτιστες λύσεις σε μικρά χρονικά διαστήματα. Επίσης, οι υπεύθυνοι δεν είναι σε θέση να επιβλέπουν το δίκτυο για τυχόν διαρροές, απώλειες ή και περιπτώσεις κλοπής νερού. Συνεπώς, δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα υπερεκμετάλλευσης των υδατικών πόρων και δημιουργούνται οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα.

Από την άλλη πλευρά, οι μισές και πλέον υπηρεσίες δεν έχουν στη διάθεσή τους συμπληρωμένο υδατικό ισοζύγιο. Με άλλα λόγια δεν είναι σε θέση να αξιολογήσουν αξιόπιστα την υφιστάμενη κατάσταση των δικτύων και να αναπτύξουν δείκτες αξιολόγησης. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο το υδατικό ισοζύγιο αποτελεί θεμέλιο και το πρώτο βασικό στάδιο στη διαχείριση δικτύων ύδρευσης και κάθε αρμόδια υπηρεσία θα πρέπει να ξεκινάει από εκεί.

Στο σημείο αυτό είναι αναγκαίο να διευκρινιστεί πως το υδατικό ισοζύγιο, τα προγράμματα υδραυλικής προσομοίωσης και οι υπόλοιπες δράσεις εκσυγχρονισμού δεν έχουν μόνο να κάνουν με τη καλύτερη διαχείριση των δικτύων και του επιπέδου ζωής. Πλέον είναι απαραίτητα και από άποψη θεσμικού πλαισίου. Για να ικανοποιηθούν το Ευρωπαϊκό και το Εθνικό θεσμικό πλαίσιο η ύπαρξή τους θεωρείται αναγκαία. Για παράδειγμα, για την ακριβή ποιοτική παρακολούθηση του δικτύου, με βάση την κείμενη νομοθεσία, πρέπει να υπάρχουν σύγχρονα λογισμικά που να υπολογίζουν σε κάθε σημείο την ηλικία του νερού και συστήματα ελέγχου και τηλεμετρίας με άμεση σύνδεση με ηλεκτρονικό σύστημα για τη συγκέντρωση του χλωρίου. Ένα ακόμη παράδειγμα έχει να κάνει με τη δήλωση των απωλειών και των διαρροών. Βάσει νομοθεσίας κάθε υπηρεσία θα πρέπει να αναπτύξει δείκτες αξιολόγησης που να έχουν να κάνουν με τις απώλειες του δικτύου. Επίσης, για την

ανάπτυξη σωστής τιμολογιακής πολιτικής με πλήρη ανάκτηση κόστους φυσικού πόρου που προβλέπει η νομοθεσία, πρέπει να εκτιμηθεί η υφιστάμενη κατάσταση. Δυστυχώς η κατάσταση των δικτύων στη χώρα μας είναι πολύ κακή και σε ορισμένες περιπτώσεις θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και “αντισυνταγματική”, καθώς το σύνολο των υπηρεσιών αρνείται να συμμορφωθεί με τα νέα πρότυπα. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις ενώ έχουν χρηματοδοτηθεί νέα έργα εκσυγχρονισμού δεν είναι δυνατή η διαχείριση των νέων τεχνολογιών διότι οι αρμόδιοι δεν έχουν το αντίστοιχο γνωστικό υπόβαθρο, όπως για παράδειγμα το υδραυλικό μοντέλο της Ηγουμενίτσας που θα εξετάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο το οποίο εμφανίζει χιλιάδες σφάλματα. Επομένως, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη για την εισαγωγή εξειδικευμένου προσωπικού που θα έχει τις σχετικές γνώσεις και θα είναι εξοικειωμένο με τα νέα πρότυπα διαχείρισης και το θεσμικό πλαίσιο.

Στις παρακάτω υποενότητες θα εξεταστούν πραγματικά δίκτυα και υλικό έτσι όπως έγινε η λήψη τους από τις αντίστοιχες υπηρεσίες. Μετά από έρευνα και συνεχή επικοινωνία με τις αρμόδιες υπηρεσίες έγινε η επιλογή τεσσάρων περιπτώσεων: Δ.Ε.Υ.Α Ζακύνθου, Δ.Ε.Υ.Α Θέρμης, Δ.Ε.Υ.Α Κεφαλονιάς και Δ.Ε.Υ.Α Ηγουμενίτσας. Οι μελέτες περίπτωσης και η ροή αξιολόγησης των Δ.Ε.Υ.Α κινείται από την λιγότερο εκσυγχρονισμένη προς τη περισσότερο. Με λίγα λόγια το χαμηλότερο επίπεδο έχει η Δ.Ε.Υ.Α Ζακύνθου και το υψηλότερο η Δ.Ε.Υ.Α Ηγουμενίτσας, για το λόγο αυτό θα γίνει μεγαλύτερη αναφορά σε αυτές τις δύο περιπτώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αξιολόγηση του επιπέδου των πληροφοριών που διαθέτει η κάθε Δ.Ε.Υ.Α έγινε με βάση το υλικό παραχώρησής τους.

4.3 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 1^η: Δ.Ε.Υ.Α Ζακύνθου

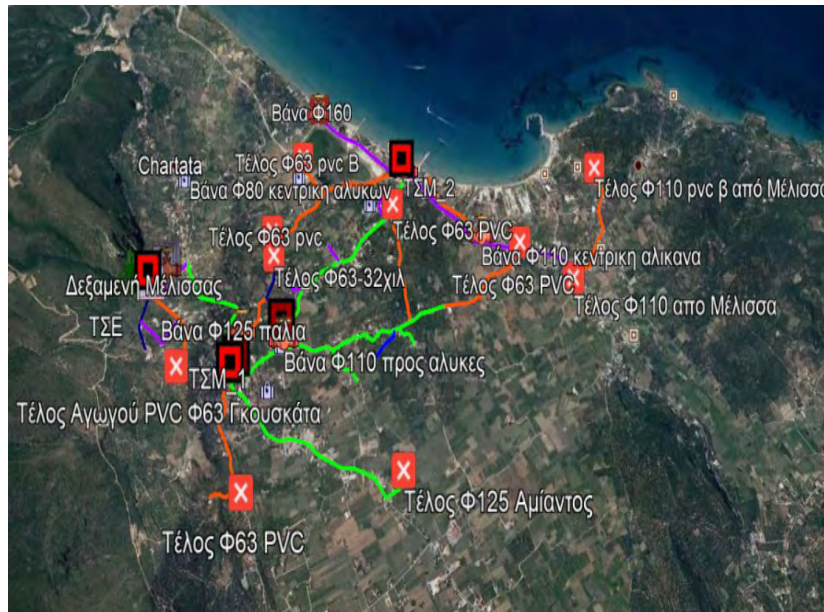
4.3.1 Χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης-Υλικό Δ.Ε.Υ.Α.Ζ

Για την καλύτερη αξιολόγηση της Δ.Ε.Υ.Α Ζακύνθου έγινε η επιλογή μιας μικρότερης κλίμακας περιοχής μελέτης, αυτή της κοινότητας Κατασταρίου. Η Δημοτική Κοινότητα Κατασταρίου βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της νήσου της Ζακύνθου, σε απόσταση 16 χιλιομέτρων από την πόλη της Ζακύνθου και έχει πληθυσμό 1.378 κατοίκους περίπου, βάσει της τελευταίας απογραφής του 2011. Η περιοχή μελέτης διακρίνεται στην Χάρτη 4-4. Το σύνολο παροχών ανέρχεται στα 650 ενεργά υδρόμετρα και το συνολικό μήκος δικτύου ύδρευσης είναι περίπου 11 χιλιόμετρα.



Χάρτης 7: Περιοχή ενδιαφέροντος

Μετά από συνεχή επικοινωνία με τους αρμόδιους φορείς παραχωρήθηκαν οι πληροφορίες που υπάρχουν στην διάθεση της Δ.Ε.Υ.Α.Ζ. Με έκπληξη διαπιστώθηκε πως η αρμόδια υπηρεσία είχε στη διάθεσή της μόνο ένα αρχείο τύπου km1 (Απεικόνιση στο Google Earth) και κανένα άλλο είδος χαρτογράφησης όπως για παράδειγμα αρχείο AutoCAD, WaterGEM, GIS ή κάποιο άλλο. Το δίκτυο απεικονίζεται στη παρακάτω Εικόνα 4-1.



Εικόνα 9: Δίκτυο ύδρευσης περιοχής Κατασταρίου

Επίσης, το μοναδικό αρχείο που υπήρχε στη διάθεση της Δ.Ε.Υ.Α.Ζ, πέρα από το αρχείο km1, ήταν ένα αρχείο τύπου excel με ορισμένα χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων.

Στο σύστημα ύδρευσης της Δ.Κ Κατασταρίου το νερό υδρομαστεύεται από δύο γεωτρήσεις που βρίσκονται στην περιοχή «Μέλλισα». Οι γεωτρήσεις αυτές με τις κωδικές ονομασίες ΖΓ10 και ΓΙV αντλούν το νερό από τον υπόγειο υδροφορέα και το οδηγούν προς τη κεντρική δεξαμενή συλλογής, χωρητικότητας 100 m³. Από εκεί το νερό, με βαρύτητα καταλήγει στο δίκτυο ύδρευσης και στη συνέχεια στους καταναλωτές. Οι περιοχές εξυπηρέτησης των γεωτρήσεων είναι το Δ.Κ Κατασταρίου, το τουριστικό θέρετρο των Αλυκών και το μέρος της Δ.Κ Αλικανά.

Τα στοιχεία των γεωτρήσεων που παραχωρήθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 14: Γεωτρήσεις δικτύου ύδρευσης Κατασταρίου και τα χαρακτηριστικά τους

Γεωτρήσεις	X	Y	Z	Βάθος Διάτρησης (m)	Παροχή (m ³ /h)	Ετήσια ποσότητα άντλησης (m ³)
ΖΓ10	213754,80	4192082,30	129,67	>130	20	112.000
ΓΙV	213780,50	4192076,40	126,50	>130	50	279.000

Σε κάθε γεώτρηση έχει εγκατασταθεί ένα υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα (βάθος τοποθέτησης στη ΖΓ10, 134 m – βάθος τοποθέτησης στη ΓΙV, 135 m. Η λειτουργία των αντλιών ελέγχεται από ηλεκτρονικό πίνακα και ρυθμίζεται από διακόπτη στάθμης που βρίσκεται στην παρακείμενη δεξαμενή συλλογής.

Σε αντίθεση με το μεγαλύτερο μέρος της Ζακύνθου, στην περιοχή του Κατασταρίου η υδροδότηση είναι συνεχής και διακόπτεται μόνο για επισκευή βλαβών του δικτύου ή για αντικατάσταση των αντλητικών συγκροτημάτων των γεωτρήσεων.

Τα κύρια προβλήματα του υπάρχοντος δικτύου είναι κυρίως δύο. Το πρώτο αφορά την ποιότητα του διανεμόμενου ύδατος, καθώς είναι υποβαθμισμένη λόγω της υφαλμύρωσης που έχει υποστεί ο υπόγειος υδροφορέας (αγωγιμότητα > 4.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, συγκέντρωση χλωριώντων > 1400 mg/L). Το δεύτερο έχει να κάνει με το μη ανταποδοτικό νερό. Η ετήσια άντληση ποσότητας ύδατος ανέρχεται στα 391.000 m^3 / έτος και από αυτά τιμολογούνται περίπου τα 117.000 m^3 . Με λίγα λόγια το ποσοστό του ύδατος που δεν επιφέρει έσοδα στην αρμόδια υπηρεσία είναι της τάξης του 70% (274.000 m^3).

4.3.2 Σχολιασμός υλικοτεχνικού επιπέδου Δ.Ε.Υ.Α.Ζ

Το δίκτυο της Δ.Ε.Υ.Α.Ζ χαρακτηρίζεται από τεράστιες ελλείψεις. Πέρα από τις απαραίτητες ενέργειες εκσυγχρονισμού που αναφέρθηκαν στις αρχές του κεφαλαίου και τα νέα συστήματα τεχνολογιών όπως τηλεχειρισμός-τηλεέλεγχος-τηλεμετρία, συστήματα εποπτείας και παρακολούθησης SCADA, μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης κλπ. που δεν υφίστανται σε καμία περίπτωση, η αρμόδια υπηρεσία δεν διαθέτει πληροφορίες για θεμελιώδεις στοιχεία του δικτύου όπως πλήρη χαρτογράφηση δικτύου, κόμβους, σωληνώσεις, δεξαμενές, εξαρτήματα δικτύου κλπ. Πιο συγκεκριμένα:

Κόμβοι δικτύου: η τοποθεσία των κόμβων και χαρακτηριστικά όπως υδρόμετρα, ζήτηση, μοτίβο ζήτησης και πολλαπλασιαστές είναι άγνωστα. Επίσης, παρόλο της τεράστιας τουριστικής διέλευσης της περιοχής δεν υπάρχουν πληροφορίες για εξυπηρετούμενες χρήσεις, ειδικές κλπ.

Σωληνώσεις: ο χωρικός προσδιορισμός των σωληνώσεων είναι σχετικός, καθώς γίνεται μέσω της υπηρεσίας του Google Earth (αρχείο kml). Ακόμη σε αρκετές περιπτώσεις είναι άγνωστος ο προσδιορισμός του υλικού και της διαμέτρου. Τέλος, επίσης ο τρόπος σύνδεσης των αγωγών παραμένει άγνωστος (κύρια σημεία διαρροών) και δεν διατηρείται ιστορικό θραύσεων και διαρροών.

Δεξαμενές: δεν υπάρχουν διαθέσιμα γεωμετρικά στοιχεία όπως διαστάσεις και στοιχεία όγκων όπως για παράδειγμα νεκρός όγκος κλπ.

Ειδικά εξαρτήματα δικτύου: η τοποθεσία εξαρτημάτων όπως για παράδειγμα βαλβίδων απομόνωσης είναι και πάλι σχετική. Επίσης δεν υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με τους κανόνες που διέπουν την λειτουργία τους.

4.3.3 Συνέπειες από τις ελλείψεις τεχνικού υλικού και πληροφορίας

Υδατικοί Πόροι

Οι ελλείψεις και η αναποτελεσματική διαχείριση του δικτύου έχει οδηγήσει στη μη ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής. Οι υδατικοί πόροι επιβαρύνονται, η ποιότητά τους δυσχεραίνεται και η αιφόρος ανάπτυξη δεν υφίσταται. Η υφαλμύρυνση του υπόγειου υδροφορέα και τα τεράστια ποσά του μη ανταποδοτικού νερού αποτελούν δύο παραδείγματα της υπερεκμετάλλευσης των υδατικών πόρων. Τα παραπάνω οδηγούν στην καταπάτηση των αρχών και των στόχων (όπως αναφέρονται στο άρθρο 1) της Οδηγίας-Πλαισίου 2000/60/ΕΚ, του νόμου 3199/2003, περί προστασίας και διαχείρισης των υδάτων

(σύνταξη για την εναρμόνιση με την οδηγία-πλαίσιο) και του Προεδρικού Διατάγματος 51/2007.

Ποιότητα νερού

Ο βασικός στόχος των υπηρεσιών ύδρευσης είναι η παροχή υψηλού ποιοτικού νερού στις βρύσες των καταναλωτών και ουσιαστικά στην περίπτωση μας δεν ικανοποιείται πλήρως. Η έλλειψη συστημάτων τηλεέγχου, τηλεχειρισμού, ελέγχου διαρροών, υδραυλικών μοντέλων προσομοίωσης κλπ. έχουν οδηγήσει στην ανεπαρκή συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από το δίκτυο και έτσι οι δείκτες ποιοτικής παρακολούθησης και η καταγραφή χαρακτηριστικών ποιότητας του νερού όπως ηλικία, pH, υπολειμματικό χλώριο κλπ. είναι αδύνατη. Επίσης η παραπάνω κατάσταση έχει οδηγήσει σε υψηλή αγωγιμότητα (electric conductivity) και επικίνδυνα επίπεδα συγκέντρωσης χλωριώντων. Τα ποσά συγκεντρώσεων αγωγιμότητας και χλωριώντων του δικτύου σε σύγκριση με τα πρότυπα ανώτατα όρια συγκέντρωσης βάσει της ΚΥΑ Υ2/2600/2001 διακρίνονται στον Πίνακα 4-2.

Πίνακας 15: Σύγκριση παραμέτρων δικτύου Κατασταρίου με τα ανώτατα όρια της ΚΥΑ Υ2/2600/2001

Παράμετρος	Δίκτυο Ύδρευσης Ζακύνθου (Υδροφορέας Άντλησης)	Ανώτατη συγκέντρωση
Αγωγιμότητα	>4.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Χλωριώντα (Cl ⁻)	>1.400 mg/l	250 mg/l

Όλα τα παραπάνω έρχονται σε σύγκρουση με το κείμενο θεσμικό πλαίσιο. Τα πρότυπα ποιότητας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την Οδηγία 98/83/ΕΚ, το Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο για την εναρμόνιση στα Ευρωπαϊκά πρότυπα (Γ1(δ)/ΓΠ οικ.67322 ΦΕΚ 3282 Β 19/9/2017, ΚΥΑ 2600/2001), όπως έχουν παρουσιαστεί στα προηγούμενα κεφάλαια, δεν ικανοποιούνται και έτσι η υγεία των καταναλωτών τίθεται σε κίνδυνο.

Λειτουργία δικτύου

Η λειτουργία του δικτύου δυσχεραίνεται συνέχεια καθώς ο εντοπισμός των διαρροών είναι αδύνατος και οι βλάβες από το σύστημα αναπόφευκτες. Επίσης δεν γίνεται έλεγχος πιέσεων του δικτύου και η ασφάλεια των εγκαταστάσεων είναι μειωμένη. Τέλος, δεν υφίσταται συγκέντρωση στατιστικών στοιχείων για μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και προγραμματισμό της λειτουργίας του δικτύου.

Οικονομία

Η αύξηση της ενέργειας παραγωγής από τη μη ορθολογική διαχείριση του δικτύου πχ. Αντλιοστασίων (έλλειψη υδραυλικού μοντέλου) και οι τεράστιες ποσότητες μη ανταποδοτικού νερού οδηγούν σε σημαντική δαπάνη χρηματοοικονομικών πόρων. Επίσης, η αδυναμία διαχείρισης και αξιολόγησης της κατάστασης οδηγούν στην αύξηση της διαφορά παραγόμενου και τιμολογούμενου νερού. Ακόμα δεν εξοικονομείται χρόνος από την αργή

επίβλεψη του δικτύου και υπάρχει αυξημένη απασχόληση εργατικού δυναμικού σε εργασίες χαμηλής προτεραιότητας. Τέλος, δεν υπάρχει εποπτεία της λειτουργίας των ειδικών εξαρτημάτων, όπως για παράδειγμα των αντλιών και έτσι δαπανώνται τεράστια ποσά ενέργειας τα οποία επιβαρύνουν την εταιρεία με περιττά έξοδα.

Έτσι δεν εφαρμόζεται η σωστή τιμολογιακή πολιτική και η πλήρη ανάκτηση του κόστους υπηρεσιών ύδατος όπως αρμόζει η Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ και η Απόφαση Αριθμ. Οικ. 135275/2017 (ΦΕΚ 1751/Β/22-5-2017) περί κανόνων κοστολόγησης ύδατος.

Κοινωνία

Ρήξη στη σχέση μεταξύ καταναλωτή-ΔΕΥΑ, καθώς δεν υπάρχει εμπιστοσύνη από την έλλειψη δημοσίευσης της κατάστασης του δικτύου και των ποιοτικών ελέγχων. Ακόμα, η δυσλειτουργία και η ανικανότητα διαχείρισης της υφιστάμενης κατάστασης δημιουργεί ένα αίσθημα ανασφάλειας. Τα παραπάνω δεν συμβαδίζουν με τη βασική αρχή της Οδηγίας-Πλαισίου που υποχρεώνει την άμεση ενημέρωση του καταναλωτή και την συμμετοχή του στη λήψη αποφάσεων.

4.3.4 Συμπεράσματα

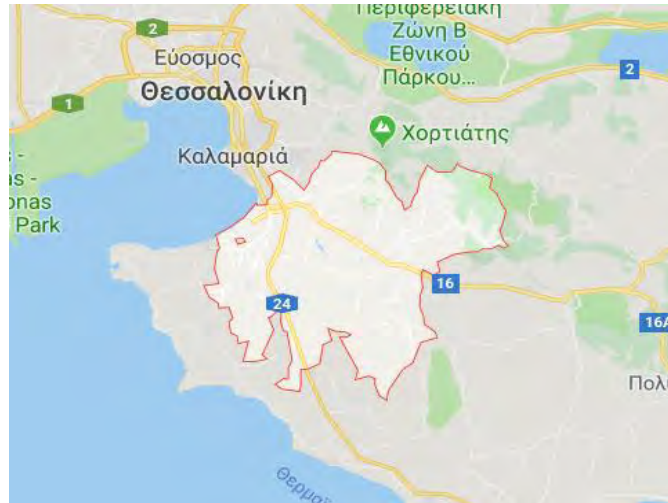
Όσον αφορά το δίκτυο της περιοχής μελέτης, πρόκειται για ένα ακτινωτό δίκτυο με μηδενικό υπόβαθρο λειτουργίας, κυρίως βασισμένο σε Google Earth. Από στοιχεία υπάρχουν ελάχιστα, άρα απαιτείται επιτόπια εργασία και σίγουρα αποσαφήνιση του δικτύου αγωγών, ενώ χαρακτηριστικό είναι ότι το υψόμετρο λαμβάνεται από το Google Earth και εκτιμάται προσεγγιστικά.

Η Δ.Ε.Υ.Α Ζακύνθου οφείλει να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας και να βελτιώσει άμεσα την ποιότητα και τη λειτουργία του δικτύου, στοχεύοντας στη μείωση του μη ανταποδοτικού νερού και στην ορθολογική διαχείριση. Επομένως, η ανάγκη για την εφαρμογή όλων των δράσεων εκσυγχρονισμού κρίνεται επιτακτική. Μέσω προγραμμάτων επιχορήγησης, η Δ.Ε.Υ.Α.Ζ πρέπει να εξασφαλίσει άμεσα την ηλεκτρονική αποτύπωση του δικτύου διανομής του νερού, όπου μέσω της χρήσης Η/Μ εξοπλισμού και παραμετροποιημένου λογισμικού συστήματος θα συλλέγονται χρήσιμα δεδομένα για το δίκτυο και την αξιολόγησή του, τη συνεχή ποιοτική παρακολούθηση και τον ενεργό έλεγχο διαρροών.

4.4 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 2^Η: Δ.Ε.Υ.Α ΘΕΡΜΗΣ

4.4.1 Χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης-Υλικό Δ.Ε.Υ.Α.Θ

Η Δ.Ε.Υ.Α Θέρμης ιδρύθηκε το 2011 μετά από συνένωση των ΔΕΥΑ Θέρμης και ΔΕΥΑ Μίκρας με βάση τις διατάξεις του Ν. 1069/80 και λειτουργεί με σκοπό την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης και αποχέτευσης των πολιτών του Δήμου, τη βελτίωση του υφιστάμενου υδρευτικού δικτύου, την ολοκλήρωση της κατασκευής και λειτουργίας του αποχετευτικού δικτύου, την ουσιαστική και ολοκληρωμένη παροχή υπηρεσιών καθαριότητας του Δήμου και της ευρύτερης περιοχής (Εικόνα 4-2).



Εικόνα 10: Δήμος Θέρμης (Google Maps)

Η Δ.Ε.Υ.Α Θέρμης εξυπηρετεί πληθυσμό ο οποίος ανέρχεται στους 51.000 περίπου χιλιάδες κατοίκους με σύνολο υδρομετρητών 25.300 και με συνεχώς αυξανόμενη τάση, λόγω της εκρηκτικής οικιστικής ανάπτυξης που υφίσταται στην περιοχή, με αποτέλεσμα η ετήσια κατανάλωση ύδατος κατά το έτος 2016 να ανέλθει στα 2.980.874 m³.

Το δίκτυο ύδρευσης, στο σύνολο των Δημοτικών Διαμερισμάτων ανέρχεται σε 700 km μήκος και το δίκτυο αποχέτευσης σε 162 km μήκος.



Εικόνα 11: Οριζοντιογραφία εσωτερικού δικτύου Θέρμης

Η υδροδότηση των κατοίκων του Δήμου Θέρμης γίνεται από υδρευτικές γεωτρήσεις, ενώ για την κάλυψη των αναγκών λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης χρησιμοποιούνται δεξαμενές εκμεταλλεύσιμης χωρητικότητας 10.125 m³.

Αξίζει να σημειωθεί πως το νέο δίκτυο ύδρευσης του δήμου υλοποιείται αυτή τη χρονική περίοδο. Μετά από συνεχή επικοινωνία με την αρμόδια υπηρεσία παραχωρήθηκαν οι πληροφορίες που διαθέτει η Δ.Ε.Υ.Α.Θ, με κύριο σημείο εστίασης το νέο δίκτυο.

Το υλικό που δόθηκε από τη συγκεκριμένη υπηρεσία ήταν κυρίως χάρτες, καθώς δεν υπάρχει κάποιος άλλο είδος χαρτογράφησης (AutoCAD, GIS, kml, κλπ.). Οι χάρτες που παραχωρήθηκαν περιέχουν κυρίως σχέδια σχετικά με τις οριζοντιογραφίες του εσωτερικού και εξωτερικού δικτύου και αναλυτικά τεύχη σχετικά με το κομβολόγιο του εσωτερικού και εξωτερικού δικτύου.

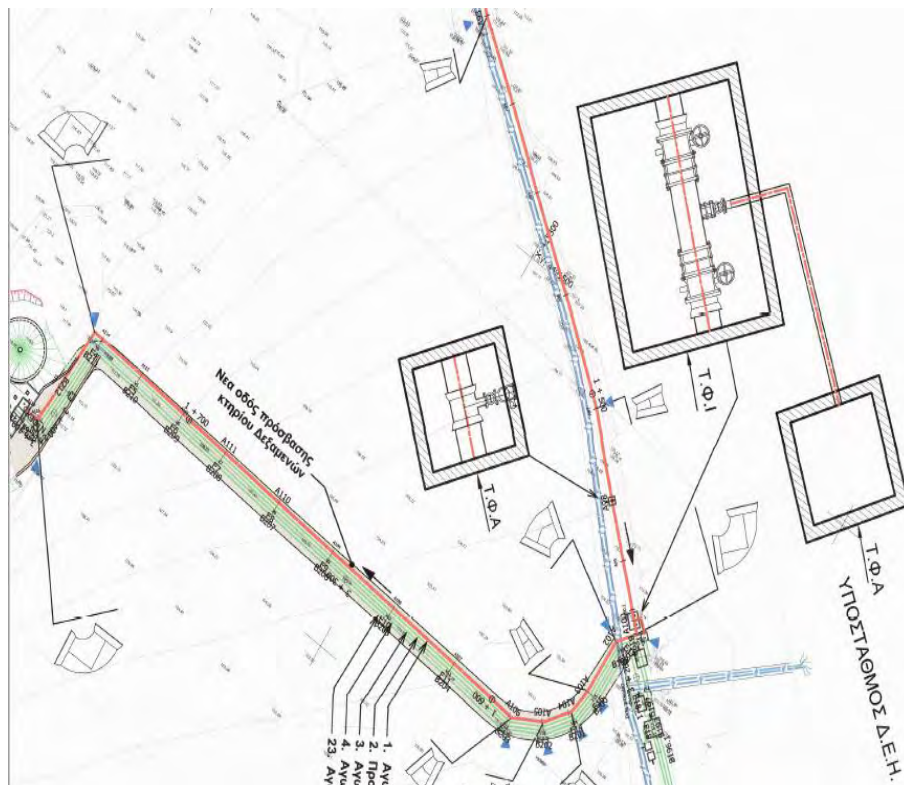
Πιο συγκεκριμένα οι οριζοντιογραφίες περιέχουν ρυμοτομικές γραμμές, οικοδομικές γραμμές, όρια διαχωρισμού ζωνών πίεσης, τους αγωγούς του δικτύου με τα χαρακτηριστικά τους, αρίθμηση κλάδων-κόμβων-βρόγχων, τους κόμβους με τα υψόμετρα εδάφους, ισοπιεζομετρικές καμπύλες, θέσεις πυροσβεστικών κρουνών, ρέματα κλπ. Στην Εικόνα 4-3 μιας οριζοντιογραφίας διακρίνεται ένα κομμάτι του εσωτερικού δικτύου με τα χαρακτηριστικά του όπως παραχωρήθηκε για μελέτη.

Επίσης, δόθηκαν πίνακες με αναλυτικούς υπολογισμούς αγωγών σε κανονική λειτουργία όπως για παράδειγμα υπολογισμοί παροχής, ταχύτητας και κλίση πιεζομετρικής γραμμής Για το εξωτερικό υδραγωγείο δόθηκε η διάταξη των αγωγών όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-4.



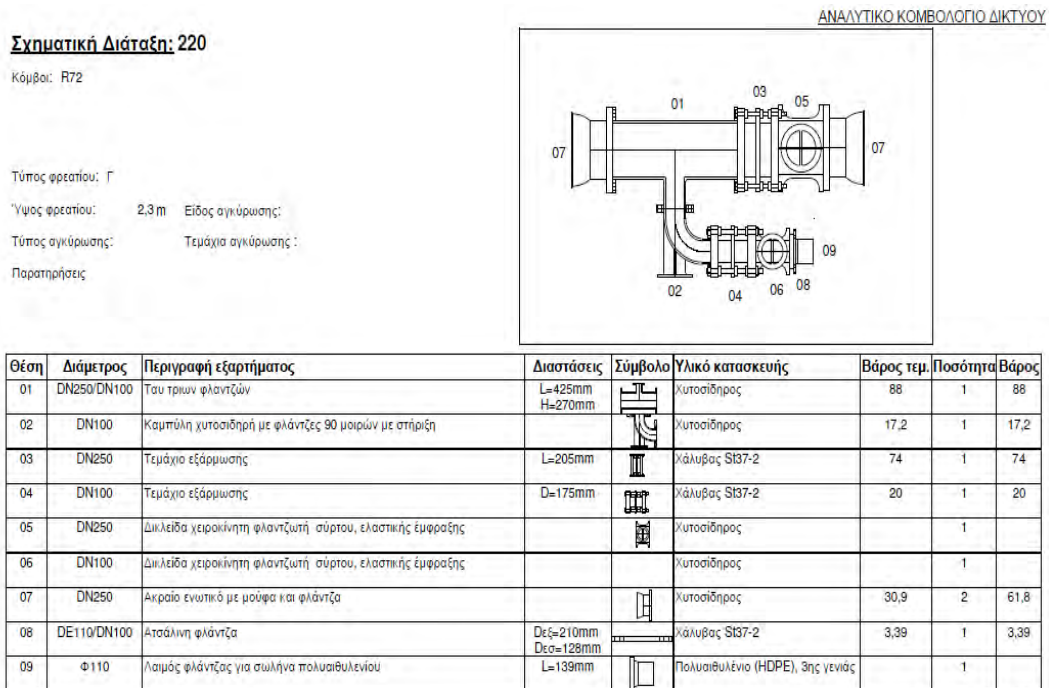
Εικόνα 12: Διάταξη αγωγών εξωτερικού δικτύου Θέρμης

Ανάλογα με την περιοχή του εξωτερικού υδραγωγείου υπάρχει και χάρτης με αποτυπωμένες λεπτομέρειες για τα φρεάτια και τον τρόπο σύνδεσης των αγωγών και φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 13: Λεπτομέρεια συνδέσεων και φρεατίων εξωτερικού δικτύου.

Τέλος, δόθηκε αναλυτικό τεύχος με το κομβολόγιο του δικτύου με λεπτομέρειες στον τρόπο σύνδεσης, τις διαστάσεις, το υλικό κατασκευής, το βάρος, την ποσότητα κλπ. όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-6.



Εικόνα 14: Λεπτομέρεια συνδέσεων και φρεατίων εξωτερικού δικτύου.

4.4.2 Σχολιασμός υλικοτεχνικού επιπέδου Δ.Ε.Υ.Α.Θ

Όπως τονίστηκε και στην αρχή της μελέτης περίπτωσης το δίκτυο που μελετάται είναι υπό κατασκευή και σε μεγάλο μέρος του υπό μελέτη. Στη διάθεσή της, προς το παρόν, η αρμόδια υπηρεσία έχει τα αναλυτικά περιγραφικά τεχνικά σχέδια και τα χαρακτηριστικά κόμβων του δικτύου. Για το λόγο αυτό δεν έχει γίνει η πλήρη αποσαφήνιση του τρόπου λειτουργίας του και γενικότερα η πλήρη περιγραφή τροφοδοσίας του, οι μονάδες χλωρίωσης και οι υπόλοιπες εξειδικευμένες λειτουργίες του. Ωστόσο, με βάση το υλικό που παραχωρήθηκε γίνονται οι εξής παρατηρήσεις:

Κόμβοι δικτύου

Για τους κόμβους του δικτύου υπάρχει ακριβή τοποθεσία, με πλήρη τεχνικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο, άγνωστες παραμένουν οι χρονοσειρές ζήτησης/ καταναλώσεων επί των κόμβων ή ακόμη καλύτερα των υδρομέτρων με σαφή τοποθεσία. Τέλος, αναγκαία είναι η αποσαφήνιση των χρήσεων/λειτουργίες που καλύπτουν το δίκτυο όπως για παράδειγμα οικιακές, εμπορικές και βιομηχανικές, καθώς η μελέτη περίπτωσης διαθέτει βιομηχανική περιοχή και για να οδηγηθούμε σε βέλτιστη και ορθολογική διαχείριση του δικτύου πρέπει είναι γνωστά τα μοτίβα της ζήτησης. Για παράδειγμα διαφορετική βαρύτητα έχει μια βιομηχανία με συνεχή σταθερή παροχή 24 ώρες τη μέρα από μια απλή κατοικία.

Σωληνώσεις

Η υπηρεσία διαθέτει όλα τα χαρακτηριστικά των αγωγών όπως διάμετρο, υλικό, παροχές κλπ. Αναγκαίο κρίνεται κατά τη διάρκεια τοποθέτησης των σωληνώσεων να διατηρηθεί ιστορικό εγκατάστασης.

Εξαρτήματα δικτύου

Παρά τα δεδομένα για την τοποθεσία και τα χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων όπως για παράδειγμα μειωτές πίεσης, βαλβίδες, κλπ. δεν είναι σαφής οι κανόνες που διέπουν την λειτουργία τους.

Ζώνες του δικτύου

Από την μελέτη του υλικού που δόθηκε διακρίθηκε ο διαχωρισμός του δικτύου σε 3 ζώνες, υψηλών, μέσων και χαμηλών πιέσεων. Ως εκ τούτου, δεν είναι σαφές τα διακριτά όρια αυτών καθώς και οι τιμές από τις μετρήσεις σχετικά με τον συγκριτικό σχεδιασμό.

Δεξαμενές

Δεν είναι απόλυτα γνωστά τα πλήρη γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα το “νεκρό” ύψος ή όγκος.

4.4.3 Συμπεράσματα

Το δίκτυο της Θέρμης είναι ένα βρογχωτό δίκτυο υπό κατασκευή, για το οποίο υπάρχουν κυρίως μόνο σχέδια και περιγραφικά χαρακτηριστικά κόμβων του δικτύου. Η απουσία δεδομένων είναι μεγάλη και η παρουσία παραδοσιακών χαρτών κάνει τη διαχείρισή του δύσκολη και επίπονη. Επομένως, απαιτείται άμεση γεωαναφορά του δικτύου από τους χάρτες χωρίς σημαντικές χωρικές αποκλίσεις.

Και σε αυτή της περίπτωση, όπως και στην περίπτωση της Ζακύνθου (σε πολύ μικρότερα πλαίσια αυτή τη φορά), δεν είναι δυνατή η αποτελεσματική διαχείριση του δικτύου και η πλήρη εναρμόνιση της Δ.Ε.Υ.Α.Θ στα πρότυπα του θεσμικού πλαισίου.

Η Δ.Ε.Υ.Α.Θ είναι μια νέα εταιρεία και το δίκτυο ύδρευσής της βρίσκεται υπό κατασκευή σε μεγάλο μέρος του. Προσπαθεί με νέες δράσεις να προσαρμοστεί στα νέα πρότυπα νομοθεσίας καθώς υπέβαλε πρόταση, η οποία εγκρίθηκε από το Φορέα Ε.Υ.Δ.ΕΠ “Υποδομές Μεταφορών Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη” και προχωρά το επόμενο διάστημα στην εγκατάσταση ενός συστήματος τηλεμετρίας/τηλεελέγχου, με στόχο την μέγιστη αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού και την μείωση των απωλειών.

Παρόλα αυτά, αναγκαία είναι η επιβολή και των υπόλοιπων μέτρων εκσυγχρονισμού και κυρίως η άμεση δημιουργία υδραυλικού μοντέλου προσομοίωσης, καθώς πέρα από τα διαχειριστικά οφέλη και το απαιτητικό θεσμικό πλαίσιο, διακρίνεται αδυναμία διαχείρισης της υφιστάμενης κατάστασης από την παρουσία των παραδοσιακών χαρτών. Επίσης, επειδή μεγάλο τμήμα του είναι υπό κατασκευή, η προσομοίωση σε πραγματικές καταστάσεις και τρόπος που ανταποκρίνεται θα οδηγήσει σε σημαντικά αποτελέσματα για τους διαχειριστές.

4.5 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 3^Η: Δ.Ε.Υ.Α ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ

4.5.1 Χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης-Υλικό Δ.Ε.Υ.Α.Κ

Η Δημοτική Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Δήμου Κεφαλλονιάς (Δ.Ε.Υ.Α. Κεφαλλονιάς) είναι ένα νεοσύστατο νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου κοινωφελούς χαρακτήρα που προήλθε από τη συγχώνευση των τριών υφιστάμενων Δ.Ε.Υ.Α. του νησιού της Κεφαλλονιάς, δηλαδή της Σάμης, Λειβαθούς και Αργοστολίου και προβλέπεται να έχει περιοχή αρμοδιότητας όλη τη γεωγραφική ενότητα του Δήμου Κεφαλλονιάς. Δηλαδή, η Δ.Ε.Υ.Α.Κ είναι υπεύθυνη για την υδροδότηση και την αποχέτευση των δημοτικών ενοτήτων Αργοστολίου, Λειβαθούς και Σάμης.

Η υδροδότηση πραγματοποιείται από 45 γεωτρήσεις, από τις πηγές Παπαδάτου (αφορά το Αργοστόλι) και τη λίμνη Άβυθο (αφορά τη Σάμη), ενώ το πλήθος των ενεργών υδρομέτρων ανέρχεται στα 18.800.

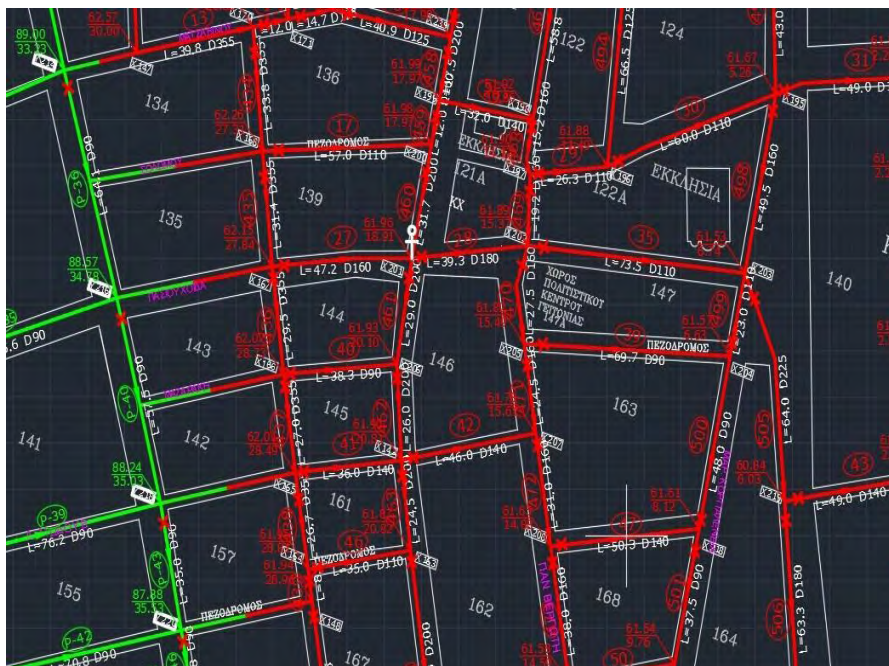
Για την αξιολόγηση της Δ.Ε.Υ.Α. Κεφαλλονιάς έγινε η επιλογή του Αργοστολίου σαν περιοχή μελέτης, καθώς παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της υδροδότησής του μέσω πηγών και της ύπαρξης μονάδας αφαλάτωσης.

Μετά τη συνεχή επικοινωνία με αρμόδιους φορείς της Δ.Ε.Υ.Α.Κ έγινε η παραχώρηση του υλικού που διέθετε η υπηρεσία.

Το δίκτυο της περιοχής του Αργοστολίου παραχωρήθηκε σε αρχείο dwg και περιέχει αρκετή πληροφορία σχετικά με το εσωτερικό και εξωτερικό υδραγωγείο. Στην Εικόνα 4-7 παρουσιάζεται το δίκτυο ύδρευσης του Αργοστολίου σε AutoCAD και στην Εικόνα 4-8 η λεπτομέρεια του δικτύου.



Εικόνα 15: Αποτύπωση δικτύου ύδρευσης Αργοστολίου σε AutoCAD.



Εικόνα 16: Λεπτομέρεια δικτύου ύδρευσης Αργοστολίου σε AutoCAD

Επίσης από την αρμόδια υπηρεσία παραχωρήθηκε αρχείο kml στο οποίο υπάρχουν σημειωμένες οι θέσεις των δεξαμενών, των αντλιοστασίων, των μειωτών πίεσης και της μονάδας αφαλάτωσης. Στη Εικόνα 4-9 παρουσιάζεται το αρχείο kml.



Εικόνα 17: Σχετικές θέσεις χαρακτηριστικών δικτύου Αργοστολίου σε Google Earth

4.5.2 Σχολιασμός υλικοτεχνικού επιπέδου Δ.Ε.Υ.Α.Κ

Η Δ.Ε.Υ.Α Κεφαλλονιάς διαθέτει αρκετά ικανοποιητικό επίπεδο πληροφοριών για το δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα:

Κόμβοι

Η ακριβή τοποθεσία των κόμβων του δικτύου δεν είναι γνωστή, γεγονός μεγάλης σημασίας για τη διαχείριση του δικτύου. Οι ζητήσεις κάθε κόμβου δεν δίνονται με ακρίβεια από τα υδρόμετρα της περιοχής, η θέση των οποίων είναι άγνωστη. Επίσης, δεν υπάρχει κάποιο μοτίβο ζήτησης, πολλαπλασιαστές καθώς και εξυπηρετούμενες-ειδικές χρήσεις.

Σωληνώσεις

Για τις σωληνώσεις του δικτύου υπάρχει δηλωμένο με ετικέτα το όνομα του κάθε αγωγού, καθώς και χαρακτηριστικά του, όπως υλικό και διάμετρος. Δεν είναι όμως γνωστός όμως ο τρόπος τοποθέτησή τους και το ιστορικό θραύσεων τους.

Δεξαμενές

Για τις δεξαμενές του δικτύου είναι γνωστή η σχετική τους θέση μέσω υπηρεσίας Google Earth αλλά δεν υπάρχει η ακριβή τοποθέτησή τους. Επίσης, δεν είναι εντελώς ξεκαθαρισμένα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους.

Πηγές εισερχόμενου νερού

Οι τοποθεσία των πηγών και των γεωτρήσεων είναι γνωστή αλλά μέσω τη υπηρεσίας Google Earth. Επίσης, τα κύρια γνωρίσματα των λειτουργιών τους δεν είναι γνωστά.

Εξαρτήματα δικτύου

Η τοποθεσία των ειδικών στοιχείων του δικτύου είναι γνωστή. Ερωτηματικά όμως προκαλούνται σχετικά με τους κανόνες που διέπουν την πλήρη λειτουργία τους. Επίσης, λεπτομερή στοιχεία για τη χλωρίωση του δικτύου δεν είναι γνωστά.

4.5.3 Συμπεράσματα

Το επίπεδο πληροφoρίας της Δ.Ε.Υ.Α.Κ είναι αρκετά ικανοποιητικό και σαφέστατα πληρέστερο από τις προηγούμενες δύο περιπτώσεις (ΔΕΥΑ Ζακύνθου και ΔΕΥΑ Θέρμης). Η Δ.Ε.Υ.Α.Κ έχει στη διάθεσή της την πλήρη αποτύπωση του δικτύου ύδρευσής της σε ηλεκτρονική μορφή και με σχεδόν όλα του τα χαρακτηριστικά. Παρόλα αυτά και σε αυτή τη περίπτωση δεν μπορούμε να πετύχουμε τα πρότυπα ολοκληρωμένης διαχείρισης δικτύων ούτε τα νομικά πρότυπα.

Η Δ.Ε.Υ.Α.Κ πρέπει να προχωρήσει άμεσα στη δημιουργία υδραυλικού μοντέλου προσομοίωσης καθώς ο όγκος στοιχείων που διαθέτει επαρκούν για μια αξιοπρεπή προσομοίωση. Τα οφέλη από το μοντέλα έγιναν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Έτσι, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η αρμόδια υπηρεσία θα κάνει ένα τεράστιο άλμα προόδου, που πέρα από τα διαχειριστικά- οικονομικά οφέλη, θα της επιτρέπει και την πλήρη εποπτεία του δικτύου, υπό τους κανόνες του σύγχρονο θεσμικού πλαισίου.

4.6 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 4^η: Δ.Ε.Υ.Α Ηγουμενίτσας

Η Δ.Ε.Υ.Α. Ηγουμενίτσας έχει αναλάβει την ύδρευση και την αποχέτευση του Δήμου Ηγουμενίτσας. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης δεν ήταν απαραίτητη η επιλογή ενός οικισμού για την εξέταση, καθώς η αρμόδια υπηρεσία έχει στη διάθεσή της το ίδιο υλικό για όλα τα δημοτικά διαμερίσματα.

Πρόκειται για ένα προηγμένο βρογχωτό δίκτυο, που υδροδοτείται από πηγές και γεωτρήσεις, έτοιμο σε WaterGEMS και με αυτοματισμούς όπως αυτόματους χλωριωτές σε όλο το μήκος δικτύου, συστήματα ελέγχου και τηλεμετρίας SCADA, αυτοματοποιημένους μετρητές AMR και άλλα πολλά που θα περιγραφούν στη συνέχεια. Το δίκτυο της Δ.Ε.Υ.Α. Ηγουμενίτσας σε WaterGEMS φαίνεται στην Εικόνα 4-10.



Εικόνα 18: Αποτύπωση δικτύου ύδρευσης Δ.Ε Ηγουμενίτσας σε WaterGEMS

Η Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ. είναι αν όχι η καλύτερη επιχείρηση ύδρευσης και αποχέτευσης στην Ελλάδα μέσα στις τρεις καλύτερες και αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό από το υλικό που παραχωρήθηκε. Η αρμόδια υπηρεσία διαθέτει την πλήρη καταγραφή του δικτύου της σε υδραυλικό μοντέλο προσομοίωσης WaterGEMS. Το ψηφιακό μοντέλο αυτομάτως κάνει τη διαχείριση του δικτύου πολύ εύκολη, καθώς πέρα των πλεονεκτημάτων που προσφέρει γίνεται εύκολα η λήψη οποιασδήποτε πληροφορίας και παραμέτρου ζητείται. Ενώ στις προηγούμενες περιπτώσεις δεν υπήρχαν δεδομένα ούτε για τη διάμετρο κάποιων αγωγών στην περίπτωση της Ηγουμενίτσας έχουμε την ακαριαία εξαγωγή πληροφοριών όπως:

- Ακριβή περιγραφή κόμβων, ζητήσεων, μοτίβων, πολλαπλασιαστών και πιέσεων.
- Τοποθεσία σωληνώσεων, υλικό, διάμετρος, συντελεστές τραχύτητας, παροχές, ταχύτητες κλπ.
- Ακριβή τοποθεσία δεξαμενών, πλήρη περιγραφή χαρακτηριστικών όπως νεκρός όγκος, δεδομένα στάθμεων κλπ.
- Ακριβή τοποθεσία εξαρτημάτων δικτύου και λεπτομερή χαρακτηριστικά από τους κανόνες που διέπουν τον τρόπο λειτουργίας τους.

Επίσης αναλύσεις για τις πιέσεις κάθε στιγμή, τα επίπεδα στάθμης δεξαμενών, σενάρια εκδήλωσης πυρκαγιάς και ανταπόκριση του δικτύου, συγκεντρώσεις χλωρίου στο δίκτυο, ηλικία νερού, ενεργός έλεγχος διαρροών κλπ. έτσι όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3 μέσω των πλεονεκτημάτων των μοντέλων προσομοίωσης θεωρούνται δεδομένα για το δίκτυο.

Και από αυτή την περίπτωση έλλειπαν βέβαια στοιχεία που αφορούν τον τρόπο τοποθέτησης των αγωγών, το ιστορικό θραύσεων και τα πλήρη χαρακτηριστικά των πηγών νερού. Επίσης αρκετά σφάλματα εντοπίστηκαν και κατά τη διάρκεια επίλυσης του δικτύου στο λογισμικό του WaterGEMS.

Για όλα τα παραπάνω γίνεται σαφές πως η μελέτη περίπτωσης της Ηγουμενίτσας ξεχωρίζει και έχει αρκετό ενδιαφέρον, καθώς πρόκειται για μια επιχείρηση αρκετά εκσυγχρονισμένη. Επίσης ικανοποιεί σε μεγάλο βαθμό τα θεσμικά πρότυπα έτσι όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 2. Για όλους αυτούς τους λόγους η Δ.Ε.Υ.Α Ηγουμενίτσας επιλέχθηκε να παρουσιαστεί αναλυτικά σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΕΥΑ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ

5.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ: Δ.Ε. ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ

5.1.1 Εισαγωγή

Όπως είδαμε και από το Κεφάλαιο 4 η περίπτωση της Δ.Ε.Υ.Α Ηγουμενίτσας παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον λόγω του προχωρημένου επιπέδου των υπηρεσιών και του δικτύου της. Πέρα από το προηγμένο δίκτυο που διαθέτει, η πόλη της Ηγουμενίτσας είναι μια πόλη με σπουδαίο ρόλο για τον Ελλαδικό χώρο, όπως θα δούμε στη συνέχεια, οπότε είναι μια περιοχή που χρήζει ειδική μεταχείριση, με αυξημένες ανάγκες για επαρκή ύδρευση και αποχέτευση. Επίσης, ο έντονος τουριστικός χαρακτήρας της περιοχής και η τεράστια εμπορική χρήση του δημιουργούν πιέσεις στο δίκτυο και τους υδατικούς πόρους της περιοχής και πρέπει να αντιμετωπίζονται με το βέλτιστο τρόπο.

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η παρουσίαση του υλικού που παραχωρήθηκε από την αρμόδια υπηρεσία και η διεκπεραίωση λειτουργικότητας με βάση τις πληροφορίες της Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ. Επίσης θα διαπιστωθεί το επίπεδο λειτουργικότητας με βάση το θεσμικό πλαίσιο. Τέλος, θα γίνει η επίλυση του δικτύου και η επαλήθευση του μοντέλου WaterGEMS και θα παρουσιαστούν τα προβλήματα που προέκυψαν αλλά και οι ελλείψεις-δυσλειτουργίες του δικτύου.

5.1.2 Διοικητικά και δημογραφικά στοιχεία της περιοχής

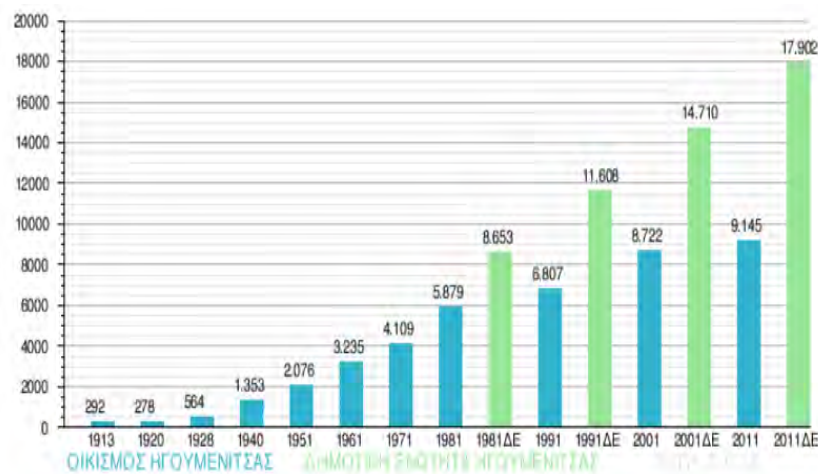
Ο δήμος Ηγουμενίτσας βρίσκεται στις ακτές της Ηπείρου και είναι ο μεγαλύτερος δήμος της Π.Ε. Θεσπρωτίας, με πρωτεύουσα την Ηγουμενίτσα. Συστήθηκε το 2011 (Πρόγραμμα «Καλλικράτης», 87 Α'- 07.06.2010) μετά από συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Ηγουμενίτσας, Μαργαριτίου, Παραποτάμου, Συβότων και της Κοινότητας Πέρδικας και έχει πληθυσμό 25.814 κατοίκους (απογραφή 2011). Συνορεύει με τους Δήμους Φιλιατών και τους Δήμους Σουλίου, μαζί με τους οποίους αποτελεί την Π.Ε Θεσπρωτίας, καθώς και στην ευρύτερη περιοχή με τους Δήμους Πάργας, Παξών και Κέρκυρας (Δήμος Ηγουμενίτσας, 2019).

Το δίκτυο που μελετάμε αφορά τη Δ.Ε Ηγουμενίτσας. Η Δ.Ε. Ηγουμενίτσας (πρώην Δήμος Ηγουμενίτσας), αυτοδιοικητικά και σύμφωνα με τις αλλαγές που επήλθαν με το Πρόγραμμα Καλλικράτης (Ν.3852/10), αριθμεί 17.902 κατοίκους και απαρτίζεται από τις κάτωθι Δημοτικές και Τοπικές Κοινότητες: 1) Δ.Κ. Ηγουμενίτσας, 2) Δ.Κ. Γραικοχωρίου, 3) Δ.Κ. Νέας Σελεύκειας, 4) Τ.Κ. Αγίας Μαρίας, 5) Τ.Κ. Αγίου Βλασίου, 6) Τ.Κ. Καστρίου, 7) Τ.Κ. Κρούβρυσης, 8) Τ.Κ. Λαδοχωρίου και 9) Τ.Κ. Μαυρουδίου (Εικόνα 5-1) (Δήμος Ηγουμενίτσας, 2019).



Εικόνα 19: Δήμος Ηγουμενίτσας (Wikipedia)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η εξέλιξη του πληθυσμού στον οικισμό της Ηγουμενίτσας και στη Δημοτική Ενότητα Ηγουμενίτσας σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).



Διάγραμμα 4: Εξέλιξη οικισμού Ηγουμενίτσας και Δ.Ε Ηγουμενίτσας (ΕΛΣΤΑΤ, 2019)

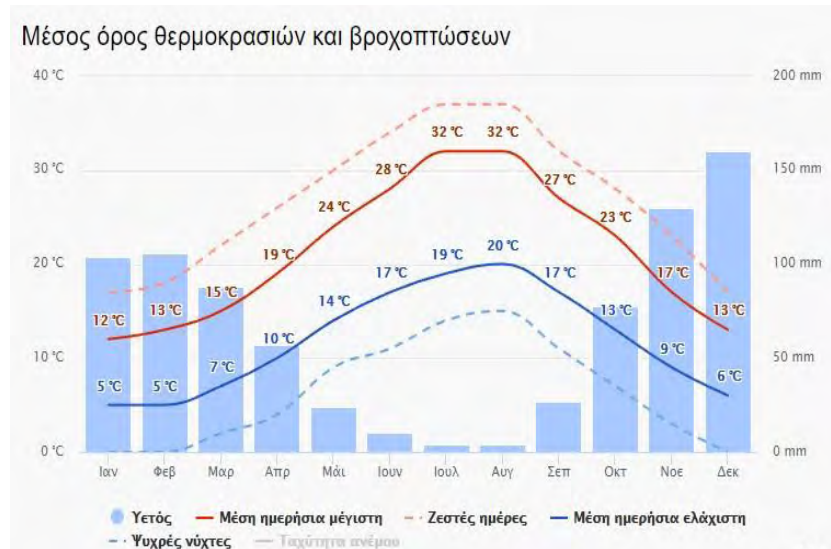
Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται πως ο πληθυσμός της ευρύτερης περιοχής της πόλης αυξήθηκε κατά 17.4% τα τελευταία 10 χρόνια.

5.1.3 Φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής

Η Ηγουμενίτσα είναι η πρωτεύουσα του νομού Θεσπρωτίας και βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα του νομού. Ο νομός της Θεσπρωτίας βρίσκεται στο βόρειο-δυτικό τμήμα της Ηπείρου και συνορεύει με την Αλβανία και με τους νομούς της Πρέβεζας και Ιωαννίνων. Στα δυτικά βρέχεται από το Ιόνιο πέλαγος. Η μορφολογία του εδάφους προκύπτει ορεινή στο μεγαλύτερο μέρος του νομού ενώ από την πλευρά του Ιονίου απλώνεται ένα τοπίο εκτεταμένης πεδιάδας (πεδιάδα Ηγουμενίτσας).

Το κλίμα της περιοχής έχει βασικά τα στοιχεία του μεσογειακού κλίματος (Kottek et al., 2006), χαρακτηρίζεται ως εύκρατο, με ήπιους βροχερούς χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται στους 16-18° C, οι πιο θερμοί μήνες χαρακτηρίζονται

ο Ιούλιος και ο Αύγουστος ενώ ο πιο ψυχρός μήνας ο Ιανουάριος (Μeteo, 2019). Το μέσο ετήσιο ύψος των βροχοπτώσεων ανέρχεται στα 800,00 mm, οι πιο βροχεροί μήνες είναι ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος, ενώ οι πιο ξηροί από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο. Τα τελευταία 25 χρόνια η χαμηλότερη καταγραφείσα θερμοκρασία ήταν -9°C και η υψηλότερη 43°C . Ο ετήσιος μέσος όρος θερμοκρασιών / βροχοπτώσεων φαίνονται στο Διάγραμμα 5-2.



Διάγραμμα 5: Ετήσιος μέσος όρος θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων Ηγουμενίτσας (Μeteoblue, 2019)

5.1.4 Ο ρόλος της πόλης στον ευρύτερο χώρο

Η πόλη της Ηγουμενίτσας έχει σπουδαίο ρόλο στον ευρύτερο χώρο καθώς αναδεικνύεται σε δυτική πύλη τη χώρας και σε κέντρο ανάπτυξης με ρόλο διαπεριφερειακό και διακρατικό.

Η κατασκευή του Νέου Λιμένα, κατέχει σήμερα τη δεύτερη θέση ανάμεσα στους λιμένες της Ελληνικής Επικράτειας σε κίνηση επιβατών αφήνοντας τρίτο αυτό του Ηρακλείου και τέταρτο το μεγάλο λιμάνι της Πάτρας. Το λιμάνι της Ηγουμενίτσας εξαιτίας του στρατηγικού του ρόλου θεωρείται μια σπουδαία εμπορική και τουριστική πύλη σύνδεσης για την βόρειο-δυτική Ελλάδα η οποία επεκτείνεται μέχρι τις Ευρωπαϊκές χώρες. Έτσι καθίσταται και πύλη σύνδεσης ολόκληρης της Ευρώπης με τα βαλκάνια, τον Εύξεινο Πόντο και τη Μέση Ανατολή, μέσω της ανάπτυξης συνδυασμένης μεταφοράς, άμεσα θαλάσσιας- οδικής και μακροπρόθεσμα (μέσω σιδηροδρομικής Εγνατίας), ενσωματώνοντας το σιδηρόδρομο. Η δυναμική του λιμανιού της Ηγουμενίτσας φαίνεται αν παρατηρήσει κάποιος την κίνηση επιβατών, φορτηγών και Ι.Χ το 2016 η οποία ανέρχεται συνολικά περίπου στο 1.5 εκατομμύριο. Έτσι το λιμάνι της πόλης χαρακτηρίζεται ως το πιο δυναμικό της χώρας, αποτελώντας ένα από τα πιο σύγχρονα λιμάνια της Μεσογείου, με τουριστική, εμπορική και επιβατική κίνηση (Οργανισμός Λιμένος Ηγουμενίτσας, 2016).

Επίσης, λόγω της εκτεταμένης κίνησης έχει σχεδιαστεί η δημιουργία εμπορευματικού κέντρου με ένα τμήμα εντός της λιμενικής ζώνης και το δεύτερο σε μικρή απόσταση από το λιμάνι. Έτσι, θα ενισχυθεί σημαντικά η εμπορική κίνηση και θα καταστήσει την Ηγουμενίτσα διεθνές διαμετακομιστικό κέντρο.

5.2 ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ

5.2.1 Εισαγωγή

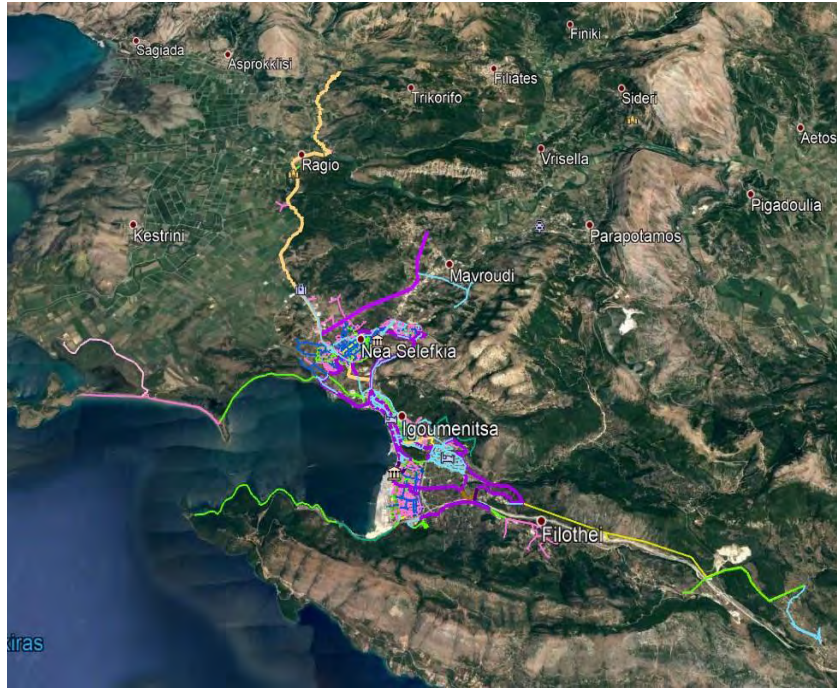
Στόχος της ΔΕΥΑ Ηγουμενίτσας είναι, μέσω του εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού της και της σύγχρονης υλικοτεχνικής υποδομής της, να προσφέρει υπηρεσίες που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες ύδρευσης και αποχέτευσης των καταναλωτών, με γνώμονα την παροχή ποιοτικών υπηρεσιών καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος.

Με υψηλό το αίσθημα της κοινωνικής ευθύνης, η ΔΕΥΑ Ηγουμενίτσας διενεργεί τακτικούς μικροβιολογικούς και φυσικοχημικούς ελέγχους της ποιότητας του νερού αναρτώντας τα αποτελέσματα των ελέγχων στην ιστοσελίδα και εγκαθιστά σύγχρονα συστήματα ελέγχου, προκειμένου εξασφαλίζει την άριστη ποιότητα του σε όλο τον Δήμο. Παράλληλα, αξιοποιεί ήδη σύγχρονα συστήματα τελεελέγχου-τηλεχειρισμού και μαθηματικά μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης, τα οποία θα ενταχθούν στο γενικότερο σύστημα τηλεμετρίας και αυτοματισμών. Με αυτά παρακολουθούνται δυναμικοί παράμετροι του δικτύου ύδρευσης, όπως στάθμες και παροχές τροφοδοσίας δεξαμενών, καταναλώσεις και πιέσεις σε διάφορα σημεία του δικτύου. Με βάση αυτές τις τιμές των παραμέτρων αυτών εξάγονται πολύτιμα συμπεράσματα για την κατανάλωση νερού, τις βλάβες και τις απώλειες στο δίκτυο ύδρευσης της πόλης, καθώς και τις τρέχουσες μελλοντικές απαιτήσεις της. Επιπλέον κατασκευάζει νέα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης και προβαίνει σε βελτιώσεις των ήδη υπαρχόντων σύμφωνα με τα θεσμικά πρότυπα.

Είναι ένα από τα πιο σύγχρονα δίκτυα ύδρευσης στην Ελλάδα (αν όχι το πιο σύγχρονο) καθώς όπως θα δούμε αναλυτικότερα παρακάτω περιλαμβάνει σε όλο το μήκος του αυτόματους χλωριωτές, πολλαπλούς σταθμούς ελέγχου εσωτερικού δικτύου, συστήματα ελέγχου και τηλεμετρίας SCADA (Supervisory Control & Acquisition Systems), συστήματα αυτοματοποιημένων μετρητών AMR (Automated Meter Reading) και η αρμόδια υπηρεσία διαθέτει αρκετή χωρική πληροφορία και συστήματα προσομοίωσης μοντέλων που κάνουν τη διαχείριση του δικτύου ευκολότερη και αποδοτικότερη.

Μετά από συνεχή επικοινωνία με την αρμόδια υπηρεσία παραχωρήθηκαν τρία αρχεία kml και πλήρη υδραυλικό μοντέλο σε WaterGEMS. Πιο συγκεκριμένα τα αρχεία kml περιείχαν αποτυπωμένο στο Google Earth το δίκτυο της ύδρευσης της περιοχής με τα χαρακτηριστικά των αγωγών, τις θέσεις των Σημείων Εσωτερικού Δικτύου (Σ.Ε.Δ.), τις θέσεις των Τοπικών Σταθμών Ελέγχου (Τ.Σ.Ε), τις θέσεις γεωτρήσεων, των δεξαμενών και των σταθμών μετρήσεων, καθώς και την περιοχή εγκατάστασης των αυτοματοποιημένων μετρητών (AMR). Επίσης, λόγω της ύπαρξης του υδραυλικού μοντέλου οι υπόλοιποι παράμετροι και τα πλήρη χαρακτηριστικά του δικτύου ήταν γνωστά.

Το δίκτυο ύδρευσης της Ηγουμενίτσας είναι ένα βρογχωτό δίκτυο το οποίο τροφοδοτείται σε μεγαλύτερο βαθμό από γεωτρήσεις (αριθμός γεωτρήσεων 14) και σε μικρότερο βαθμό από πηγές (αριθμός πηγών 2). Αποτελείται κυρίως από το δίκτυο μεταφοράς, τις εγκαταστάσεις καθαρισμού του νερού, τις δεξαμενές αποθήκευσης νερού και το εσωτερικό δίκτυο διανομής. Το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ από Google Earth φαίνεται στην Εικόνα 5-2. Είναι κατά βάση ένα μη-βαρυτικό σύστημα, κάτι που δικαιολογεί και την ύπαρξη αντλιοστασικών συγκροτημάτων (σύνολο έξι). Το υδραγωγείο της Ηγουμενίτσας καλύπτει τις υδρευτικές ανάγκες περίπου δεκαοκτώ χιλιάδων ατόμων.



Εικόνα 20: Αποτύπωση δικτύου Ηγουμενίτσας στο Google Earth

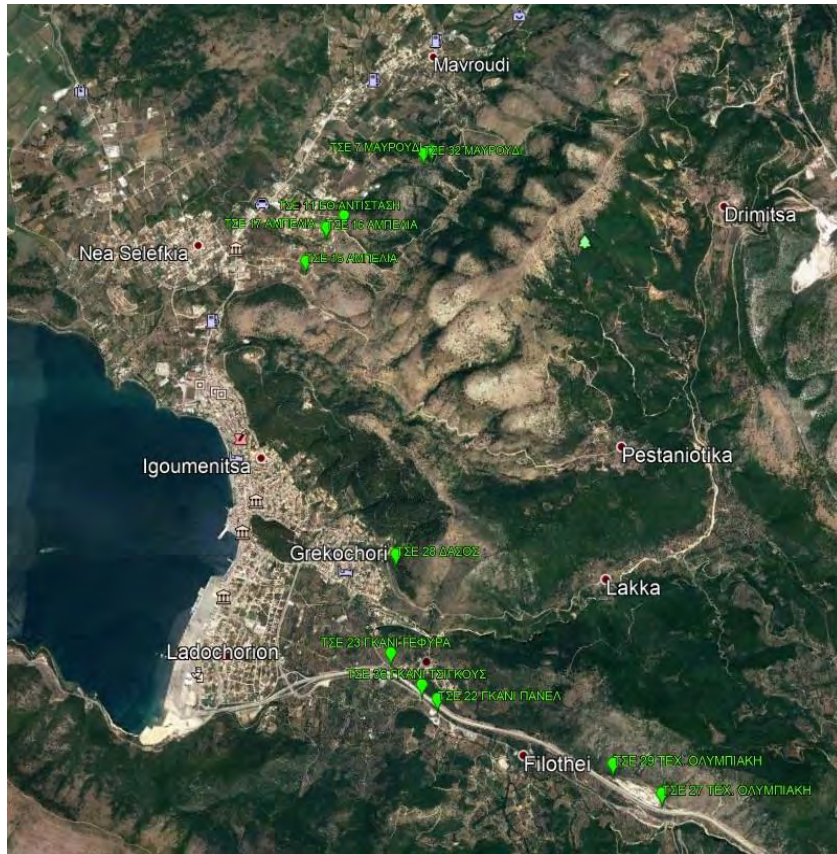
5.2.2 Πηγές υδροληψίας

Το δίκτυο τροφοδοτείται από 14 γεωτρήσεις και από τις Πηγές Σκεφάρη και Σαράτι τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 16: Πηγές υδροληψίας δικτύου ύδρευσης Ηγουμενίτσας

ΠΗΓΕΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ		
A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ/ΘΕΣΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (ΚΥΒ/ΩΡΑ)
ΠΗΓΕΣ		
1	ΣΚΕΦΑΡΗ ΠΗΓΗ	150
2	ΣΑΡΑΤΙ ΠΗΓΗ	80
ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ		
1	ΛΙΟΦΑΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (Γ1)	100
2	ΛΙΟΦΑΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (Γ2)	80
3	ΛΙΟΦΑΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (Γ3)	50
4	ΛΙΟΦΑΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (Γ4)	80
5	ΕΘΝΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (1)	70
6	ΕΘΝΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (2)	15
7	ΓΚΑΝΙ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (1)	100
8	ΓΚΑΝΙ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (2)	50
9	ΓΚΑΝΙ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (3)	100
10	ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (1)	60
11	ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (2)	40
12	ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ (3)	20
13	ΡΙΤΣΑΤΙ (ΜΑΥΡΟΥΔΙ) ΓΕΩΤΡΗΣΗ	50
14	ΠΟΤΑΜΙΑ (ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΣ) ΓΕΩΤΡΗΣΗ	20

Η ακριβή θέση των πηγών και των γεωτρήσεων είναι γνωστή. Στην Εικόνα 5-3 αποτυπώνονται η θέση των γεωτρήσεων της περιοχή μελέτης.



Εικόνα 21: Θέση πηγών υδροληψίας δικτύου

Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης δεν είναι όμως σαφέστατα τα πλήρη χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων και των πηγών, όπως για παράδειγμα η εποχιακή τους χρήση, οι ώρες λειτουργίας κλπ.

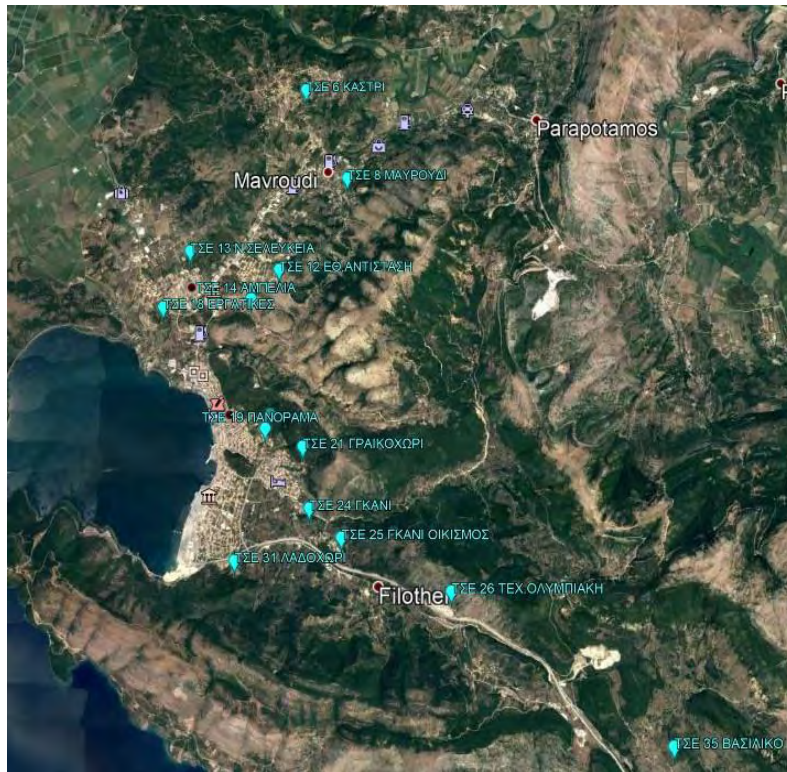
5.2.3 Δεξαμενές

Το δίκτυο αποτελείται από 19 δεξαμενές εκ των οποίων οι 3 αφορούν δεξαμενές που δεν τροφοδοτούν εσωτερικά δίκτυα αλλά με τη παρουσία αντλιών άλλες ψηλότερες δεξαμενές. Οι υπόλοιπες 16 που τροφοδοτούν τα εσωτερικά δίκτυα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά δεξαμενών δικτύου ύδρευσης

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ		
Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ/ΘΕΣΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (ΚΥΒ)
Δ1	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	1500
Δ2	ΝΕΑ ΣΕΛΕΥΚΕΙΑ (ΕΡΓΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ)	300
Δ3	ΓΚΑΝΙ	100
Δ4	ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΚΗ	300
Δ5	ΜΑΥΡΟΥΔΙ Α	300
Δ6	ΜΑΥΡΟΥΔΙ Β	100
Δ7	ΝΕΑ ΣΕΛΕΥΚΕΙΑ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ)	250
Δ8	ΛΙΟΦΑΤΑ	1600
Δ9	ΕΘΝΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	50
Δ10	ΚΑΣΤΡΙ	300
Δ11	ΓΡΑΙΚΟΧΩΡΙ	300
Δ12	ΛΑΔΟΧΩΡΙ (ΠΑΛΙΟ)	80
Δ13	ΓΚΑΝΙ (ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΟΙΚΙΣΜΟΥ)	100
Δ14	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	250
Δ15	ΒΑΣΙΛΙΚΟ	90
Δ16	ΑΓΙΑ ΜΑΡΙΝΑ	80

Επίσης, στην Εικόνα 5-4 αποτυπώνεται η θέση τους στην Δ.Ε Ηγουμενίτσας.



Εικόνα 22: Θέση δεξαμενών δικτύου ύδρευσης

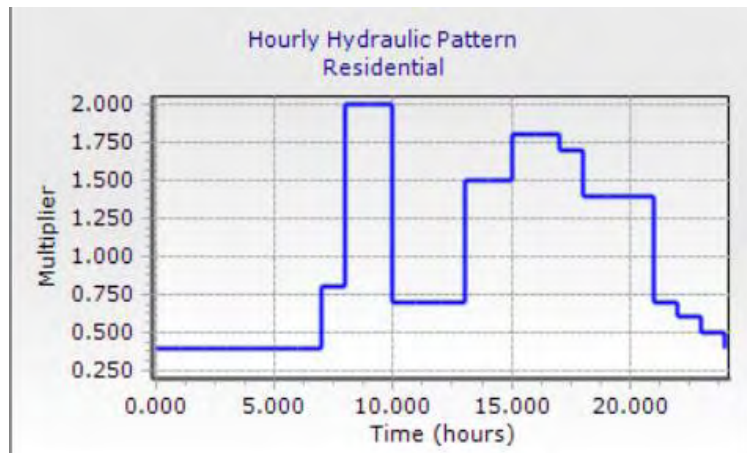
Υπάρχει πλήρη επίγνωση των χαρακτηριστικών των δεξαμενών. Ορισμένα από αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-3.

Πίνακας 18: Χαρακτηριστικά δεξαμενών δικτύου ύδρευσης

Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Diameter (m)	Hydraulic Grade (m)
T-1 (TSE2)	EX	119.9	120	122	123	3.57	122
T-17 (TSE1)	EX	113.9	114	116	117	7.98	116
T-2 (TSE6)	EX	189.9	190	193	195	8.74	193
T-3 (TSE8)	EX	179.9	180	183	185	8.74	183
T-4 (TSE12)	EA	129.9	130	131.5	132	5.64	131.5
T-6 (TSE14)	NS	86.9	87	90	92	19.54	90
T-5 (TSE13)	NS	56.4	56.5	59.5	61.5	7.98	59.5
T-7 (TSE18)	NS	40.4	40.5	43.5	45.5	8.74	43.5
T-8 (TSE20)	HG	128.9	129	132	134	5.05	132
T-14 (TSE19)	HG	84.9	85	85	91.4	17.84	85
T-9 (TSE21)	GR	109.9	110	113	114	7.98	113
T-13 (TSE31)	EX	95.9	96	98	99	5.05	98
T-10 (TSE24)	GR-LA	79.9	80	82	83	7.98	82
T-11 (TSE25)	EX	119.9	120	122	123	6.51	122
T-12 (TSE26)	EX	198.9	199	201	202	11.28	201
T-16	EX	269.9	270	271.5	272	7.14	271.5
T-15 (TSE35)	EX	339.9	340	342	343	7.98	342
T-18 (TSE30)	EX	24.7	24.8	26	27.8	4.37	26
T-19 (TSE34)	EX	140.2	140.3	141.8	143.3	4.37	141.8
T-20 (TSE5)	<None>	80.9	81	82	84	4.37	82

5.2.4 Κόμβοι

Για τους κόμβους του δικτύου υπάρχει η ακριβή τοποθεσία τους και το υψόμετρό τους. Επίσης, υπάρχουν οικιακές ζητήσεις και pattern καταναλώσεων το οποίο φαίνεται στην Εικόνα 5-5.



Εικόνα 23: Μοτίβο 24ωρων οικιακών καταναλώσεων

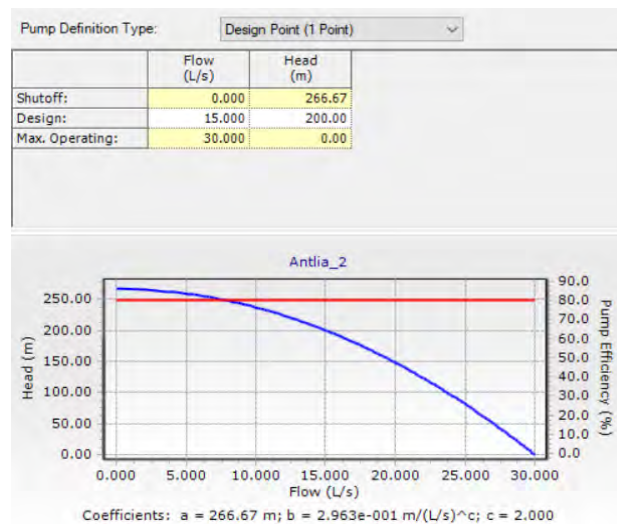
Ωστόσο από την απουσία δεδομένων προκύπτουν τα εξής:

- Απουσία εμπορικών καταναλώσεων από τμήματα της πόλης με διαφορετική ζήτηση.
- Οι απώλειες στις συνδέσεις του δικτύου με συγκεκριμένο pattern δεν συμπεριλαμβάνονται στις ζητήσεις των κόμβων.
- Έλλειψη τοποθεσίας και καταναλώσεων υδρομέτρων για την καλύτερη αναγωγή των ζητήσεων στους κόμβους.
- Δεν έχει γίνει σαφές ο τρόπος που κατανεμήθηκε η ζήτηση ανά κόμβο ούτε πώς προέκυψαν οι πολλαπλασιαστές ζήτησης.

5.2.5 Εξαρτήματα δικτύου

Για τα ειδικά εξαρτήματα του δικτύου υπάρχει όλη διαθέσιμη πληροφορία που αφορά την τοποθεσία τους, τα χαρακτηριστικά και την λειτουργία τους. Πιο συγκεκριμένα:

- Θέση βαλβίδων και εξαερωτών, είδος, διάμετρος και λειτουργία.
- Θέσεις μειωτών πίεσης.
- Θέσεις και χαρακτηριστικά το 6 αντλιοστασίων, όπως για παράδειγμα καμπύλες λειτουργιών (Εικόνα 5-6).
- Θέσεις πυροσβεστικών κρουών και παροχές τους.



Εικόνα 24: Καμπύλη λειτουργίας 2^{ου} αντλιοστασίου

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί ότι τα 6 αντλιοστάσια του δικτύου είναι υποβρύχια και χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία άλλων δεξαμενών σε υψηλότερα σημεία. Επίσης όσον αφορά τις βαλβίδες απομόνωσης δεν είναι σαφές ποιες είναι σίγουρα μόνιμα κλειστές.

5.2.6 Σωληνώσεις

Το δίκτυο της Δ.Ε.Υ.Α. Ηγουμενίτσας έχει συνολικό μήκος 183.55 χιλιομέτρων μέτρων και διαχωρίζεται σε δίκτυο μεταφοράς, δίκτυο διανομής και σε οικιακές συνδέσεις. Τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για το σύνολο του δικτύου είναι κυρίως PVC και αμιαντοσιμέντο, ενώ σε μικρότερο ποσοστό χυτοσίδηρος και χάλυβας. Πιο συγκεκριμένα οι αγωγοί PVC καταλαμβάνουν 154.98 km του δικτύου, οι αγωγοί αμιαντοσιμέντου 27.71 km οι αγωγοί χυτοσίδηρου -χάλυβα 1.4km. Αναλυτικός πίνακας υπολογισμών:

Πίνακας 19: Πίνακας υπολογισμού χαρακτηριστικών αγωγών δικτύου

Diameter (mm)	Length (PE) (m)	Length (Amiantos) (m)	Length (Steel) (m)	Length (All Materials) (m)
44	3,371.69	0	0	3,371.69
55.4	34,480.26	0	0	34,480.26
64	0	0	164.36	164.36
66	17,140.62	0	0	17,140.62
79.2	24,611.86	0	0	24,611.86
80	0	3,871.15	0	3,871.15
96.8	36,708.59	0	0	36,708.59
100	575	0	0	575
110.2	3,271.00	0	0	3,271.00
123.4	4,983.02	0	0	4,983.02
141	2,628.10	0	0	2,628.10
150	0	6,598.59	0	6,598.59
176.2	21,096.09	0	0	21,096.09
200	0	4,117.91	0	4,117.91
220.4	186.98	0	0	186.98
246.8	1,972.53	0	0	1,972.53
265	0	0	1,009.73	1,009.73
277.6	603.15	0	0	603.15
295.5	0	0	18.58	18.58
312.8	304.57	0	0	304.57
352.6	3,047.66	0	0	3,047.66
396.4	0	0	225.46	225.46
400	0	12,571.54	0	12,571.54
All	154,981.13	27,159.18	1,418.12	183,558.43

Diameters

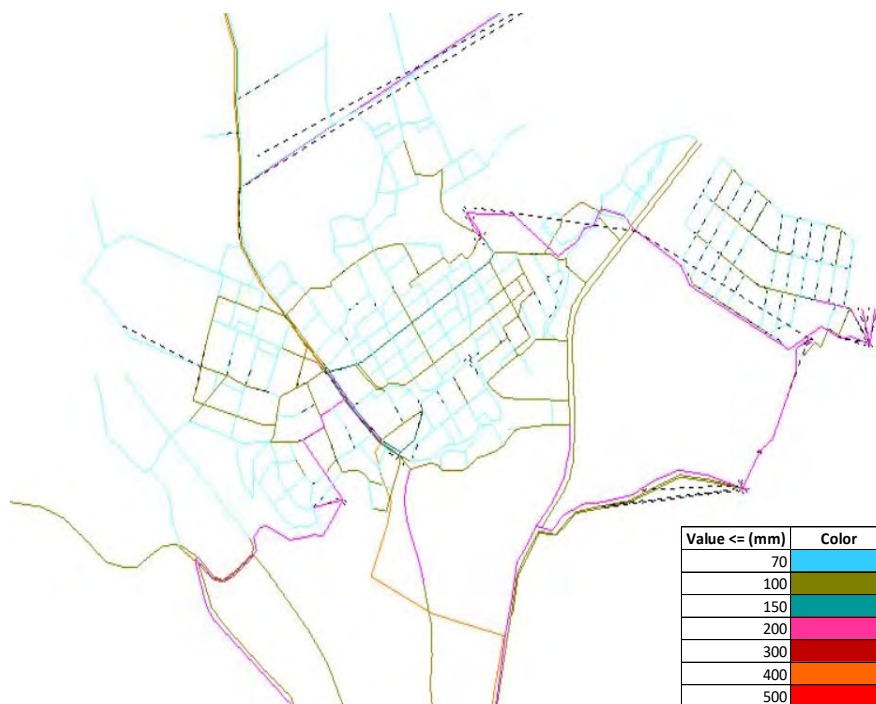
Τα ποσοστά χρήσης του κάθε υλικού φαίνονται αναλυτικά στο παρακάτω διάγραμμα:



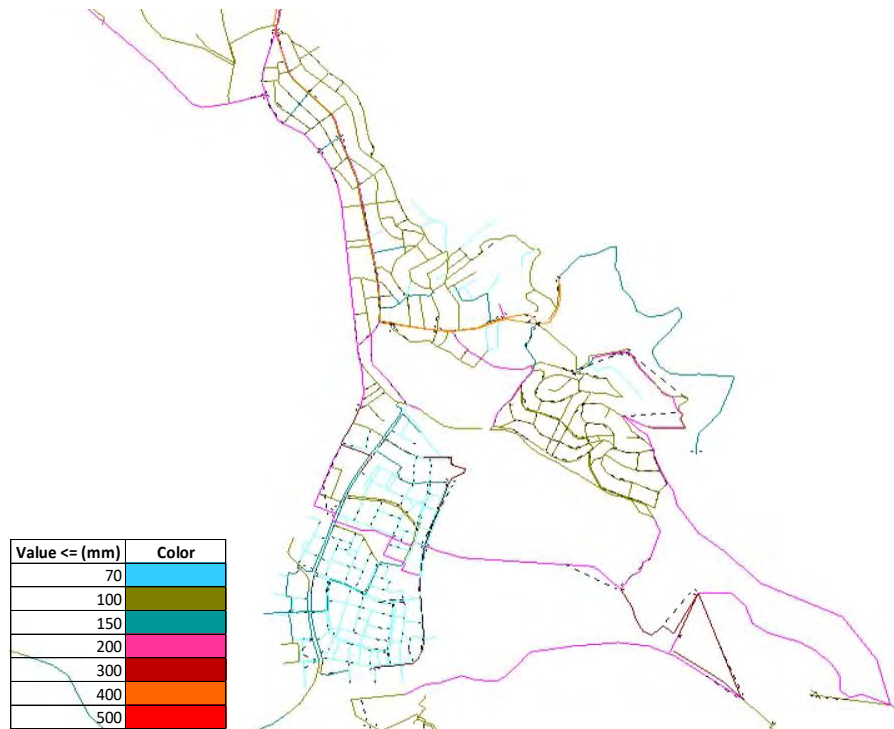
Διάγραμμα 6: Κατανομή υλικών αγωγών δικτύου

Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 5-3 ένα μεγάλο κομμάτι του δικτύου είναι κατασκευασμένο από αμιάντο και βάσει των κανονισμών πρέπει να αντικατασταθεί άμεσα.

Επίσης, ως προς τις διαμέτρους των αγωγών, στους γενικούς κανονισμούς χάραξης αναφέρεται ότι οι ελάχιστες διαμέτροι αγωγών που πρέπει να εφαρμόζονται είναι 90 mm, και αφορούν μόνο τους τριτεύοντες αγωγούς. Ωστόσο στο δίκτυο της Ηγουμενίτσας υπάρχουν αρκετοί αγωγοί με διάμετρο μέχρι 70mm (απεικόνιση αγωγών με θαλασσί χρώμα). Μία ενδεικτική εικόνα του δικτύου της Ηγουμενίτσας ως προς το διαχωρισμό με βάση τη διάμετρο των αγωγών φαίνεται παρακάτω στις εικόνες:



Εικόνα 25: Διαχωρισμός του δικτύου ως προς τη διάμετρο των αγωγών-Περιοχή Νέας Σελεύκιας-Εθνικής Αντίστασης



Εικόνα 26: Διαχωρισμός του δικτύου ως προς τη διάμετρο των αγωγών-Περιοχή Ηγουμενίτσας-Λαδοχωρίου - Γρεκοχωρίου

Η διάμετρος των αγωγών αποτελεί σημαντικό οικονομικό και λειτουργικό παράγοντα. Η μικρή διάμετρος των αγωγών δυσχεραίνει τη λειτουργία του δικτύου καθώς επηρεάζει το ρυθμό αστοχιών (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015). Συγκεκριμένα, οι ρυθμοί αστοχιών των αγωγών για ένα συγκεκριμένο υλικό αυξάνονται καθώς η διάμετρος του αγωγού μειώνεται (US Environmental Protection Agency, 2006). Από μελέτες που έχουν γίνει, έχει βρεθεί ότι ο σχετικός ρυθμός αστοχιών διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση αλλά η τάση παραμένει. Από άλλες μελέτες, επίσης, προέκυψε ότι οι ρυθμοί αστοχιών είναι μεγαλύτεροι για αγωγούς μικρότερης διαμέτρου.

5.2.7 Σύστημα τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού SCADA

Ο όρος SCADA (supervisory control and data acquisition) περιγράφει μια κατηγορία συστημάτων βιομηχανικού ελέγχου, τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού, δηλαδή της επιστήμης που επιτρέπει την συλλογή δεδομένων εξ αποστάσεως μέσω της ασύρματης μετάδοσης δεδομένων με χρήση πομποδεκτών μεγάλης ή μικρής εμβέλειας, τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων, αλλά και καλωδιακής μετάδοσης δεδομένων μέσω δικτύων ίντερνετ ή τηλεφωνικού δικτύου.

Πιο συγκεκριμένα ο **τηλεέλεγχος** πραγματοποιεί την καταγραφή των παραμέτρων ήτοι: Παροχές, Στάθμες Δεξαμενών, Πιέσεις, Υπολειμματικού Χλωρίου, Θολερότητας, Λειτουργία αντλιών, γεωτρήσεων, χλωριωτήρων, ηλεκτρικών στοιχείων κινητήρων αντλιών κλπ.

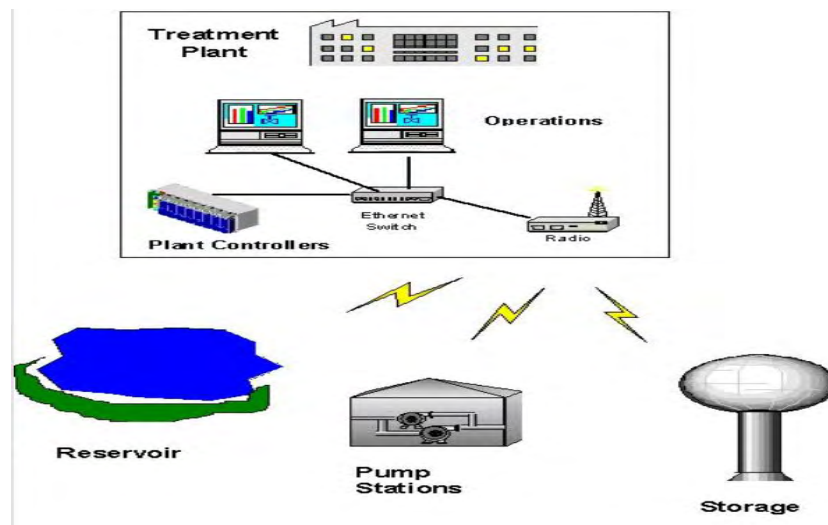
Ο **τηλεχειρισμός** περιλαμβάνει την εκκίνηση-στάση των αντλιών, γεωτρήσεων, χειρισμό ηλεκτροβανών είτε με χρονοπρόγραμμα είτε αυτόματα με την παρακολούθηση της στάθμης των δεξαμενών, είτε τέλος χειροκίνητα με απόφαση του χειριστή συστήματος.

Το σύστημα SCADA εστιάζει στη λήψη δεδομένων, τη μεταφορά τους στην κεντρική μονάδα, καθώς και τον έλεγχο των δεδομένων αυτών, την επεξεργασία του και τέλος την παρουσίαση

των δεδομένων αυτών σε έναν αριθμό χρηστών. Κάθε τέτοιο σύστημα αποτελείται από (Adams, 2004):

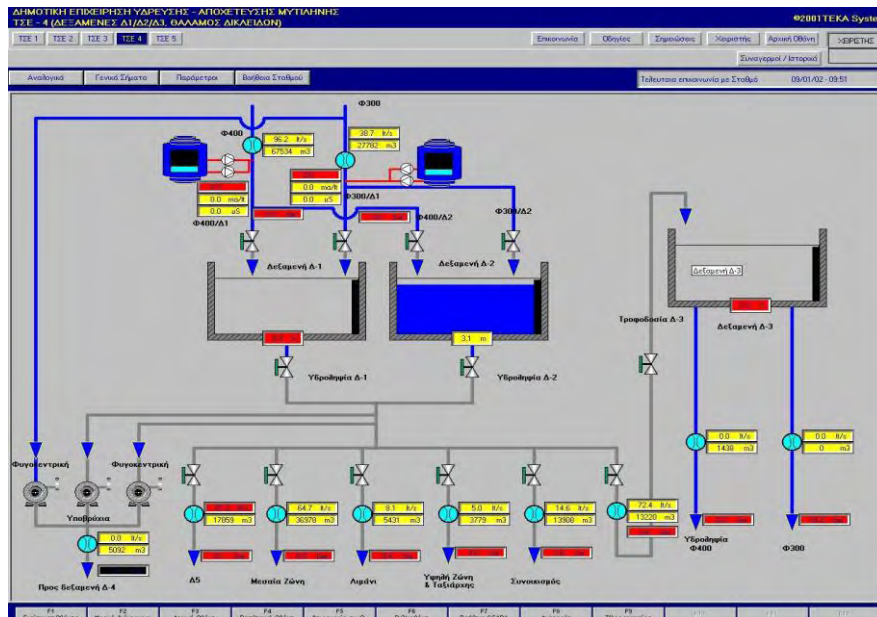
- **Τα όργανα πεδίου (Field Instrumentation)**, όπου αναφέρονται στους ενεργοποιητές και τους αισθητήρες που είναι άμεσα συνδεδεμένοι σε διάφορα τμήματα του εξοπλισμού.
- **Τον απομακρυσμένο σταθμό (Remote Station)**, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο χώρο εξοπλισμού ή της μονάδας παραγωγής και ελέγχεται από την κεντρική μονάδα υπολογιστή.
- **Το δίκτυο επικοινωνίας (Communication Network)**, το οποίο αποτελεί το μέσο μετάδοσης των πληροφοριών από το ένα μέρος στο άλλο, μέσω τηλεφωνικής γραμμής ή καλωδίων.
- **Τον κεντρικό σταθμό παρακολούθησης (Central Monitoring Station- CMS)**, ο οποίος αναφέρεται στην τοποθεσία που βρίσκεται εγκατεστημένος ο κεντρικός υπολογιστής του συστήματος SCADA, σκοπό την εποπτεία, τον κεντρικό έλεγχο, την αποθήκευση, την επεξεργασία και την διαχείριση των στοιχείων των εγκαταστάσεων του δικτύου ύδρευσης.

Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των λειτουργιών διάφορων εξαρτημάτων του δικτύου αλλά και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Στην Εικόνα 5-9 αποτυπώνεται ένα τέτοιο σύστημα.



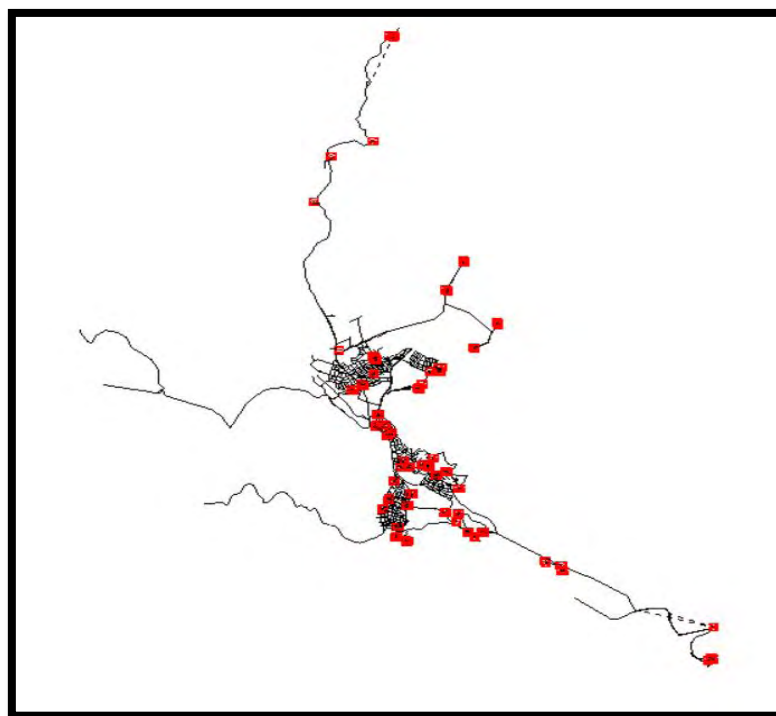
Εικόνα 27: Παράδειγμα συστήματος παρακολούθησης SCADA (Adams, 2004)

Μέσω της οθόνη τους κεντρικού υπολογιστή τέτοιων συστημάτων ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται κάθε δευτερόλεπτο για την κατάσταση για παράδειγμα των δεξαμενών και τις εγκαταστάσεις των αντλιών. Στη Εικόνα 5-10 παρουσιάζεται η οθόνη προγράμματος παρακολούθησης SCADA.



Εικόνα 28: Οθόνη παρακολούθησης προγράμματος SCADA (Δ.Ε.Υ.Α Λέσβου, 2019)

Η Δ.Ε.Υ.Α Ηγουμενίτσας έχει προχωρήσει στην εγκατάσταση 176 συσκευών SCADA σε διάφορα κρίσιμα σημεία του δικτύου για να έχει την πλήρη εποπτεία του. Τα σημεία εγκατάστασης στο δίκτυο φαίνονται στην Εικόνα 5-11.



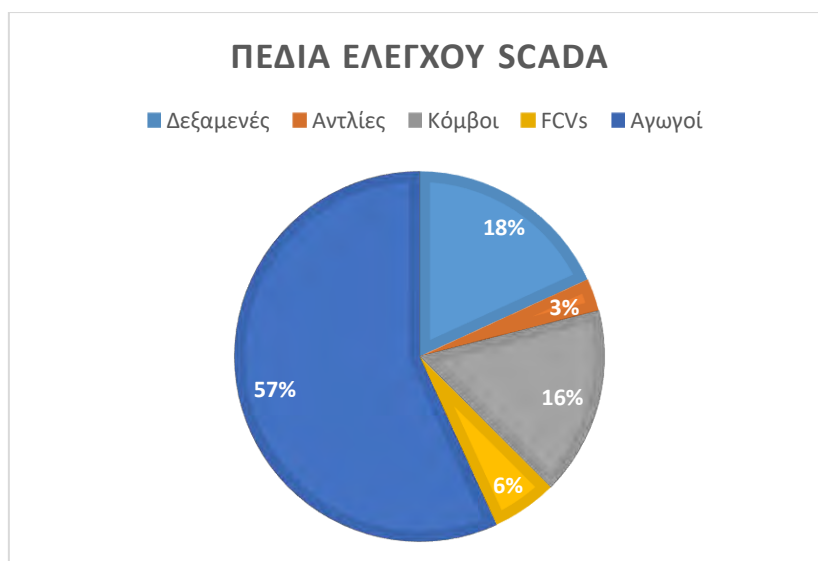
Εικόνα 29: Σημεία εγκατάστασης συσκευών SCADA στο δίκτυο ύδρευσης

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι συσκευές SCADA που παρακολουθούν δεξαμενές, καθώς και η συγκεκριμένη λειτουργία τους (Επίπεδο, Συγκέντρωση).

Πίνακας 20: Συσσκευές παρακολούθησης δεξαμενών SCADA και το πεδίο εξέτασης

Label	Target Element	Target Element Type	Field
L-1_19	T-14 (TSE19)	Tank	Level
C-1_19	T-14 (TSE19)	Tank	Concentration
L-1_20	T-8 (TSE20)	Tank	Level
C-1_20	T-8 (TSE20)	Tank	Concentration
L-1_14	T-6 (TSE14)	Tank	Level
C-1_14	T-6 (TSE14)	Tank	Concentration
C-1_31	T-13 (TSE31)	Tank	Concentration
L-1_31	T-13 (TSE31)	Tank	Level
L-1_30	T-18 (TSE30)	Tank	Level
L-1_35	T-15 (TSE35)	Tank	Level
C-1_35	T-15 (TSE35)	Tank	Concentration
L-1_34	T-19 (TSE34)	Tank	Level
L-1_26	T-12 (TSE26)	Tank	Level
C-1_26	T-12 (TSE26)	Tank	Concentration
L-1_21	T-9 (TSE21)	Tank	Level
C-1_21	T-9 (TSE21)	Tank	Concentration
L-1_25	T-11 (TSE25)	Tank	Level
C-1_25	T-11 (TSE25)	Tank	Concentration
L-1_24	T-10 (TSE24)	Tank	Level
C-1_24	T-10 (TSE24)	Tank	Concentration
L-1_12	T-4 (TSE12)	Tank	Level
C-1_12	T-4 (TSE12)	Tank	Concentration
L-1_13	T-5 (TSE13)	Tank	Level
C-1_13	T-5 (TSE13)	Tank	Concentration
C-1_18	T-7 (TSE18)	Tank	Concentration
L-1_18	T-7 (TSE18)	Tank	Level
L-1_01	T-17 (TSE1)	Tank	Level
L-1_08	T-3 (TSE8)	Tank	Level
C-1_08	T-3 (TSE8)	Tank	Concentration
C-1_06	T-2 (TSE6)	Tank	Concentration
L-1_06	T-2 (TSE6)	Tank	Level
L-1_05	T-20 (TSE5)	Tank	Level

Πιο συγκεκριμένα 32 συσκευές παρακολουθούν δεξαμενές (Συγκεντρώσεις ή Επίπεδο Στάθμης), 5 συσκευές παρακολουθούν τη λειτουργία των αντλιών (Πιέσεις), 29 συσκευές καταγράφουν πιέσεις ή συγκεντρώσεις σε κόμβους, 10 συσκευές καταγράφουν τη λειτουργία βαλβιδών τύπου FCV και 100 συσκευές ελέγχουν χαρακτηριστικά ροής σε αγωγούς. Παρακάτω φαίνεται το διάγραμμα σε ποσοστά.



Διάγραμμα 7: Πεδία ελέγχου συσκευών SCADA στο δίκτυο

Επίσης, για την καλύτερη εποπτεία του δικτύου ο Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ προχώρησε στην εγκατάσταση 19 Σταθμών Εσωτερικού Δικτύου (Σ.Ε.Δ) και Τοπικών Σταθμών Ελέγχου (Τ.Σ.Ε) που βρίσκονται διάσπαρτοι στην ευρύτερη περιοχή του δικτύου (πηγές, αντλιοστάσια, δεξαμενές, γεωτρήσεις κλπ.) και είναι συνδεδεμένοι με το όλο σύστημα. Η θέσεις των Σ.Ε.Δ διακρίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 30: Θέσεις Σταθμών Εσωτερικού Δικτύου (Σ.Ε.Δ)

Τα οφέλη από τη λειτουργία συστημάτων SCADA στο δίκτυο ύδρευσης της Ηγουμενίτσας είναι αρκετά και συνοψίζονται στα εξής (Adams, 2004):

- Αύξηση της ασφάλειας των εργαζομένων και του εξοπλισμού μέσω των προκαθορισμένων διαδικασιών που διαχειρίζεται το σύστημα SCADA.
- Το μηχανολογικό κόστος, ο χρόνος και οι αστοχίες μειώνονται μέσω της εύκολης πρόσβασης σε όλες τις τοποθετημένες συσκευές στο δίκτυο. Έτσι τα έξοδα συντήρησης μειώνονται.
- Η ποιότητα του νερού αυξάνεται μέσω της συνεχούς του παρακολούθησης στο δίκτυο και τις δεξαμενές.
- Έλεγχος διαρροών και πρόληψη σφαλμάτων πριν καν εμφανιστούν.
- Πιο αποτελεσματική διαχείριση των παραμέτρων του δικτύου και ολοκληρωμένη επισκόπηση των λειτουργιών.

- Χρήσιμη συλλογή δεδομένων και στατιστικών στοιχείων μέσω της ενσωμάτωσης του SCADA με πακέτου ιστορικού.
- Ορθότερη τιμολογιακή πολιτική μέσω της καλύτερης ολοκληρωμένης διαχείρισης.

Συμπερασματικά, τα συστήματα SCADA αποτελούν ένα σπουδαίο εργαλείο για την αποτελεσματικότερη διαχείριση και έλεγχο του δικτύου. Συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στην ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων, στη λειτουργία του δικτύου, στην ασφάλεια, στην αύξηση των κερδών της εταιρείας, στον ποιοτικό έλεγχο και αποτελούν μια σπουδαία λύση. Επίσης, συμβαδίζουν με τα αυστηρά νομικά πλαίσια και η Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ εναρμονίζεται σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα, ακολουθώντας τις αρχές της Οδηγίας-Πλαισίου.

5.2.8 Αυτοματοποιημένοι Μετρητές Δικτύου (AMR)

Αυτοματοποιημένη ανάγνωση μετρητών, ή Automated Meter Reading (AMR), είναι η τεχνολογία της αυτόματης συλλογής δεδομένων κατανάλωσης καθώς και λοιπών πληροφοριακών στοιχείων από μετρητές νερού ή συσκευές μέτρησης ενέργειας (φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα) και η μεταφορά των δεδομένων αυτών σε μια κεντρική βάση για την τιμολόγηση, την αντιμετώπιση προβλημάτων και την ανάλυση των καταγεγραμμένων στοιχείων.

Αρχικά, οι μετρητές τύπου AMR εμφανίστηκαν για την πλήρη εξάλειψη των χειροποίητων μετρητών και την καλύτερη ποιότητα δεδομένων. Επίσης, μια από τις κύριες αιτίες εμφάνισης τους ήταν για την όσο το δυνατό καλύτερη αποτύπωση του προφίλ ενέργειας-νερού έτσι ώστε να εξλειφθούν οι απώλειες και να δημιουργηθούν πιο στοχευμένα έργα εξοικονόμησης. Τέλος, τα συστήματα αυτοματοποιημένης ανάγνωσης βοηθούν στη βελτίωση της νομοθετικής συμμόρφωσης αλλά και στη επικύρωση λογαριασμών και επαναφορτίσεων.

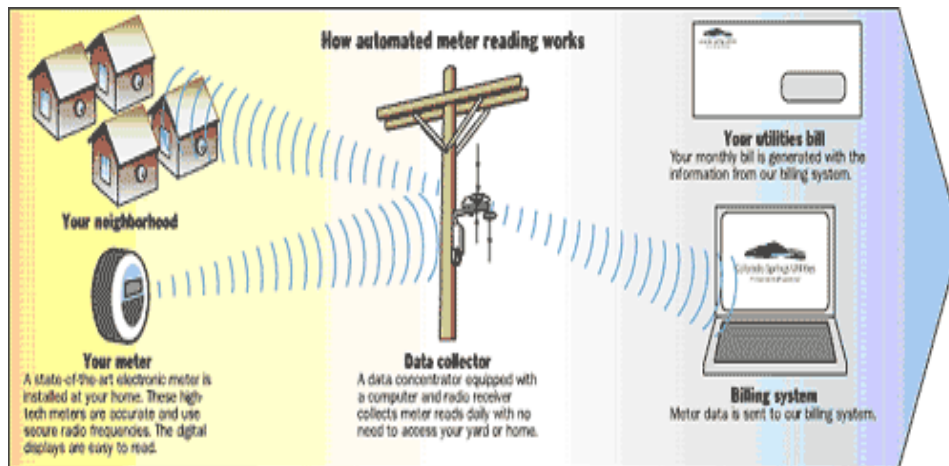
Για την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής απαιτούνται μετρητές, η παραγωγή και η σύλληψη ψηφιακού σήματος και η γενικότερη επικοινωνία των μετρητών με το υπόλοιπο σύστημα (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015),. Ειδικότερα:

Μετρητής μπορεί να είναι οποιαδήποτε συσκευή διαθέτει κατάλληλη τεχνολογία για εισαγωγή σε σύστημα AMR.

Η παραγωγή και η σύλληψη του ψηφιακού σήματος που τελικά καθορίζει την μετρούμενη τιμή, γίνεται μέσω ειδικής συσκευής, ενεργειακά αυτόνομης, η οποία προσαρμόζεται εξωτερικά επί του υδρομετρητή ή μπορεί να βρίσκεται εξ αρχής ενσωματωμένη σε αυτόν. Η συσκευή αυτή συνήθως ονομάζεται «παλμοδοτική διάταξη ή παλμοδότης»

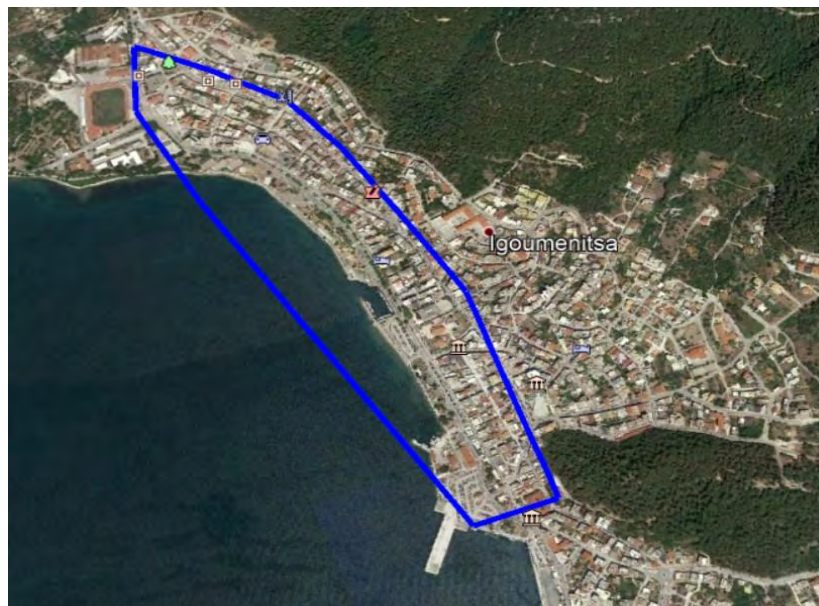
Επικοινωνία υδρομετρητών με το υπόλοιπο σύστημα: Κάθε αισθητήριο-υδρομετρητής θεωρείται ότι έχει ενταχθεί σε ένα σύστημα AMR από την στιγμή που μπορεί να αποστείλει τα δεδομένα των μετρήσεων του απομακρυσμένα σε ένα άλλο σύστημα λήψης των δεδομένων

Στην Εικόνα 5-13 φαίνεται πως ένα σύστημα AMR λειτουργεί.



Εικόνα 31: Λειτουργία συστήματος AMR (Barat et al. 2014)

Η Δ.Ε.Υ.Α. Ηγουμενίτσας προχώρησε στην εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων. Η περιοχή εγκατάστασης βρίσκεται στο κέντρο της πόλης της Ηγουμενίτσας και φαίνεται στην Εικόνα 5-14.



Εικόνα 32: Περιοχή εγκατάστασης Αυτοματοποιημένων Μετρητών (AMR).

Τα οφέλη συνεπώς από τη χρήση τέτοιων συστημάτων στο δίκτυο είναι πολλαπλά και συνοψίζονται ως εξής (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2015):

- Σίγουρη και διασφαλισμένη αύξηση των εσόδων της επιχείρησης συγκριτικά με τη μη αυτοματοποιημένη λήψη μετρήσεων, για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Αύξηση ρυθμού χρηματορροών με δυνατότητα άμεσης τιμολόγησης σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα.
- Δικαιότερη τιμολόγηση και χρέωση των καταναλωτών.
- Αποφυγή σφαλμάτων χρεώσεων που δημιουργούν παράπονα από τους καταναλωτές.

- Αποφυγή όχλησης των καταναλωτών για τη λήψη των ενδείξεων και μάλιστα σε τακτική βάση.
- Δυνατότητα καλύτερης συνολικά διαχείρισης του πόσιμου νερού (δημιουργία προφίλ κατανάλωσης ανά διαμέρισμα, ημέρα, περίοδο, περιοχή κλπ.).
- Δυνατότητα λήψης αποφάσεων, βάσει ασφαλών και πραγματικών στοιχείων, και όχι με «εκτιμήσεις».
- Μείωση χρόνου συλλογής δεδομένων μετρήσεων και ελαχιστοποίησης κόστους ανθρώπινου δυναμικού.
- Ανίχνευση εσωτερικών διαρροών στα δίκτυα των καταναλωτών.
- Σημαντική αναβάθμιση παροχής υπηρεσίας στους καταναλωτές από τους φορείς διαχείρισης και βελτίωση των μεταξύ τους σχέσεων εμπιστοσύνης.
- Δυνατότητα εφαρμογής διαφοροποιημένης τιμολογιακής πολιτικής (χρονικά, ποσοτικά κ.λπ.).
- Εύκολη μετάβαση στοιχείων τιμολόγησης σε αλλαγές χρήσης ή ιδιοκτητών κατοικιών.
- Δυνατότητα επέκτασης επιχειρηματικής δραστηριότητας της επιχείρησης χρησιμοποιώντας την ίδια πλατφόρμα μεταφοράς δεδομένων π.χ. ενέργεια, αέριο.
- Δυνατότητα συνδυασμού του συστήματος αυτόματης καταμέτρησης με συνεχή παρακολούθηση των διαρροών, εντάσσοντας στην ίδια πλατφόρμα επικοινωνίας, σταθμούς ανίχνευσης διαρροών (καταγραφικά θορύβου).

Το κύριο μειονέκτημα των αυτοματοποιημένων μετρητών είναι το κομμάτι του κόστους. Το κεφάλαιο της αρχικής επένδυσης αλλά και του κόστους συντήρησης είναι μεγάλο. Επίσης, αναγκαία κρίνεται η εποπτεία κατά την εγκατάσταση του συστήματος. Τέλος, ένα ακόμη πρόβλημα αποτελούν τα προσωπικά δεδομένα και οι καταγεγραμμένες πληροφορίες που είναι στοιχεία συμπεριφοράς των ανθρώπων.

Συμπερασματικά, τα συστήματα αυτά αποτελούν μια σοβαρή και ολοκληρωμένη λύση για τη μείωση των φαινόμενων απωλειών, την σωστή-δίκαιη τιμολόγηση των πολιτών, την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων και τη γενικότερη οικονομία νερού και ενέργειας. Επίσης, με τη χρήση τους η αρμόδια υπηρεσία συμμορφώνεται στα πλαίσια της κείμενης νομοθεσίας.

5.2.9 Ποιότητα Νερού Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ

Η Δ.Ε.Υ.Α. Ηγουμενίτσας ασκεί τακτικά μέτρηση υπολειμματικού χλωρίου στις βρύσες των καταναλωτών, χλωριώνοντας το δίκτυο με αυτόματους χλωριωτές. Πραγματοποιεί μικροβιολογικές αναλύσεις δειγμάτων νερού σε τουλάχιστον 8 σημεία δειγματοληψίας στην πόλη της Ηγουμενίτσας, όσο και στα Δημοτικά Διαμερίσματα μια φορά το μήνα. Επίσης σε

ετήσια βάση γίνονται χημικές αναλύσεις από τις πηγές, τις γεωτρήσεις, τα αντλιοστάσια και τις δεξαμενές του Δήμου Ηγουμενίτσας. Τέλος, μέσω των εκσυγχρονισμένων συστημάτων που αναλύθηκαν παραπάνω γίνεται η άμεση παρακολούθησή του.

Τα δείγματα εξετάζονται από το Εργαστήριο του Τμήματος της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων που είναι το μοναδικό επίσημο και διαπιστευμένο από το κράτος εργαστήριο στην Ήπειρο. Από τις μετρήσεις προκύπτει ότι το νερό του δικτύου κρίνεται κατάλληλο για είναι πόσιμο σύμφωνα με την Υγειονομική Διάταξη Γ1(δ)/ΓΠ οικ.67322 (ΦΕΚ 3282 'Β 19/9/2017) περί ποιότητας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με τη Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787 (L260, 7.10.2015). Τα αποτελέσματα της ποιοτικής παρακολούθησης δημοσιεύονται στην επίσημη ιστοσελίδα της υπηρεσίας, όπως άλλωστε διατάζει και η νομοθεσία. Ένα ενδεικτικό πιστοποιητικό μικροβιολογικής εξέτασης από μια δεξαμενή του δικτύου φαίνεται στην Εικόνα 5-15 όπως έχει δημοσιευθεί.

ΕΚΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ	E-15-1	
Συντάχθηκε από: Νοσοφρ. Λάμπος Αναθεωρήθηκε από: Παπαδωύτης Θ. Εγκρίθηκε από: Τουλιδής Κ., Επιστημονικός Υπεύθυνος	Έκδοση αναθεώρησης: 7 Ημ/νία έκδοσης αναθεώρησης: 27/02/19	Δοκιμές Αρ. Πρωτ. 919-2
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ Σχολή Επιστημών Υγείας Τμήμα Ιατρικής Εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας Μον. Υγιεινής Νεράν και Τροφίμων Τηλ./Φακ: (+30)2651007604/2651007853		HELLENIC REPUBLIC UNIVERSITY OF IOANNINA School of Health Sciences Faculty of Medicine Laboratory of Hygiene and Epidemiology Department of Water and Food Hygiene Tel./Fax: (+30)2651007604/2651007853

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ **ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ**

ΦΟΡΕΑΣ: ΔΕΥΑ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	
Αρ. Πρωτ. Παραγγελίας: Δ203/2019	
Αρ. δείγματος: -	
Προέλευση δείγματος: ΝΕΑ ΣΕΛΕΥΚΕΙΑ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ	
Περιγραφή δείγματος: ΔΕΞΑΜΕΝΗ – ΒΡΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	
Ημ/νία δειγ/νίας: 19/02/2019	
Ημ/νία παραλαβής: 19/02/2019	Ώρα: 17:00
Ημ/νία διεξ/γής αναλύσεων: Από: 19/02/2019	Έως: 22/02/2019
Ημ/νία έκδοσης: 25/02/2019	
Λιαδικασία δειγματοληψίας: ΔΕΥΑ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	
Κατάσταση παραλαβής δείγματος: ΚΑΛΗ	Θερμοκρασία παραλαβής: 7 °C

Όροι χρήσης: Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αντιστοιχούν στα παραπάνω δείγματα. Δεν επιτρέπεται η αποσπασματική χρήση ή αναπαραγωγή των μικροβιολογικών εκθέσεων μερικώς ή ολόκληρες χωρίς τη γραπτή έκθεση του Εργαστηρίου Υγιεινής και Επιδημιολογίας

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ Σελ. 1/2

Εικόνα 33: Πιστοποιητικό μικροβιολογικής εξέτασης δεξαμενής δικτύου

Όποτε διαπιστωθεί οποιαδήποτε μόλυνση στο δίκτυο υπάρχει άμεση επέμβαση για ρύθμιση της χλωρίωσης και επανέλεγχος του δείγματος.

5.2.10 Μοντέλο υδραυλικής προσομοίωσης σε WaterGEMS

Από την αρμόδια υπηρεσία παραχωρήθηκε το μοντέλο υδραυλικής προσομοίωσης της περιοχής. Τα στοιχεία του δικτύου εισήχθησαν στο λογισμικό του WaterGEMS με κάθε λεπτομέρεια όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, όπως για παράδειγμα διαστάσεις, ακριβή τοποθεσία, τραχύτητα αγωγών, υλικό, διάμετρο, δεξαμενές, βάνες, αντλίες κλπ.

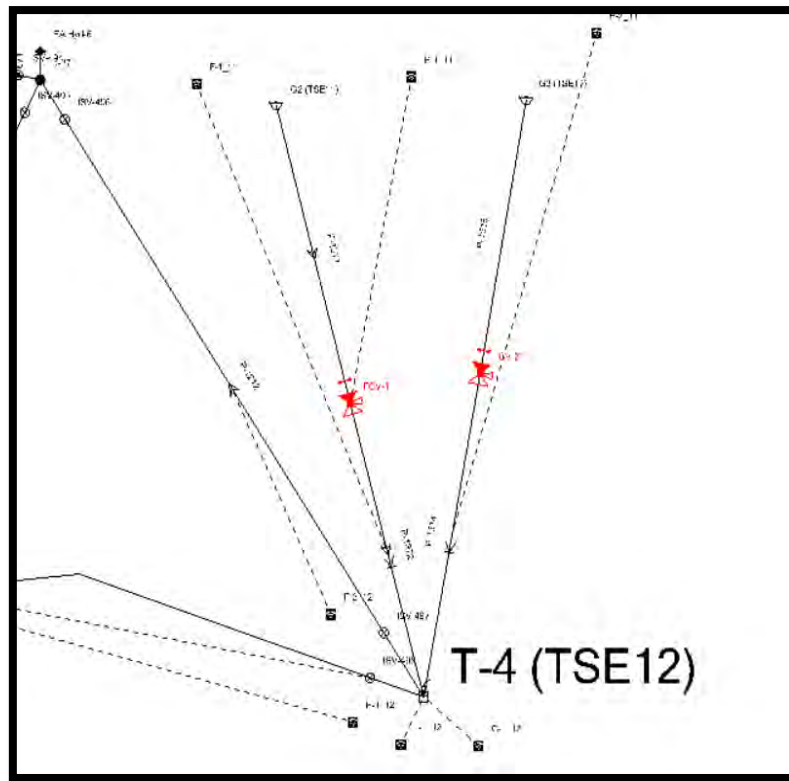
Με ένα γρήγορο report του προγράμματος έγινε εξαγωγή των παραμέτρων της προσομοίωσης. Στο μοντέλο προσομοίωσης υπάρχουν 1420 αγωγοί, 893 κόμβοι, 20 δεξαμενές, 18 Reservoirs, 498 βαλβίδες απομόνωσης και άλλα εξαρτήματα όπως φαίνονται στον Πίνακα 5-6.

Πίνακας 21: Αναλυτικός πίνακας χαρακτηριστικών του υδραυλικού μοντέλου

Network Inventory			
Pipes	1420	-Standard Extended	0
Junctions	893	-Constant Speed - No Pump Curve	5
Hydrants	62	-Constant Speed - Pump Curve	1
Tanks	20	-Shut Down After Time Delay	0
-Circular	0	-Variable Speed/Torque	0
-Non-Circular	20	-Pump Start - Variable Speed/Torque	0
-Variable Area	0	Pump Stations	0
Reservoirs	18	Variable Speed Pump Batteries	0
Customer Meters	0	PRV's	0
SCADA Elements	176	PSV's	0
Pumps	6	PBV's	2
-Constant Power	0	FCV's	17
-Custom Extended	0	TCV's	0
-Design Point (1 Point)	6	GPV's	0
-Multiple Point	0	Isolation Valves	498
-Standard (3 Point)	0	Spot Elevations	0
Transient Network Inventory			
Turbines	0	Check Valves	0
Periodic Head-Flows	0	Rupture Disks	0
Air Valves	5	Discharges to Atmosphere	2
-Double Acting	5	Orifice	2
-Slow Closing	0	Rating Curve	0
-Triple Acting	0	Valve	0
-Vacuum Breaker	0	Orifices Between Pipes	0
Hydropneumatic Tanks	0	Valves With Linear Area Change	0
Surge Valves	0	Surge Tanks	0

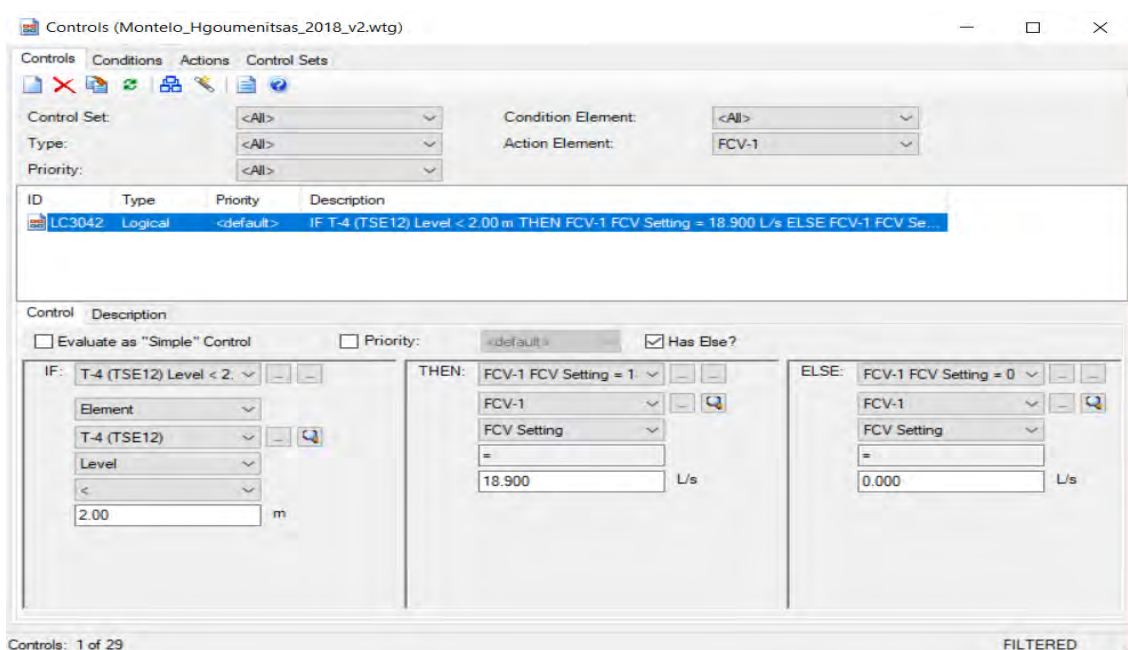
Από τον τεράστιο όγκο δεδομένων γίνεται αντιληπτό ότι είναι αδύνατη η αναλυτική περιγραφή της λειτουργίας κάθε εξαρτήματος αλλά και ολόκληρου του δικτύου. Ωστόσο αναγκαία κρίνεται η επεξήγηση των παρακάτω παραμέτρων:

- Οι 18 ταμειυτήρες είναι στην πραγματικότητα η προσομοίωση των γεωτρήσεων εκτός από τους ταμειυτήρες με ετικέτα 1013, 1024 και 1027 που είναι πηγές.
- Οι 17 βαλβίδες ελέγχου ροής (FCVs) είναι τοποθετημένες μετά από τις γεωτρήσεις. Στην πραγματικότητα εκεί υπάρχουν δικλείδες, αντεπίστροφα ή και άλλες διατάξεις. Έχουν σημειωθεί ως βαλβίδες ελέγχου ροής καθώς οι γεωτρήσεις δεν λειτουργούν επί εικοσιτετράωρου βάσεως, αλλά με έλεγχο στάθμης των δεξαμενών που τροφοδοτούν. Για να μπορέσει να μοντελοποιηθεί το δίκτυο σημειώθηκαν ως IF CONTROLS. Για να γίνουν κατανοητά τα παραπάνω αξίζει να παρακολουθήσει κάποιος το παράδειγμα μιας διάταξης του δικτύου (Εικόνα 5-16)



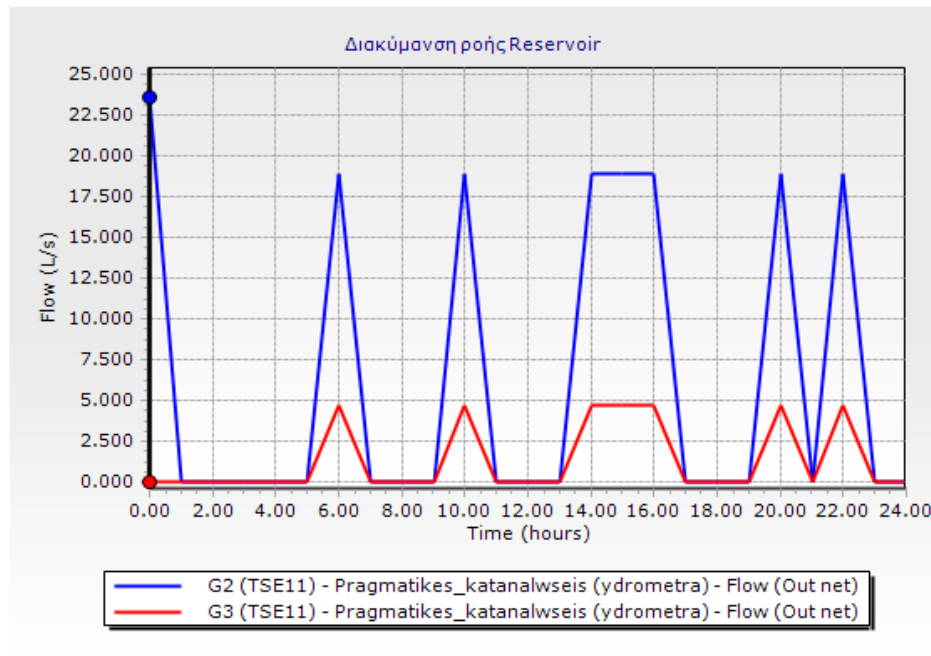
Εικόνα 34: Διάταξη reservoir στο μοντέλο

Σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη της Εικόνας 5-16 οι 2 πηγές G2 (TSE11) και G3 (TSE11) τροφοδοτούν την δεξαμενή T-4 (TSE12). Ακριβώς μετά τις πηγές έχουν τοποθετηθεί 2 συσκευές τύπου FCV (Flow Control Valve) με initial status FCV-1: 23.6 l/s και FCV-21: 0 l/s. Για να γίνει η όσο το δυνατό καλύτερη προσομοίωση της πραγματικής κατάστασης του δικτύου οι FCVs μέσω της εφαρμογής Operational- Control του WaterGEMS, έχουν ρυθμιστεί να λειτουργούν με βάση το επίπεδο στάθμης της δεξαμενής T-4 (TSE12) όπως φαίνεται στην Εικόνα 5-17.



Εικόνα 35: Operational Control τυχαίας δεξαμενής στο μοντέλο

Δηλαδή με απλές συνθήκες δίνεται η εντολή πως αν μειωθεί η στάθμη της δεξαμενής κάτω από 2 μέτρα τότε αυτομάτως η λειτουργία της FCV-1 να πέσει στα 18.9 l/s αλλιώς να είναι μόνιμα στα 0 l/s. Ομοίως η FCV-21 έχει ρυθμιστεί να έχει ροή 4.7 l/s για επίπεδο στάθμης κάτω από 2 μέτρα και 0 l/s σε διαφορετική περίπτωση. Οι 24ωρη διακύμανση της ροής των 2 reservoir του παραδείγματος φαίνεται στο Διάγραμμα 5-5.



Διάγραμμα 8: 24ωρη διακύμανση ροής reservoir

Με παρόμοιο τρόπο έχουν ρυθμιστεί και οι αντλίες του συστήματος για την τροφοδοσία δεξαμενών αλλά και η λειτουργία ορισμένων αγωγών.

- Οι 20 δεξαμενές είναι πραγματικές δεξαμενές που τροφοδοτούν εσωτερικά δίκτυα, εκτός από τις καταχωρήσεις 1048, 1049, 1050 που αντιστοιχούν σε T-18 (TSE30), T-19 (TSE34) και T-20 (TSE5), οι οποίες αφορούν δεξαμενές που δεν τροφοδοτούν εσωτερικά δίκτυα αλλά εμπεριέχουν υποβρύχιες αντλίες που τροφοδοτούν άλλες δεξαμενές σε υψηλότερα σημεία.
- Και οι έξι αντλίες είναι εντός δεξαμενών και τροφοδοτούν άλλες δεξαμενές (όπως αναφέρθηκε και παραπάνω).
- Οι καταναλώσεις των κόμβων αναφέρονται στο 2016.

5.3 ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Όπως αναφέρθηκε και στο 3^ο Κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας μετά από τη δημιουργία ενός υδραυλικού μοντέλου προσομοίωσης αναγκαία είναι η βαθμονόμηση και η επαλήθευσή του, δηλαδή κατά πόσο η προσομοιωμένη κατάσταση ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Το μοντέλο πρέπει να προσαρμοστεί έτσι ώστε οι αποκλίσεις μεταξύ πραγματικότητας και προσομοιωμένων αποτελεσμάτων να είναι ελάχιστες. Εφόσον γίνει η επαλήθευσή του το επόμενο βήμα είναι το καλιμπράρισμά του, με βάση την βαθμονόμησή του. Η δημιουργία του μοντέλου πέρα από τα πολύπλοκα σενάρια και εξαρτήματα πρέπει να ικανοποιεί τους 2 βασικότερους στόχους της προσομοίωσης:

- ✓ Ρεαλιστική παρακολούθηση πιέσεων κόμβων.

- ✓ Ικανοποίηση της πραγματικής ζήτησης σε όλο το δίκτυο.

Αν οι παραπάνω βασικοί στόχοι δεν ικανοποιούνται τότε το αποτέλεσμα της προσομοίωσης δεν είναι το επιθυμητό και σημαντικές αλλαγές πρέπει να γίνουν έτσι ώστε να διορθωθεί. Έτσι ο αρμόδιος του μοντέλου θα πρέπει να προτρέξει στα 4 βασικά θεμέλια της προσομοίωσης όπως αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο δηλαδή την τοπολογία, την δομή δεδομένων, τους παραμέτρους του μοντέλου και τη βαθμονόμηση.

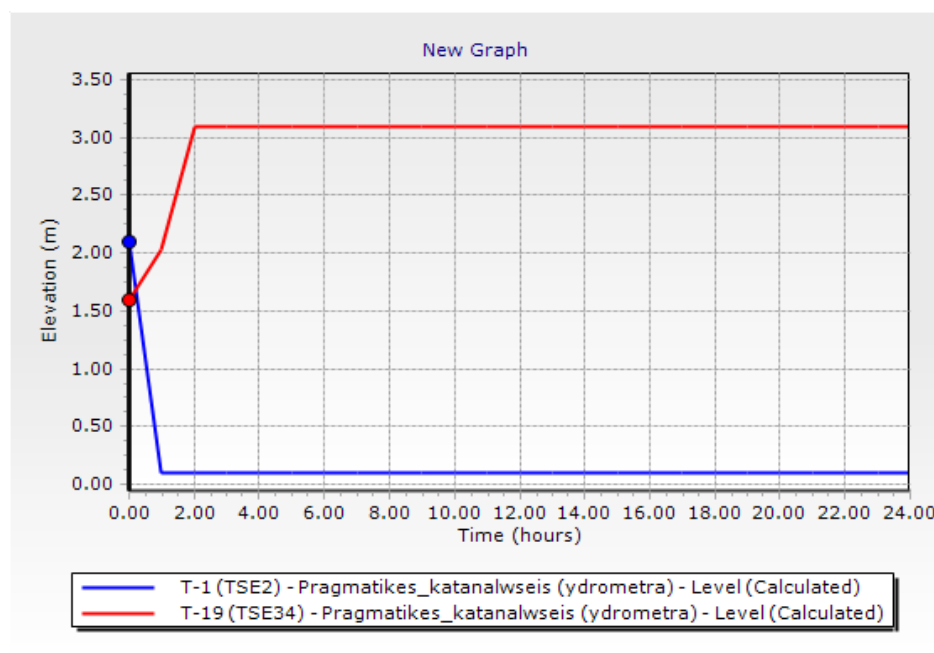
Παρά την πλήρη αποτύπωση του δικτύου στο πρόγραμμα τα σφάλματα που εμφανίστηκαν κατά το Compute με σενάριο τις πραγματικές καταναλώσεις για 24 ώρες ήταν πάνω από 1000 (Εικόνα 5-18).

Message Id	Scenario	Element Type	Element Id	Label	Time (hours)	Message
40022	Pragmatikes_katana...	Tank	2999	T-5 (TSE13)	23.000	Tank T-5 (TSE13) is full.
40022	Pragmatikes_katana...	Tank	2996	T-3 (TSE8)	23.000	Tank T-3 (TSE8) is full.
40016	Pragmatikes_katana...	Tank	2991	T-1 (TSE2)	23.000	Tank T-1 (TSE2) is empty.
40022	Pragmatikes_katana...	Tank	8829	T-19 (TSE34)	23.000	Tank T-19 (TSE34) is full.
40022	Pragmatikes_katana...	Tank	8816	T-18 (TSE30)	23.000	Tank T-18 (TSE30) is full.
34	Pragmatikes_katana...	(N/A)	-1	(N/A)	(N/A)	The maximum number of user notifications (1000) was reached.

Εικόνα 36: Σφάλματα μοντέλου κατά το compute

Πιο συγκεκριμένα στο πρόγραμμα εμφανίστηκαν σφάλματα που αφορούσαν:

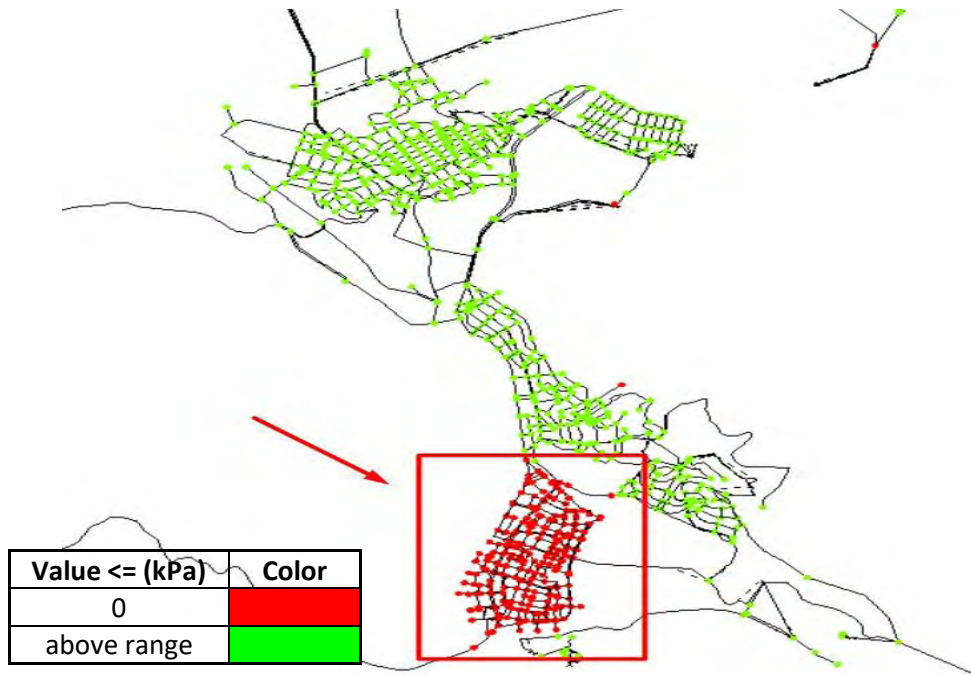
- Αντλίες που ξεπερνούσαν το μέγιστο σημείο λειτουργικότητας έτσι όπως είχε οριστεί από την καμπύλη λειτουργία τους.
- Δεξαμενές οι οποίες άδειαζαν μέσα στη πρώτη ώρα ή γέμιζαν αρκετά γρήγορα (Διάγραμμα 5-6).



Διάγραμμα 9: 24ωρη διακύμανση υψομέτρου στάθμης δεξαμενών

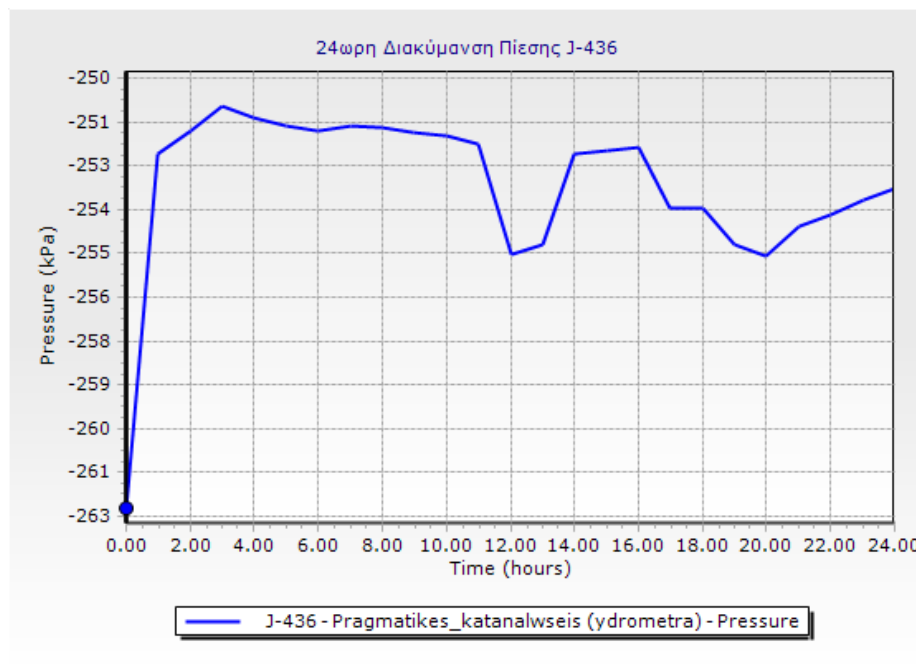
- Βαλβίδες οι οποίες δεν μπορούσαν να μεταφέρουν ροή.
- Αγωγούς που δεν ήταν σε θέση να μεταφέρουν ροή.
- Ζητήσεις σε κόμβους που δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν. Αυτό προκύπτει καθώς έχουν ρυθμιστεί ως κλειστές βαλβίδες απομόνωσης σε λάθος σημεία.

Το 80% το σφαλμάτων αφορούσε αρνητικές πιέσεις σε κόμβους. Στην Εικόνα 5-19 αποτυπώνονται οι κόμβοι του μοντέλου που εμφάνισαν αρνητικές πιέσεις.



Εικόνα 37: Κόμβοι του μοντέλου με αρνητική ή θετική πίεση

Όπως παρατηρείται οι αρνητικές πιέσεις του μοντέλου εντοπίζονται στην περιοχή του Λαδοχωρίου, γεγονός που φυσικά δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Στο Διάγραμμα 5-7 φαίνεται η 24ωρη διακύμανση κόμβου της περιοχής αρνητικών πιέσεων.



Διάγραμμα 10: 24ωρη διακύμανση πίεσης κόμβου Λαδοχωρίου

Οι κόμβοι της περιοχής έχουν την ίδια συμπεριφορά με τον κόμβο J-436.

Επίσης, κατά την μελέτη του μοντέλου που παραχωρήθηκε από την αρμόδια υπηρεσία εντοπίστηκαν δυσλειτουργίες όπως Reservoir που δεν είχαν εξαγωγή ροής, αρκετοί κλειστοί αγωγοί, σφάλματα στις συνθήκες IF CONTROL, αρκετές κλειστές βαλβίδες (Isolation Valves), σφάλματα από τα στοιχεία SCADA, αρκετά εξαρτήματα τα οποία απενεργοποιούνταν κατά τη διάρκεια και σενάρια τα οποία δεν ήταν σωστά δομημένα.

Πιο συγκεκριμένα για τις πηγές εισερχόμενου νερού στο δίκτυο (reservoir) έγινε η έρευνα εντοπισμού των πηγών εισόδου νερού στο πρόγραμμα και η αντιστοίχιση των γεωτρήσεων –πηγών με τα reservoir του WaterGEMS. Έτσι δημιουργήθηκαν οι παρακάτω πίνακες.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ:

Πίνακας 22: Αντιστοίχιση γεωτρήσεων με reservoir του μοντέλου και σφάλματα ροής

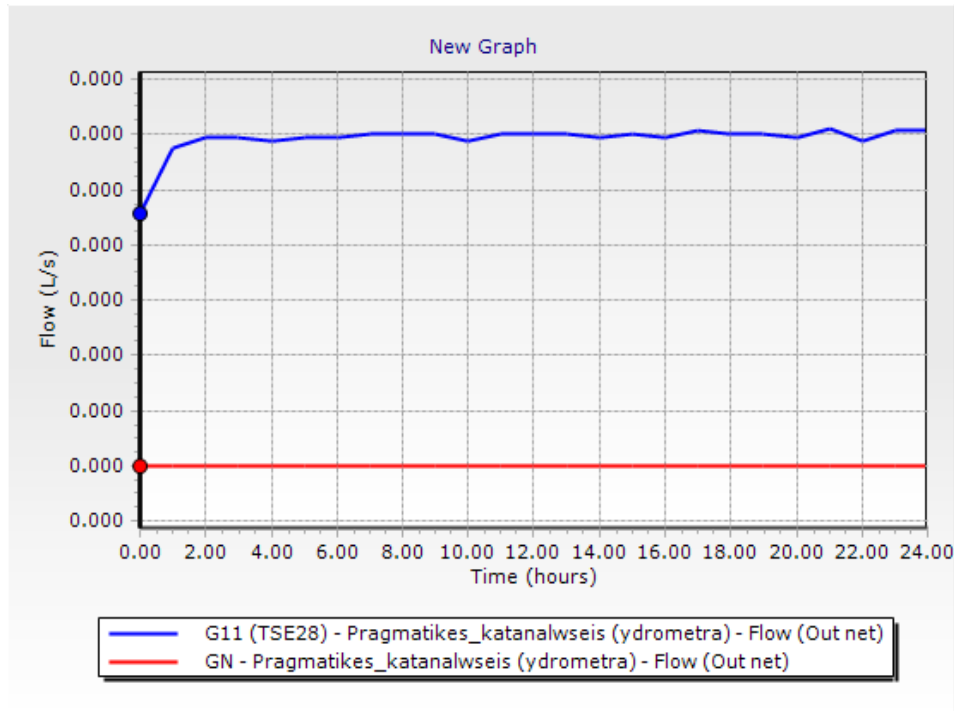
ΠΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ				
kml	WaterGEMS	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕ	CONTROLS	ERROR ΡΟΗΣ
ΤΣΕ 27	G10 (TSE27)	FCV-8	TANK T-12(TSE26)	-
ΤΣΕ 29	G12 (TSE29)	FCV-7	TANK T-12(TSE26)	-
ΤΣΕ 22	G8 (TSE22)	FCV-10	PIPE P-1366	-
ΤΣΕ 36	G13 (TSE36)	FCV-9	PIPE P-1338	-
ΤΣΕ 23	G9 (TSE23)	FCV-11	PIPE P-1380	-
ΤΣΕ 28	G11 (TSE28)	FCV-5	-	√
ΤΣΕ 15	G5 (TSE15)	FCV-3	PIPE P-1377	-
ΤΣΕ16	G6 (TSE16)	FCV-2	PIPE P-1384	-
ΤΣΕ 17	G7 (TSE17)	FCV-20	PIPE P-1505	-
ΤΣΕ 11	G2 (TSE11) & G3 (TSE11) (???)	FCV-21 & FCV-1	TANK T-4(TSE12)	-
ΤΣΕ 7	G1 (TSE7)	FCV-14	PIPE P-1351	-
ΤΣΕ 32	G14 (TSE32)	FCV-23	PIPE P-1519	-
ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ (ΕΙΝΑΙ ΔΙΠΛΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΣΕ 15 ΑΜΠΕΛΙΑ)	GN	ISV-422	-	√
	G4 (TSE14)	FCV-4	PIPE P-1369	-

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι στο WaterGEMS υπάρχουν 3 παραπάνω γεωτρήσεις από το αρχείο kml που παραχωρήθηκε από την αρμόδια υπηρεσία. Αναλυτικότερα:

- Η γεώτρηση ΤΣΕ 11 (ΑΜΠΕΛΙΑ) στο kml προσομοιώνεται με πηγές G2 & G3 στο WaterGEMS όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα.
- Οι γεωτρήσεις GN & G4 (TSE14) δεν υπάρχουν στο kml. Επίσης η μια (GN) δεν εμφανίζει ροή γιατί έχει κλειστή IV.

Οι FCV λειτουργούν βάσει της στάθμης δεξαμενών όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και με το αν κάποιοι αγωγοί είναι ανοιχτοί ή κλειστοί. Οι αγωγοί ανοίγουν και κλείνουν ανάλογα πάλι τις στάθμες των δεξαμενών. Ουσιαστικά οι βαλβίδες FCV λειτουργούν ανάλογα με τις δεξαμενές.

Τα σφάλματα ροής εμφανίστηκαν στην G11(TSE28) καθώς έχει Ονική FCV και στην GN που είναι κλειστή με IV (Διάγραμμα 5-8).



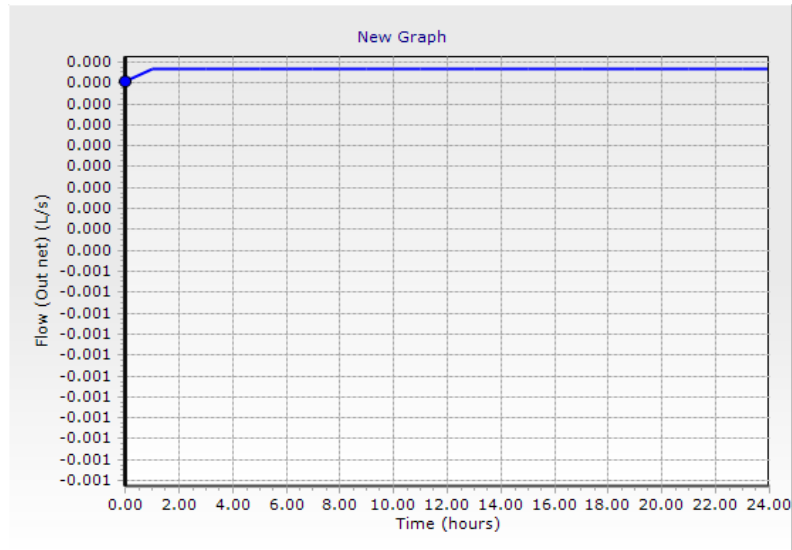
Διάγραμμα 11: 24ωρη διακύμανση εξαγωγής ροής reservoir G11 και GN

ΠΗΓΕΣ:

Πίνακας 23: Αντιστοίχιση πηγών με reservoir του μοντέλου και σφάλματα ροής

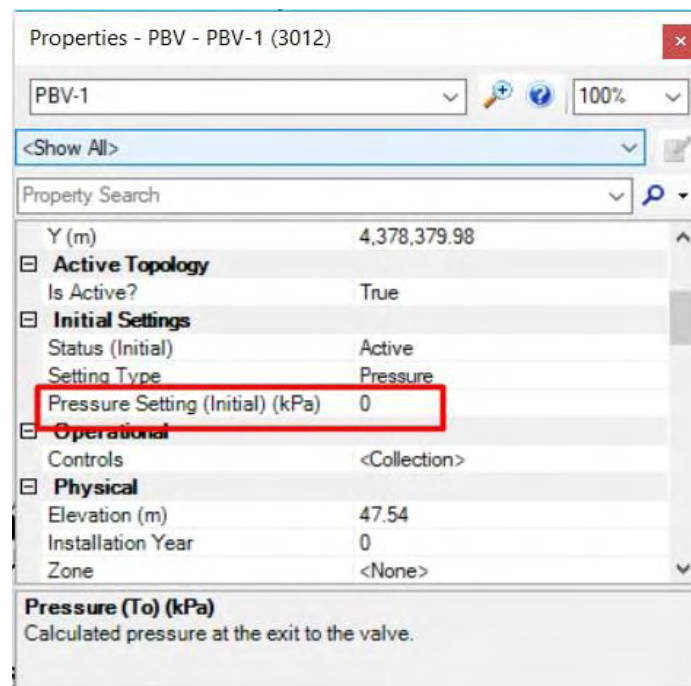
ΓΙΑ ΠΗΓΕΣ					
WaterGEMS		kml	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕ	CONTROLS	ERROR ΡΟΗΣ
ΣΚΕΦΑΡΗ	PHGES_SKEFARH1	-	FCV-12	PIPE P-1363	√
	PHGES_SKEFARH2	-	FCV-13	PIPE P-1376	-
ΣΑΡΑΤΙ	PHGH_SERATIOU (TSE33)	-	FCV-6	PIPE P-1358	-

Οι πηγές του δικτύου προσομοιώνονται με 3 reservoir. Δύο για τις πηγές Σκεφάρη και μια για την πηγή Σεράτι. Πρόβλημα εντοπίζεται στην ροή από την PHGH_SKEFARH1 (Διάγραμμα 5-9), καθώς λείπουν αρκετά στοιχεία από τα controls και από ότι φαίνεται έχει πολλά σφάλματα.



Διάγραμμα 12: 24ωρη διακύμανση εξαγωγής ροής PHGH_SKEFARH1

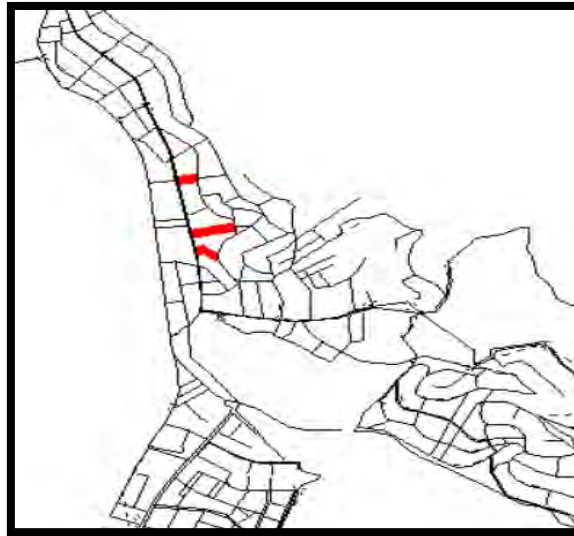
Επίσης στο μοντέλο του WaterGEMS που παραχωρήθηκε υπήρχαν 2 PBVs (Pressure Breaker Valves) οι οποίες τοποθετήθηκαν μέσω ενός layer "ΜΕΙΩΤΕΣ". Και οι δυο βαλβίδες τέτοιου τύπου έχουν λανθασμένη λειτουργία μέσα στο μοντέλο καθώς η μια είναι απολύτως άχρηστη διότι έχει Ονική (Εικόνα 5-20) μείωση πίεσης και η άλλη εμφανίζει αρνητική πίεση. Επομένως, η προσομοίωση της αντίστοιχης συσκευής μειωτή του πραγματικού δικτύου ύδρευσης είναι άστοχη και εμφανίζει σφάλματα κατά το compute του μοντέλου.



Εικόνα 38: Χαρακτηριστικά αρχικών ρυθμίσεων PBV του μοντέλου

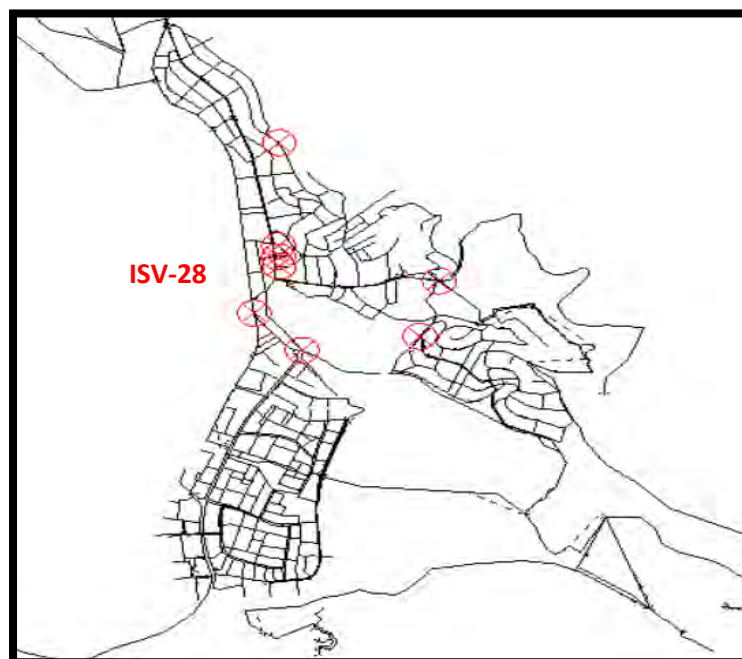
Από σκοπιά μοντελοποίησης, η PBV διαμορφώνει μια σταθερή απώλεια ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες πιέσεις και ροές. Θα μπορούσε να γίνει η χρήση μιας PRV για να προσομοιωθεί μια απώλεια που αλλάζει δυναμικά για να ικανοποιηθεί μια μέγιστη πίεση κατάντη (Bentley Communities, 2019). Σε κάθε περίπτωση η τοποθέτηση της συγκεκριμένης συσκευής στο πρόγραμμα είναι άστοχη.

Ακόμα, στο μοντέλο εντοπίστηκαν 3 αγωγοί που ήταν αρχικά κλειστοί, δηλαδή με κατάσταση "Initially Closed". Μετά από επικοινωνία με την αρμόδια υπηρεσία έγινε ενημέρωση πως ο υπεύθυνος της προσομοίωσης δεν ήταν σίγουρος για το αν οι συγκεκριμένοι αγωγοί ήταν λειτουργικοί και έτσι τους έθεσε αρχικά κλειστούς. Η ενέργεια αυτή δημιουργεί σφάλματα στο μοντέλο τα οποία έχουν να κάνουν με τη δημιουργία αρνητικών πιέσεων και τη μη ικανοποίηση ζητήσεων σε κόμβους. Με σχετικά μικρή επιφύλαξη οι συγκεκριμένοι αγωγοί μπορεί να τεθούν ανοιχτοί αλλά και πάλι δημιουργούνται ερωτηματικά για την όσο το δυνατό ορθότερη προσομοίωση της πραγματικότητας. Οι κλειστοί αγωγοί του υδραυλικού μοντέλου φαίνονται στην Εικόνα 5-21 με κόκκινο χρώμα.



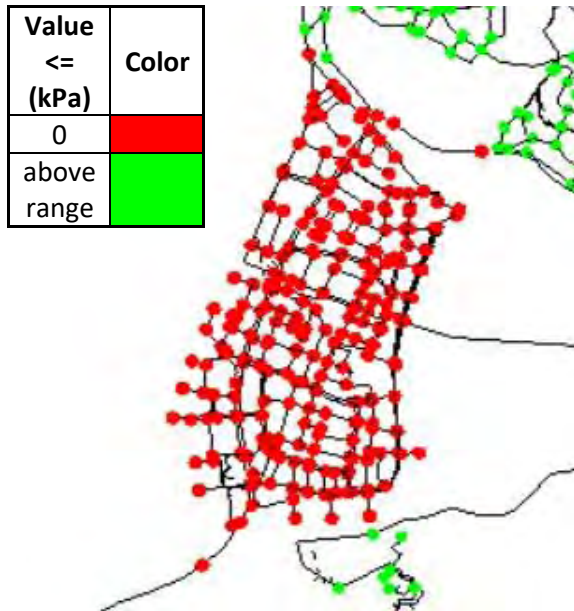
Εικόνα 39: Αρχικά κλειστοί αγωγοί του μοντέλου

Επιπλέον με την ίδια λογική ο υπεύθυνος προσομοίωσης έθεσε ως κλειστές 10 IVs (Isolation Valves) από τις 498. Στην Εικόνα 5-22 παρουσιάζονται οι IV που τέθηκαν αρχικά κλειστές.

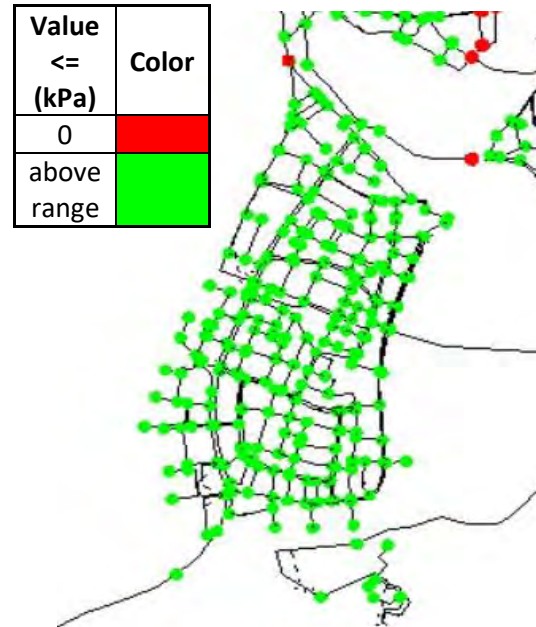


Εικόνα 40: Αρχικά κλειστές IV μοντέλου

Διαπιστώθηκε πως το κλείσιμο της ISV-28 είναι υπεύθυνο για την δημιουργία αρνητικών πιέσεων στην περιοχή του Λαδοχωρίου όπως παρουσιάστηκε στην αρχή της ενότητας. Ενδεικτική είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων πριν και μετά το άνοιγμα της βάνας για τις πιέσεις των κόμβων της περιοχής Εικόνες 5-23 και 5-24.



Εικόνα 42: Πιέσεις Λαδοχωρίου πριν το άνοιγμα της IV-28



Εικόνα 41: Πιέσεις Λαδοχωρίου μετά το άνοιγμα της IV-28

Μετά το άνοιγμα της βάνας οι πιέσεις της περιοχής Λαδοχωρίου επανήλθαν σε φυσιολογικά επίπεδα και σε μια πιο ρεαλιστική προσέγγιση της πραγματικής κατάστασης

Η εμφάνιση σφαλμάτων συνεχίζεται και είναι απόρροια προηγούμενων σφαλμάτων από την άστοχη προσομοίωση. Η λανθασμένη προσομοίωση της λειτουργίας των εξαρτημάτων και οι πηγές εισερχόμενου νερού στο μοντέλο είναι η βασική αιτία των περισσότερων σφαλμάτων. Επιπλέον, ο τεράστιος όγκος δεδομένων όπως για παράδειγμα τα συστήματα SCADA και οι άστοχες επιλογές του υπεύθυνου στην προσπάθειά του να καλύψει όσο το δυνατό το πραγματικό δίκτυο έχει οδηγήσει σε ένα μη λειτουργικό μοντέλο που χρήζει άμεσης διόρθωσης.

5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το δίκτυο της Ηγουμενίτσας είναι ένα προηγμένο δίκτυο και σε μεγάλο βαθμό εναρμονισμένο με τα σύγχρονα πρότυπα και θεσμικά πλαίσια. Διαθέτει αυτοματισμούς, συστήματα τηλεχειρισμού και νέες τεχνολογίες που κάνουν τη διαχείρισή του εύκολη και στοχεύουν στα νέα δεδομένα όπως η μείωση του μη ανταποδοτικού νερού, η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος, η σωστή τιμολόγηση αλλά και τα ποιοτικά πρότυπα όπως η εγκατάσταση αυτόματων χλωριωτών, η παρακολούθηση των δεικτών ποιότητας του νερού, η συνεχής δειγματοληψία καθώς και η άμεση ενημέρωση των πολιτών μέσω της σύγχρονης διαδικτυακή πλατφόρμας.

Το επίπεδο υλικού που παραχωρήθηκε κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητικό καθώς η αρμόδια υπηρεσία διέθετε την πλήρη και ακριβή χαρτογράφηση του δικτύου, με αρκετά χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων και της λειτουργίας τους.

Όσο αναφορά το υδραυλικό μοντέλο προσομοίωσης παρά την προσπάθεια δημιουργίας ενός υπερπλήρους μοντέλου, το μοντέλο δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα και δεν ικανοποιεί τους στόχους δημιουργίας του. Επιτακτική κρίνεται η ανάγκη για το καλιμπράρισμα του μοντέλου μέσω της αποσαφήνισης της πραγματική κατάσταση, καθώς η πληροφορία που έχει εισαχθεί είναι σε αρκετά καλό επίπεδο. Η ανικανότητα της υπηρεσίας για τη διαχείριση ενός τόσο μεγάλου όγκου δεδομένων έχει δημιουργήσει σφάλματα σε βασικά θέματα του μοντέλου προσομοίωσης. Έτσι απαιτείται:

- Άμεση αποσαφήνιση του τρόπου λειτουργίας των πηγών εισόδου αλλά και των βαλβίδων.
- Προσθήκη διαρροών στο μοντέλο.
- Αφαίρεση των πολύπλοκων συστημάτων του μοντέλου όπως οι συσκευές SCADA και δημιουργία απλοποιημένου μοντέλου έτσι ώστε να ικανοποιείται η βασική αιτία ύπαρξής του.
- Κατανόηση του τρόπου δημιουργίας ενός μοντέλου μέσω των βασικών θεμελιών όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3.
- Θέσπιση στόχων.

Επομένως αναγκαίος είναι ο καθορισμός εξειδικευμένου προσωπικού για τη διαχείριση του υδραυλικού μοντέλου και την αποσφαλματοποίησή του. Μόνο έτσι θα είναι δυνατή, σε επόμενο μελλοντικό στάδιο, η δημιουργία πιο πολύπλοκων προσομοιώσεων όπως η ηλικία του νερού, η δημιουργία DMAs, η παρακολούθηση συγκεντρώσεων υπολειμματικού χλωρίου και των υπόλοιπων πλεονεκτημάτων που προσφέρουν τα μοντέλα προσομοίωσης, όπως αυτά παρουσιάστηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής ήταν να αναδείξει τις νέες μεθόδους διαχείρισης και τις ενέργειες εκσυγχρονισμού όχι μόνο για την αποδοτικότερη και πιο κερδοφόρα διαχείριση των δικτύων από τις εταιρείες ύδρευσης, αλλά και για την εφαρμογή του σύγχρονου θεσμικού πλαισίου, το οποίο εστιάζει κυρίως σε νέες πολιτικές για μακροπρόθεσμη αειφόρο αξιοποίηση των υδατικών πόρων, πολιτικές τιμολόγησης και κοινωνικές πολιτικές για τη σωστή ενημέρωση, την ενεργή συμμετοχή του πολίτη αλλά και την ευαισθητοποίησή του σε απλά θέματα για το νερό.

Αρχικά, έγινε αναφορά στην αξία του νερού ως πόρου, στην πίεση που του ασκείται και στο πως αλληλοσχετίζεται με τα δίκτυα ύδρευσης. Στη συνέχεια αναφέρθηκαν τα βασικότερα προβλήματα των δικτύων ύδρευσης (απώλειες, μείωση φυσικής ακεραιότητας, μείωση παροχετευτικότητας, υποβάθμιση ποιότητας) και η σημαντικότητάς τους, εστιάζοντας σε 2 βασικούς δείκτες ποιοτικής παρακολούθησης στα δίκτυα: της ηλικίας του νερού και του υπολειμματικού χλωρίου. Επίσης στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αναφέρονται 2 πυλώνες της διαχείρισης δικτύων: το υδατικό ισοζύγιο και οι δείκτες απόδοσης.

Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε όλο το θεσμικό πλαίσιο που έχει να κάνει με τη διαχείριση υδατικών πόρων. Σε πρώτο στάδιο έγινε απλή αναφορά σε διεθνείς συνθήκες και σε δεύτερο στάδιο στις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, με αποκορύφωμα την Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ η οποία αποτελεί σταθμό και ουσιαστικά αντικαθιστά την προηγούμενη νομοθεσία και θέτει στο προσκήνιο την έννοια την βιώσιμης μακροπρόθεσμης αειφόρου διαχείρισης. Εκεί αναφέρθηκαν το περιεχόμενο, οι αρχές, οι στόχοι και οι καινοτομίες της Οδηγίας όπως η νέα τιμολογιακή πολιτική με σκοπό την πλήρη ανάκτηση του κόστους πόρου. Κλείνοντας το θεσμικό πλαίσιο, παρουσιάστηκαν οι νόμοι στον Ελλαδικό χώρο που εναρμόνισαν τη χώρα στα ευρωπαϊκά πρότυπα και τέλος έγινε η αναφορά σε τοπικό επίπεδο όπου οι κύριοι διαχειριστές των υδατικών πόρων στη χώρα είναι οι ΔΕΥΑ και οι Εταιρείες Ύδρευσης, οι οποίες υποχρεώνονται να εφαρμόζουν όλα τα νομικά πρότυπα.

Σαν επακόλουθο της απαιτητικής νομοθεσίας παρουσιάστηκαν στη συνέχεια τα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης τα οποία είναι πλέον απαραίτητα εργαλεία για την ικανοποίηση του θεσμικού πλαισίου προσφέροντας πληθώρα πλεονεκτημάτων. Στο κεφάλαιο 3 λοιπόν έγινε η αναφορά για το πως δομείται ένα σωστό μοντέλο προσομοίωσης από τα δεδομένα έως τη θέσπιση τελικών στόχων.

Στη συνέχεια αφού αναφέρθηκαν όλες οι απαραίτητες δράσεις εκσυγχρονισμού των εταιρειών ύδρευσης έγινε η παρουσίαση του επιπέδου των ΔΕΥΑ στην Ελλάδα. Για την καλύτερη συνειδητοποίηση της κατάστασης έγινε η διερεύνηση 4 μελετών περίπτωσης επιλέγοντας ιδιαίτερες περιπτώσεις εταιρειών (Ζακύνθου, Κεφαλλονιάς, Θέρμης, Ηγουμενίτσας) θέλοντας να υπάρξει μια κλιμάκωση στο επίπεδο, θεωρώντας την ΔΕΥΑ Ζακύνθου μια από τις χαμηλότερου επιπέδου εταιρείες και την ΔΕΥΑ Ηγουμενίτσας σαν πρότυπο εταιρείας για τα ελληνικά δεδομένα. Για το λόγο αυτό έγινε εκτεταμένη παρουσίαση της τελευταίας μελέτης περίπτωσης (Ηγουμενίτσας). Οι συγκεκριμένες μελέτες περίπτωσης αξιολογήθηκαν με βάση το υλικό που παραχωρήθηκε από τους αρμόδιους

φορείς, εστιάζοντας σε βασικά θέματα όπως η χαρτογράφηση του δικτύου και τα χαρακτηριστικά απλών εξαρτημάτων. Στο τέλος κάθε μελέτης περίπτωσης έγινε ο σχολιασμός το επιπέδου του δικτύου εξάγοντας χρήσιμα συμπεράσματα. Στην αξιολόγηση των μελετών περίπτωσης οδηγός υπήρξε το θεσμικό πλαίσιο και οι βασικές αρχές που το διέπουν.

6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το νερό είναι πηγή ζωής και η περιβαλλοντική του αξία είναι αναμφισβήτητη. Εκτός από περιβαλλοντικό αγαθό, αποτελεί και ένα κοινωνικό αγαθό αλλά και οικονομικό αγαθό, έννοιες άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους στην περίπτωση αυτού του πεπερασμένου αγαθού. Δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται αποκλειστικά ως κοινωνικό αγαθό που πρέπει να παρέχεται δωρεάν διότι έτσι γίνεται η σπατάλη του. Η μονόπλευρη διαχείριση της προσφοράς νερού αποτελεί ακόμη τη συνήθη πρακτική διαχείρισης με την ακόρεστη ικανοποίηση των αναγκών και τη συνεχή αναζήτηση νέων υδατικών πόρων προς εκμετάλλευση. Δυστυχώς, ακόμη και στις μέρες μας η τακτική αυτή συνεχίζεται ακόμα και από τις ίδιες τις εταιρείες ύδρευσης, σε περιπτώσεις όπου ο υδατικός πόρος υπάρχει σε αφθονία. Η λογική της υπερεκμετάλλευσης του υδατικού πόρου που παρέχεται σε ορισμένες περιοχές σε αφθονία και της υπερκάλυψης των κερδών μέσω της διαφορά παγίου πρέπει να σταματήσει άμεσα, διότι πέρα από το περιβαλλοντικό κόστος, υπάρχει και το σύγχρονο θεσμικό πλαίσιο με τις απαιτήσεις του που πρέπει να ικανοποιούνται.

Η ευρωπαϊκή κοινότητα κυρίως με την Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ εισάγει νέα δεδομένα για το νερό και τη διαχείρισή του. Πέρα του ότι επιβάλλει μια ολοκληρωμένη διαχείριση πάντα σε επίπεδο λεκάνης απορροής και μια κατάσταση επιθυμητού επιπέδου των υδατικών πόρων, θέτει στο προσκήνιο νέες αρχές όπως ο "ρυπαίνων πληρώνει", νέες τιμολογιακές πολιτικές όπως η πλήρη ανάκτηση του κόστους υπηρεσιών και νέες κοινωνικές τάσεις όπως η άμεση συμμετοχή του πολίτη στις αποφάσεις για το νερό, η ενημέρωσή του και η ευαισθητοποίησή του για τη σωστότερη διαχείριση. Ακόμη, θέτει αυστηρά ποιοτικά πρότυπα στο νερό κατανάλωσης για τις εταιρείες ύδρευσης επιβάλλοντάς τες σε συνεχούς τακτικούς ελέγχους σε όλο το μήκος του δικτύου και παρακολούθηση νέων δεικτών όπως η ηλικία του νερού και το υπολειμματικό χλώριο, θέτοντας πρότυπα όρια. Επίσης, η ισχύουσα νομοθεσία γίνεται όλο και αυστηρότερη σε θέματα απωλειών και συντήρησης των δικτύων επιβάλλοντάς τις αρμόδιες εταιρείες σε υποχρεωτική online παρακολούθηση όλων των παραμέτρων του δικτύου και στη δήλωση της κείμενης κατάστασης (απώλειες, μη ανταποδοτικό νερό κλπ.). Η Ελλάδα άργησε να προσαρμοστεί στην Οδηγία-Πλαίσιο και παρά την νομοθεσία για την εναρμόνισή της πολλά προβλήματα προκύπτουν στην πρακτική πλήρη εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα από το επίπεδο των εταιρειών ύδρευσης της χώρας που είναι και οι νόμιμοι διαχειριστές και υπεύθυνοι των υδατικών πόρων.

Για την ικανοποίηση του θεσμικού πλαισίου τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε Εθνικό επίπεδο, οι ενέργειες εκσυγχρονισμού των υπηρεσιών ύδρευσης και οι νέες μέθοδοι διαχείρισης θεωρούνται υποχρεωτικές. Η διαχείριση των δικτύων ύδρευσης πρέπει να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις και τους ρυθμούς της σύγχρονης πραγματικότητας. Βασικά εργαλεία αποτελούν τα προγράμματα υδραυλικής προσομοίωσης τα οποία συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στην ικανοποίηση πολλών νομικών προτύπων όπως πλήρη χαρτογράφηση, έλεγχος διαρροών, παρακολούθηση ποιοτικών παραμέτρων, μείωση μη ανταποδοτικού νερού, δικαιότερη

τιμολόγηση κλπ. όπως άλλωστε παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3. Είναι αναγκαίο να σημειωθεί πως η δημιουργία υδραυλικού μοντέλου δεν είναι μια απλή διαδικασία αλλά χρειάζεται μεθοδική δουλειά, σωστά δεδομένα και έμπειρο προσωπικό. Ο διαχειριστής του υδραυλικού μοντέλου πρέπει να έχει το κατάλληλο γνωστικό επίπεδο και να γνωρίζει τα βασικά προβλήματα των δικτύων αλλά και τις μεθόδους διαχείρισής τους.

Το επίπεδο των δικτύων της Ελλάδας αλλά και των στελεχών που τις απαρτίζουν δεν είναι ικανοποιητικό. Οι περισσότερες εταιρείες ύδρευσης δεν διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό και έχουν σοβαρές ελλείψεις. Με την επιλογή των 4 μελετών περίπτωσης έγινε η κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους των υπηρεσιών ύδρευσης της χώρας.

Η μελέτη περίπτωσης της ΔΕΥΑ Ζακύνθου αντιπροσωπεύει το σύνολο των απαρχαιωμένων και χαμηλότερου επιπέδου υπηρεσιών της χώρας με μηδενικό υπόβαθρο λειτουργίας. Η ΔΕΥΑ Ζακύνθου αλλά και παρόμοιου επιπέδου εταιρείες χαρακτηρίζονται εμβρυακού επιπέδου και σε ορισμένο βαθμό αντισυνταγματικές. Τέτοιου είδους υπηρεσίες αδυνατούν να γνωρίζουν ακόμα και την χαρτογράφηση του ίδιου τους δικτύου, να μην χρησιμοποιούν τις σύγχρονες μεθόδους τεχνολογίας και να μην γνωρίζουν βασικές έννοιες και ορισμούς των δικτύων. Η όλη κατάσταση επιδεινώνεται από την αδιαφορία των αρμόδιων, με την κατασπατάληση των υδατικών πόρων και τα τεράστια ποσά μη ανταποδοτικού νερού να αυξάνονται. Όλα τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται η βιώσιμη ολοκληρωμένη διαχείριση και σε καμία περίπτωση οι βασικοί στόχοι των νομικών προτύπων.

Οι μελέτες περίπτωσης της ΔΕΥΑ Θέρμης και ΔΕΥΑ Κεφαλλονιάς αντιπροσωπεύουν τις νέες και σχετικά μικρομεσαίου επιπέδου υπηρεσίες της χώρας, δηλαδή το μεγαλύτερο σύνολο της χώρας. Η ΔΕΥΑ Θέρμης με το νέο της δίκτυο, η ΔΕΥΑ Κεφαλλονιάς και οι παρόμοιες εταιρείες ύδρευσης παρά την προσπάθεια ανασυγκρότησης και δημιουργίας αξιόλογων δικτύων απέχουν αρκετά από τα εκσυγχρονισμένα πρότυπα. Από τη μια οι παραδοσιακοί χάρτες και από την άλλη τα ελλιπή στοιχεία βασικών εξαρτημάτων δυσκολεύουν την κατάσταση και κάνουν την ολοκληρωμένη ορθολογική διαχείριση να φαντάζει δύσκολη. Με το συγκεκριμένο υλικοτεχνικό επίπεδο γίνεται κατανοητό πως είναι αδύνατο να τηρηθεί το θεσμικό πλαίσιο. Στο σύνολο δηλαδή η χώρα αδυνατεί να προσαρμοστεί στα νέα πρότυπα και για ακόμη μια φορά αποτελεί την εξαίρεση του κανόνα.

Η μελέτη περίπτωσης της ΔΕΥΑ Ηγουμενίτσας είναι μια ιδιαίτερη περίπτωση και αντιπροσωπεύει το σύνολο των προηγμένων δικτύων της Ελλάδας. Πρόκειται για δίκτυα εκσυγχρονισμένα, με αυτοματισμούς, τηλεμετρίες και τηλεχειρισμούς, αυτόματους χλωριωτές, υδραυλικά μοντέλα και πλήρη χαρτογράφηση και περιγραφή του δικτύου. Στην περίπτωση αυτή τα νομικά πρότυπα τηρούνται σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό ακόμη και στα κοινωνικά ζητήματα, όπως η συνεχή ενημέρωση του πολίτη, που λανθασμένα θεωρούνται παρωχημένα από πολλούς. Ωστόσο, και σε αυτές τις περιπτώσεις, του πρότυπου για τα Ελληνικά δεδομένα δικτύου, δεν λείπουν οι αστοχίες. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του υδραυλικού μοντέλου προσομοίωσης της Ηγουμενίτσας, το οποίο στην προσπάθειά του να γίνει υπερπλήρης έφτασε στο σημείο να μην ικανοποιεί βασικά ζητήματα. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως και σε αυτές τις περιπτώσεις δικτύων σφάλματα διαχείρισης και αδυναμίας αξιοποίησης της υπάρχουσας κατάστασης είναι σύνηθες φαινόμενα, διότι οι αρμόδιοι φορείς και στελέχη των υπηρεσιών δεν διαθέτουν το

κατάλληλο γνωστικό επίπεδο. Παρά τις συνεχείς χρηματοδοτήσεις από Ευρωπαϊκά προγράμματα το αποτέλεσμα σε "εξεζητημένα" θέματα παραμένουν κατώτερα των περιστάσεων.

Από τις παραπάνω μελέτες περίπτωσης αντανακλάται η σύγχρονη ελληνική πραγματικότητα. Οι εταιρείες ύδρευσης και οι υπεύθυνοι φορείς αδυνατούν να διαχειριστούν την κατάσταση και σε αρκετές περιπτώσεις αδιαφορούν. Το υλικοτεχνικό επίπεδο και οι υποδομές είναι σε μεγάλο ποσοστό τραγικές, εκτός από ορισμένες περιπτώσεις. Παρά τα τεράστια άλματα προόδου της χώρας με τη θέσπιση της παρούσας νομοθεσίας, ερωτηματικά προκαλούνται για τον ρόλο του κράτους και την πλήρη ισχύ των νόμων καθώς δεν υπάρχει ουσιαστική εποπτεία, προσπάθεια βελτίωσης της κατάστασης, νέα ουσιαστική νομοθεσία για την πλήρη επίτευξη των Ευρωπαϊκών στόχων και επιβολή κυρώσεων και προστίμων. Στον Πίνακα 6-1 παρουσιάζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των εταιρειών ύδρευσης της χώρας που περιπλέκουν την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας-Πλαισίου αλλά και μέρους αρχών του Ελληνικού θεσμικού πλαισίου.

Πίνακας 24: Χαρακτηριστικά εταιρειών που περιπλέκουν την εφαρμογή των Ευρωπαϊκών Οδηγιών

Τεχνικές Υποδομές	Κακές τεχνικά υποδομές-ανεπαρκή και αναξιόπιστα δεδομένα πεδίου-έλλειψη δράσεων εκσυγχρονισμού. Εμπόδια για την αποτελεσματική εφαρμογή της νομοθεσίας: Χρονοβόρα αντιμετώπιση, στενά χρονικά περιθώρια
Διοικητικές Υποδομές	Δεν υπάρχει ολιστική προσέγγιση αντιμετώπισης των προβλημάτων, ανεξέλεγκτη σπατάλη υδατικών πόρων, αδιαφορία, αδυναμία διαχείρισης της κατάστασης, δεν ακολουθούν ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης υδατικών πόρων (βασική αρχή βιώσιμης ανάπτυξης)
Κοινωνικά Χαρακτηριστικά	Ρήξη σχέσης μεταξύ εταιρειών-πολιτών, μη ενεργή συμμετοχή στη λήψη αποφάσεων, λανθασμένη ενημέρωση και λογική της "υπερβολική σπατάλη σημαίνει πλούτος". Βασικές αρχές: Το νερό δεν αποτελεί εμπορικό αγαθό αλλά κληρονομιά που πρέπει να σέβεται και να προστατεύεται
Νομικό Πλαίσιο	Δεν υπάρχει πλήρη εναρμόνιση με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και εφαρμογή του νόμου, ο Ν. 3199/03 σε αρκετά σημεία ανεπαρκής και ελλιπής, έλλειψη προστίμων και κυρώσεων από το Ελληνικό Κράτος.
Οικονομικά Χαρακτηριστικά	Ανάπτυξη λανθασμένης τιμολογιακής πολιτικής, δεν αντιμετωπίζεται η τιμολόγηση ως ένα δυναμικό φαινόμενο με συνιστώσες. Έρχονται σε αντίθεση με βασικές αρχές
Φυσικά Χαρακτηριστικά	Παλαιά δίκτυα με ελαττωματικά χαρακτηριστικά που οδηγούν ακόμα και στην αλλοίωση φυσικών χαρακτηριστικών νερού με προβλήματα στην ποιότητα.

Απαιτείται, λοιπόν, να εφαρμοστεί πλήρως το ευρωπαϊκό πρότυπο σχεδιασμού το οποίο θεωρεί αναγκαία την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αστικών Δικτύων Ύδρευσης από τους

διαχειριστές τους και την εφαρμογή όλων των σύγχρονων μεθόδων εκσυγχρονισμού. Τα βήματα της ολοκληρωμένης διαχείρισης είναι τα παρακάτω:

1. Προσδιορισμός του υδατικού ισοζυγίου και του επιπέδου λειτουργίας του δικτύου.
2. Ανάπτυξη υδραυλικού μοντέλου προσομοίωσης του δικτύου.
3. Ανάπτυξη δράσεων μείωσης του μη ανταποδοτικού νερού και βελτίωσης της λειτουργίας του δικτύου.
4. Συνεχή αξιολόγηση των δράσεων.
5. Ιεράρχηση των δράσεων ανάλογα με τους στόχους που έχουν τεθεί.
6. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Φυσικά για την επίτευξη μια επιτυχημένης ολοκληρωμένης διαχείρισης όπως περιγράφηκε πρέπει οι υπεύθυνοι και οι διαχειριστές να γνωρίζουν να συστατικά του μη ανταποδοτικού νερού και τους τρόπους αντιμετώπισης-μείωσής του, καθώς πρόκειται για μια διαδικασία πολύπλοκη και αποτελεί πρόκληση. Επιπλέον είναι αναγκαία η γνώση και η πιθανή πηγή προέλευσης των προβλημάτων των δικτύων καθώς και οι ενέργειες που αφορούν στη επίλυσή τους. Επίσης το σύνολο των αρμόδιων πρέπει να είναι ενήμερο για τη συνεχή ποιοτική παρακολούθηση των δεικτών και να είναι εξοικειωμένο με τα νέα προγράμματα τεχνολογίας. Τέλος, το ευρωπαϊκό και εθνικό θεσμικό πλαίσιο θα πρέπει να αποτελεί οδηγό καθώς οι ενέργειες αυτές στο μεγαλύτερο βαθμό αφορούν την εφαρμογή της κείμενης νομοθεσίας. Σε διαφορετική περίπτωση μη ικανοποίησης των θεσμικών προτύπων άμεση πρέπει να είναι η επιβολή προστίμων και κυρώσεων.

Με τη λειτουργία της πρότυπης ολοκληρωμένης διαχείρισης και των όλων των δράσεων εκσυγχρονισμού οι εταιρίες ύδρευσης πρέπει να στοχεύουν:

- στην παροχή υψηλού ποιοτικά νερού, σύμφωνα με τα θεσμικά πρότυπα
- στη μείωση των ετήσιων απωλειών ύδατος μέσω του έγκαιρου εντοπισμού των διαρροών
- στο συνακόλουθο περιορισμό της επιβάρυνσης των υδατικών αποθεμάτων και υδροληψιών της περιοχής.
- στη συμβολή, μέσω της ηπιότερης υδροληψίας, στη βελτίωση της ποιότητας των αποθεμάτων και στην ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων της περιοχής
- στον έγκαιρο εντοπισμό της προέλευσης των απωλειών ύδατος και στην υποστήριξη των χειριστών κατά τη διαδικασία απομόνωσης των τμημάτων του δικτύου (στεγανές DMA) και επομένως, στην περιστολή της απώλειας νερού
- στην αναβάθμιση της στάθμης εξυπηρέτησης του καταναλωτή μέσω του περιορισμού της διαταραχής από διαρροές ή άλλες αστοχίες (π.χ. υπερχειλίση δεξαμενών, βλάβη των αντλιών, βλάβη των συσκευών χλωρίωσης κλπ.)
- στη μείωση της απασχόλησης σε εργασίες χαμηλής προτεραιότητας όπως π.χ. για επιτόπια επίβλεψη ή χειρισμό των τμημάτων και οργάνων του δικτύου ύδρευσης
- στη συγκέντρωση στατιστικών στοιχείων για μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και προγραμματισμό της λειτουργίας του δικτύου
- στη σταδιακή μείωση των διαρροών του δικτύου μέσω της συλλογή και παρακολούθησης στοιχείων από τη λειτουργία του τις νυκτερινές ώρες.

- στην αυξημένη ασφάλεια στη λειτουργία των εγκαταστάσεων του δικτύου
- στη πλήρη ανάκτηση του κόστους φυσικού πόρου και στη δίκαιη τιμολόγηση των πολιτών

Από όλα τα παραπάνω γίνεται σαφές πως είναι αναγκαία τα εξής:

- Άμεσος έλεγχος, εποπτεία του κράτους στις επιχειρήσεις υδρεύσεως για την πλήρη εφαρμογή των νομικών προτύπων και επιβολή κυρώσεων και προστίμων.
- Ενίσχυση της παρούσας εθνικής νομοθεσίας με πλήρη εναρμόνιση στα Ευρωπαϊκά πρότυπα.
- Αξιοποίηση εμπειρίας επιστημονικών φορέων σε συμβουλευτικούς και όχι μόνο ρόλους.
- Ενημέρωση, κατάρτιση και σε αρκετές περιπτώσεις αντικατάσταση των στελεχών των αρμόδιων υπηρεσιών.
- Άμεσος εκσυγχρονισμός των δικτύων ύδρευσης της χώρας.

6.3 ΠΕΔΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Πέρα από τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας, το συγκεκριμένο θέμα παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον και αρκετά αντικείμενα τα οποία χρήζουν επιπλέον μελέτης. Θέματα για περαιτέρω έρευνα σε κάποιο επόμενο στάδιο ή κάποια άλλη διπλωματική εργασία θα ήταν τα εξής.

- Η Ελληνική νομοθεσία φαίνεται πως δεν έχει εναρμονίσει πλήρως την χώρα στα Ευρωπαϊκά Πρότυπα και πως σε αρκετά σημεία έρχεται σε ρήξη με βασικές αρχές. Ενδιαφέρον θα προκαλούσε έρευνα που αφορά το κατά πόσο η νομοθεσία της χώρας απέχει από την Ευρωπαϊκή Οδηγία- Πλαίσιο.
- Έρευνα μεγαλύτερης κλίμακας σχετικά με τη σύγχρονη ελληνική πραγματικότητα και κυρίως με τη δειγματοληψία ποσότητας νερού από διάφορα δίκτυα για ποιοτικό έλεγχο.
- Τα μεγάλα ποσοστά ενέργειας που δαπανούνται από τις εταιρείες ύδρευσης, εξαιτίας της μη αποτελεσματικής διαχείρισής τους έχουν οδηγήσει σε αύξηση του ανθρακικού αποτυπώματος. Ο υπολογισμός και η εκτίμηση για τα δίκτυα ύδρευσης αποτελεί μια ενδιαφέρουσα πρόταση.
- Υπολογισμός και εκτίμηση ορισμένων δεικτών απόδοσης για τα συγκεκριμένα δίκτυα έτσι ώστε να αξιολογηθεί το επίπεδό τους και να γίνει άμεση σύγκριση της λειτουργικότητάς τους.
- Η δημιουργία νέων δεικτών απόδοσης που θα δείχνει το κατά πόσο είναι εναρμονισμένη μια εταιρεία ύδρευσης με την Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο φαντάζει δελεαστική.
- Ολοκληρωμένη διαχείριση δικτύων χαμηλού επιπέδου όπως η ΔΕΥΑ Ζακύνθου, με δημιουργία υδραυλικών μοντέλων και των υπόλοιπων δράσεων εκσυγχρονισμού, έχοντας ως στόχο τη μείωση του μη ανταποδοτικού νερού.

- Εύρεση χάσματος μεταξύ πραγματικότητας και προσομοιωμένης κατάστασης της ΔΕΥΑ Ηγουμενίτσας, με εκτίμηση δεικτών απόκλισης μέσω στατιστικών μεθόδων, συγκρίνοντας τα πραγματικά δεδομένα από τους τοπικούς σταθμούς και τα συστήματα SCADA με αυτά του WaterGEMS.

- Αποσφαλματοποίηση του προσομοιωμένου δικτύου της Δ.Ε.Υ.Α.ΗΓ, δημιουργία ενός λειτουργικού μοντέλου με DMAs, ηλικία νερού, συγκεντρώσεις υπολειμματικού χλωρίου και σενάρια εφαρμογής.

Βιβλιογραφία/Αναφορές

Ξενόγλωσσες

Adams, T. (2004). *SCADA Systems Intermediate Overview*. Virginia: Communication Technologies.

Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J.M., & Parena, R. (2000). *Performance Indicators for Water Supply Services* (1st ed.) London: IWA Publishing.

Alegre, H., Baptista, J.M., Cabrera, E.Jr., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., & Parena, R. (2006). *Performance Indicators for Water Supply Services* (2nd ed.). London: IWA Publishing.

AWWA (2005). *Computer Modeling of Water Distribution Systems- Manual of Water Supply Practices M32*. American Water Works Association, Denver, Colorado, USA.

Bapat, R., Atale, M., & Sapale, N. (2014). *Automatic Meter Reading Systems*. Yadarvao Tasgaonkar Institute of Engineering & Technology: Karjat, India.

Fallis, P., Hübschen, K., Oertle, E., Ziegler, D., Klingel, P., Knobloch, A., ... Laures, C. (2011). *Guidelines for water reduction loss reduction, a focus on pressure management*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Haralambous, K. (2013). *Water Quality & EU Policy*. Presentation, Jordan.

Kanakoudis, V. (2004). A troubleshooting manual for handling operational problems in water pipe networks. *Water Supply: Research & Technology-AQUA*, 53(2), 109-124. <https://doi.org/10.2166/aqua.2004.0010>

Kanakoudis, V., & Tsitsifli, S. (2010). On-going evaluation of the WFD 2000/60/EC implementation process in the European Union, seven years after its launch: are we behind schedule? *Water Policy*, 12, 70-91. <https://doi.org/10.2166/wp.2009.092>

Kanakoudis, V., & Tsitsifli, S. (2010b). *Water volume vs. oriented water balance calculation for urban water networks: the "Minimum Charge Difference" component makes a difference!*. Proceedings of the International Conference 'Water Loss 2010', Sao Paulo, Brazil

Kanakoudis, V., Tsitsifli, S., & Papadopoulou, A. (2012). Integrating the Carbon and Water Footprints' Costs in the Water Framework Directive 2000/60/EC Full Water Cost Recovery Concept: Basic Principles Towards Their Reliable Calculation and Socially Just Allocation. *Water*, 4, 45-62. <https://doi.org/10.3390/w4010045>

Kanakoudis, V., Tsitsifli, S., Samaras, P., Zouboulis, A., & Banovec, P. (2013). A new set of water losses related Performance Indicators focused on areas facing water scarcity conditions. *Desalination & Water Treatment*, 51(13-15), 2994-3010. <https://doi.org/10.1080/19443994.2012.748448>

Kingdom, B., Liemberger, R. and Marin, P., *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries*. World Bank, Washington, USA, 2006.

Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, 15, 259-263. DOI: [10.1127/0941-2948/2006/0130](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130).

LeChevallier, M.W., Welch, N.J., & Smith, D.B. (1996). Full-Scale Studies of Factors Related to Coliform Regrowth in Drinking Water. *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, 62, 2201-2211.

Male, J.W., & Walski, T.M (1991). *Water Distribution Systems: A troubleshooting manual*. Michigan: Lewis Publishers, Inc.

Mutoti, G., Dietz, J., Imran, S., Taylor, J., & Cooper, C.D. (2007). Development of a novel release flux model for distribution systems. *American Water Works Association*, 99(1), 102-111. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2007.tb07850.x>

Prevost, M., Rompre, A., Baribeau, H., Coallier, J., & Lafrance, P. (1997). Service lines: their effect on microbiological quality. *American Water Works Association*, 89(7), 78-92. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1997.tb08261.x>

Rossman, L., Clark, R., & Grayman, W. (1994). Modeling Chlorine Residuals in Drinking-Water Distribution Systems. *Journal of Environmental Engineering*, 120(4). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(1994\)120:4\(803\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(1994)120:4(803))

Shamsaei, H., Jaafar, O., Ezlin, N., & Basri, A. Effects Residence Time to Water Quality in Large Water Distribution Systems. *Engineering*, 5, 449-457. <https://doi.org/10.4236/eng.2013.54054>

Waller, K., Swan, S., DeLorenze, G., & Hopkins, B. (1998). Trihalomethanes in Drinking Water and Spontaneous Abortion. *Epidemiology*, 9(2), 134-140.

Walski, T.M., Chase, D.V., Savic, D.A., Grayman, W., Beckwith, S. (2003). *Advanced Water Distribution Modeling and Management*. Waterbury: Haestad Press.

Jo, WK., Kwon, KD., Dong, JI., & Chung, Y. (2005). Multi-route trihalomethane exposure in households using municipal tap water treated with chlorine or ozone-chlorine. *Science of The Total Environment*. 339(1-3), 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.07.026>

Ελληνόγλωσσες

Αζαριάδη, Τ. (2014). *Συγκριτική Αξιολόγηση των Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών στην Ελλάδα βάσει της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΚ*. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Γαβαλάς, Μ. (2019). *Συμμόρφωση Ελλάδας στη Ευρωπαϊκή Οδηγία, τι αλλάζει, Ελλάδα, Ν. 3199/2003, Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών*. Ακαδημαϊκή Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας: Βόλος.

Γρίβα, Ε. (2005). *Προστασία και Διαχείριση Υδατικών Πόρων. Ο ρόλος του Μηχανικού- Εθνικό και Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα.

Κανακούδης, Β. (1998). *Ο ρόλος των Έκτακτων Περιστατικών στη Διαμόρφωση Κριτηρίων Προληπτικής Συντήρησης και Αντικατάστασης των Αγωγών στα Δίκτυα Ύδρευσης*. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Κανακούδης, Β., & Τσιτσιφλή, Σ. (2015). *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αστικών Δικτύων Ύδρευσης*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Καραγεώργου, Β. (2003). *Η οδηγία-πλαίσιο για το νερό ένας σημαντικό σταθμός για το ευρωπαϊκό δίκαιο περιβάλλοντος*. Αθήνα: Νόμος και Φύση.

Κράββαρη, Α. (2017). *Διερεύνηση των επιπτώσεων τεχνικών διαχείρισης της πίεσης σε αστικά δίκτυα ύδρευσης στην ποιότητα του νερού (ηλικία νερού, συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου)- Η περίπτωση της πόλης της Κω*. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Ελλάδα.

Μαμαλούγας, Ν. (2016). *Απολογισμός έργων τηλεελέγχου & τηλεχειρισμού για το ΕΠΠΕΡΑΑ 2007-2013, προκλήσεις για το 2014-2020*. Παρουσίαση, Λάρισα.

Μανουσέλη, Δ. (2013). *Μέθοδοι μείωσης του μη ανταποδοτικού νερού στα δίκτυα ύδρευσης*. Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Ξυπνητός, Ι. (2018). *Μελέτη συνολικής διαχείρισης ενός δικτύου διανομής νερού και συγκριτική έρευνα αναφορικά με τον εκσυγχρονισμό των ΔΕΥΑ*. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Παναγόπουλος, Ν. (2008). *Δίκαιο Περιβάλλοντος* (Γ' Έκδοση). Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.

Τσακίρης, Γ., & Αλεξάκης, Δ. (2010). *Ποιότητα Νερού για Ανθρώπινη Κατανάλωση*. Στο Γ. Τσακίρης (Εκδ.), *Υδραυλικά Έργα – Σχεδιασμός και Διαχείριση. Τόμος Ι: Αστικά Υδραυλικά Έργα*. (σελ. 175-244). Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.

Χαϊνταρλής, Μ. (2005). *Η σύγχρονη νομοθεσία προστασίας και διαχείρισης των υδάτων*. Αθήνα: Νόμος και Φύση.

Διαδίκτυο

Bentley Communities, (2019). *Hydraulics and Hydrology forum, PBV vs PRV*. Ανακτήθηκε 20 Αυγούστου, 2019 από https://communities.bentley.com/products/hydraulics_hydrology/f/haestad-hydraulics-and-hydrology-forum/176350/pbv-vs-prv/510258#510258

GoogleMaps, (2019). *Δήμος Θέρμης*. Ανακτήθηκε 22 Ιουλίου, 2019 από <https://www.google.gr/maps/place/%CE%98%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B7/@40.37694>

66,22.8014267,10.11z/data=!4m5!3m4!1s0x14a84036626c7f8f:0x400bd2ce2b9a4b0!8m2!3d40.4727724!4d23.0726807

Meteoblue, (2019). *Κλίμα (μοντέλο) Ηγουμενίτσα*. Ανακτήθηκε 25 Ιουνίου, 2019 από <https://www.meteoblue.com>

United Nations General Assembly. (2010). *A/64/L.63/Rev.1**. Ανακτήθηκε 3 Ιουλίου, 2019 από <http://daccess-ddsny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N10/464/64/PDF/N1046464.pdf?OpenElement>

U.S. Environmental Protection Agency, (2002b). *Microbial Health Effects Tables*. Ανακτήθηκε 2 Ιουλίου, 2019 από <http://www.epa.gov/safewater/tcrdsr.html>

Wikipedia, (2019). *Ηγουμενίτσα*. Ανακτήθηκε 25 Ιουνίου, 2019 από <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%B3%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%AF%CF%84%CF%83%CE%B1>

World Bank, (2019). *World Development Indicators*. Ανακτήθηκε 10 Αυγούστου, 2019 από <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators>

ΔΕΥΑ Λέσβου, (2019). *Διαχείριση δικτύου μέσω SCADA*. Ανακτήθηκε 3 Αυγούστου, 2019 από <https://www.deyamyt.gr/diaheirisi-diktyoy-meso-scada>

Δήμος Ηγουμενίτσας, (2019). *Διάρθρωση Δήμου*. Ανακτήθηκε 25 Ιουνίου, 2019 από <https://igoumenitsa.gr/el/>

Εθνικό Τυπογραφείο, (2019). *Διάθεση ΦΕΚ*. Ανακτήθηκε 12 Ιουλίου, 2019 από <http://www.et.gr/>

ΕΛΣΤΑΤ, (2019). *Απογραφή Πληθυσμού Ηγουμενίτσας*. Ανακτήθηκε 26, Ιουνίου 2019 από <http://www.statistics.gr/>

Οργανισμός Λιμένος Ηγουμενίτσας, (2019). *ΛΙΜΕΝΑΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ*. Ανακτήθηκε 25 Ιουνίου, 2019 από <https://olig.gr/>

ΥΠΕΚΑ, (2019). *Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών*. Ανακτήθηκε 12 Ιουλίου, 2019 από <http://wfd.ypeka.gr>