

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υδραυλική προσομοίωση αστικών δικτύων ύδρευσης και μείωση της ηλικίας του παρεχόμενου νερού με χρήση τεχνικών ρύθμισης πίεσης – Η περίπτωση της Νέας Δημητριάδας Βόλου

ΡΩΜΑΝΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: **Βασίλειος Κανακούδης**

Βόλος
Ιούνιος 2017

© 2017 Ρωμανός Αθανάσιος

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).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Βασίλειος Κανακούδης, Αν. Καθηγητής
(Επιβλέπων)

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Θεόδωρος Καρακασίδης, Αν. Καθηγητής

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Κωνσταντίνος Γκονέλας, Διδάσκων ΠΔ407/80

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητή κ. Βασίλειο Κανακούδη για την προσφορά της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η συνεχής επίβλεψη και υποστήριξη του στο πρόσωπο μου κρίθηκαν απαραίτητα στοιχεία για την ολοκλήρωση της εργασίας. Η πίστη και η εμπιστοσύνη του στις δυνατότητες μου με βοήθησαν να προχωρήσω και να ολοκληρώσω τις προπτυχιακές μου υποχρεώσεις με επιτυχία.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα του ιδίου καθηγητή, κ. Μενέλαο Πατέλη, για την στήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της προετοιμασίας της διπλωματικής μου διατριβής. Για την διάθεση του προσωπικού του χρόνου και χώρου, με σκοπό την βοήθεια και την παροχή συμβουλών και γνώσεων που κρίθηκαν απαραίτητες για την επίτευξη ενθαρρυντικών αποτελεσμάτων. Χωρίς την πολύτιμη συμβολή του Μενέλαου, δεν θα μπορούσα να φτάσω στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Η άμεση ανταπόκριση του και οι ακριβείς απαντήσεις που μου παρείχε σε κάθε επικοινωνία μας συντέλεσαν καταλυτικά στην ολοκλήρωση της ερευνάς μου.

Επίσης οφείλω τις ευχαριστίες μου στον εξωτερικό συνεργάτη του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, κ. Χρυσόστομο Φαφούτη, ο οποίος με βοήθησε στην παροχή πληροφοριών και συμβουλών που αφορούν το δίκτυο ύδρευσης τη Νέας Δημητριάδας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, Παναγιώτη Ρωμανά, Μαρία Κόρδατση και Δημήτρη Ρωμανά, για την αμέριστη βοήθεια και υποστήριξη που μου παρείχαν σε όλα τα έτη σπουδών μου αλλά και για την αγάπη και την εμπιστοσύνη που δείχνουν στο πρόσωπό μου.

Αθανάσιος Ρωμανός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθεί η ενηλικίωση του νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με την μοντελοποίηση του δικτύου σε λογισμικό WaterGems v8i και στην συνέχεια εξετάζονται τρόποι επεξεργασίας του δικτύου ώστε πειραματικά να επιτευχθεί η χρυσή τομή μεταξύ πίεσης, ηλικίας και ζήτησης νερού.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα ακριβές σχέδιο δικτύου σύμφωνα με το παρεχόμενα στοιχεία από τον φορέα, με σκοπό την προσομοίωση της λειτουργίας του. Το δίκτυο βαθμονομήθηκε με τα πραγματικά στοιχεία και τα αποτελέσματά της ανάλυσης ταυτίστηκαν με τις πραγματικές μετρήσεις του φορέα. Η οριοθέτηση των DMAs (και ο εντοπισμός των περιοχών με μεγάλη ηλικία νερού αποτελεί το δεύτερο βήμα με σκοπό την διαχείριση της πίεσης κι ήδη χρησιμοποιείται ευρέως από εταιρείες ύδρευσης, προκειμένου να μειωθούν οι απώλειες νερού στα δίκτυα διανομής. Ο λόγος ύπαρξης των DMAs είναι ο διαχωρισμός του δικτύου σε πιο μικρές και πιο εύκολα διαχειρίσιμες περιοχές όπου η παροχή μετράται με περισσότερη ακρίβεια έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαρροές στο υπό μελέτη δίκτυο. Στην συνέχεια, στην περιοχή με μεγάλη ηλικία νερού τοποθετήθηκε μια νέα είσοδος νερού χρησιμοποιώντας ένα by pass από μια ήδη υπάρχουσα είσοδο. Με την παρέμβαση αυτή συναντήθηκαν αυξήσεις στην πίεση του νερού αλλά και μείωση της ηλικίας του. Ως τρίτο βήμα, πραγματοποιείται η τοποθέτηση βαλβίδων απομείωσης πίεσης, με σκοπό να μειωθούν τις αυξήσεις που εντοπίστηκαν λόγω του περιορισμού του δικτύου. Με αυτό τον τρόπο επιτεύχθηκε η ‘μετακίνηση’ της υψηλής πίεσης σε σημεία του δικτύου με λιγότερη κατανάλωση, που με την σειρά του μείωσε την συνολική ζήτηση του δικτύου σε ειχερχόμενο νερό.

Η διαχείριση της πίεσης σε δίκτυα ύδρευσης στα οποία οι καταναλώσεις τους είναι εξαρτώμενες κατά 70% από την πίεση, σημαίνει και αύξηση της συνολικής ζήτησης. Ακολουθώντας τα βήματα επεξεργασίας που περιγράφονται επιτυγχάνεται η μείωση της ηλικίας του νερού του δικτύου κατά 23%. Τέλος, επιτεύχθηκε μείωση της συνολικής ζήτησης κατά 8% από το δεύτερο βήμα επεξεργασίας διατηρώντας όλα τα οφέλη της επέμβασης στο δίκτυο. Ως αντικείμενο μελέτης χρησιμοποιήθηκε το δίκτυο ύδρευσης της Νέας Δημητριάδας, περιοχής της πόλης του Βόλου (Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β) διότι αποτελεί πρότυπο δίκτυο και υπήρχαν από τον φορέα τα απαραίτητα στοιχεία για την ανάλυση της μελέτης.

ABSTRACT

The subject of this dissertation is the investigation of the aging of the water in a water supply network. This process is accomplished by modelizing the network utilizing WaterGems v8i software and following that, the ways of tuning the network are examined, in order to experimentally strike the right balance between pressure, age and water demand.

Initially, a precise network plan was created according to the data provided by the operator, in order to simulate its operation. The network was calibrated with actual data and the results of the analysis matched the actual measurements of the operator. The delimitation of DMAs (and the detection of the areas with high water age) constitutes the second step in order to manage the pressure and is already widely used by water companies, in order to reduce the water losses in distribution networks. The reason for the existence of DMAs is the separation of the network into smaller and more easily manageable sections, where the flow is measured more accurately, to determine the existence of leaks in the studied network. Then, in the area with high water age, a new water inlet was placed using a by-pass from an already existing inlet. This intervention was accompanied by increases in water pressure and a reduction in its age. As a third step, pressure relief valves are placed in order to reduce the increases detected due to network constraint. This made it possible to move the high pressure to points on the network with less consumption, which in turn reduced the total demand for incoming water in the grid.

Pressure management in water networks with their consumption rate 70% dependent on pressure, also indicates an increase in overall demand. Following the processing steps described, 23% reduction of the age of the water in the network is achieved, maintaining and transferring the pressure to sections with less consumption. Lastly, overall demand was reduced by 8% from the second processing step, retaining all the benefits of network intervention. The water supply network of Nea Demetriada, Volos city area, was used as a subject for the study because it is considered a standard network and the operator had the necessary data for the analysis of the study.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Diplomarbeit untersuchen wir die Alterung des Wassers in einem Wasserversorgungsnetz. Dieser Prozess wird durch die Modellierung des Netzes unter Verwendung vom Rechenplattform (WaterGems v8i) erreicht und dazu werden die Arten der Aufbereitung des Netzes untersucht, um durch Versuche das richtige Gleichgewicht unter Druck, Alter und Nachfrage des Wassers zu ermitteln

Zunächst wird ein genauer Netzplan nach den vom Betreiber zur Verfügung gestellten Daten erstellt, um seinen Betrieb zu simulieren. Das Netz wird mit aktuellen Daten kalibriert und die Ergebnisse der Untersuchung werden mit den tatsächlichen Messungen des Betreibers identifiziert. Die Abgrenzung von DMAs und die Erfassung der Gebiete mit hohem Wasseralter stellt den zweiten Schritt dar, wird bereits von den Wasserunternehmen weit verbreitet, um die Wasserverluste in den Leitungsnetzen zu verringern. Das Ziel der DMAs ist die Verteilung des Netzes in kleineren und leichter handhabbaren Abschnitten, wo die Wasserversorgung genauer gemessen werden kann, um die Wasserverluste im untersuchten Netz zu bestimmen Dann wird im Bereich mit hohem Wasseralter ein neuer Wasserzulauf unter Verwendung eines Bypasses aus einem bereits vorhandenen Wasserzulauf eingesetzt. Dieses Einsetzen wird von einem Anstieg des Wasserdrucks und einer Verringerung des Alters des Wassers begleitet. Zuletzt werden Druckentlastungsventile platziert, um die durch Netzbeschränkung erkannten Erhöhungen zu reduzieren. Mit dem ist es möglich, den Hochdruck auf Punkte im Netz mit weniger Verbrauch zu verlagern, was wiederum die Gesamtnachfrage nach einströmendem Wasser im Netz reduziert.

Das Druckmanagement in Wassernetzen, wo Verbrauchsrate 70% abhängig vom Druck sind, zeigt auch eine Zunahme der Gesamtnachfrage an. Nach den beschriebenen Verarbeitungsschritten wird eine 23% Reduktion des Alters des Wassers im Netz erreicht, wobei der Druck auf Abschnitte mit geringerem Verbrauch aufrechterhalten und übertragen wird. Schließlich wird die Gesamtnachfrage um 8% gegenüber dem zweiten Bearbeitungsschritt reduziert, wobei alle Vorteile der Netzintervention beibehalten werden. Das Wasserversorgungsnetz von Nea Demetriada, Volos Stadtgebiet wird als Thema für die Studie verwendet, weil es als Standardnetz betrachtet wird und der Betreiber die notwendigen Daten für die Analyse der Studie hat.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγικές Έννοιες	1
1.1 Το νερό: ο θησαυρός της ζωής που δεν εκτιμάται	1
1.2 Η αξιοποίηση των υδατικών πόρων της Ελλάδας και τα προβλήματα.....	2
1.3 Θεμελιώδεις έννοιες υδατικού ισοζυγίου.....	4
1.4 Πίεση και απώλειες	7
1.5 Οικονομικά οφέλη διαχείρισης πίεσης.....	8
1.6 Βαλβίδες μείωσης πίεσης.....	8
1.7 Υδραυλικά απομονωμένες περιοχές (DMAs – District Metered Areas).....	9
1.8 DMA: ο ρόλος της στη διαχείριση των απωλειών	10
1.9 Εφαρμογή των DMA και προβλήματα	10
1.10 Μέτρα για το σχεδιασμό των DMA.....	11
2. Η ποιότητα του νερού στο δίκτυο ύδρευσης.....	12
2.1 Νομοθετικό πλαίσιο για το πόσιμο νερό και την ποιότητα του (ΚΥΑ Υ2/2600/2001).....	12
2.2 Ηλικία: ο ορισμός και παράγοντες που την επηρεάζουν.....	13
2.3 Πόσιμο νερό δικτύου ύδρευσης και δημόσια υγεία	14
2.4 Προβλήματα που προκύπτουν από την αύξηση της ηλικίας του νερού στο δίκτυο	15
2.5 Τρόποι αντιμετώπισης	16
2.6 Ακραία παραδείγματα διαφοροποίησης της ηλικίας από κοινωνία σε κοινωνία.....	18
3. Μοντελοποίηση δικτύου ύδρευσης με WaterGEMS®.	19
3.1 Γνωριμία με το πρόγραμμα WaterGEMS και σκοπός χρήσης	19
3.2 Νέα Δημητριάδα : Μοντελοποίηση Σχεδίου	19
3.3 Περιγραφή δικτύου ύδρευσης του Βόλου: Παραγωγή Νερού, Εσωτερικό και Εξωτερικό Δίκτυο	20
3.4 Απαραίτητα στοιχεία για την μετατροπή του δικτύου σε «ψηφιακό».....	25
4. Εφαρμογή Μοντελοποίησης στο Δίκτυο Ύδρευσης της Ν. Δημητριάδας Βόλου.....	28
4.1 Περιγραφή του Δικτύου Ύδρευσης της μελέτης.....	28
4.2 Στοιχεία υφιστάμενου δικτύου.....	31
4.3 Βήματα πραγματοποίησης σχεδιασμού με λογισμικό WaterGEMS.....	32
5. Αποτελέσματα μελέτης ως προς την πίεση και την ηλικία.....	40
5.1 Σενάρια Μελέτης και Ανάλυσης.....	40
5.2 Υφιστάμενη κατάσταση δικτύου – Σενάριο 1 : No DMAs.....	41

5.3	Σενάριο 2 – 2 DMAs: Διαχωρισμός δικτύου σε 2 DMAs	46
5.4	Σενάριο 3 – 4 DMAs: Διαχωρισμός δικτύου σε 4 DMAs	52
6.	Αντιμετώπιση προβλημάτων δικτύου – Πρόταση λύσης και κοστολόγηση	62
6.1	Στάδιο 1ο: Επιλογή τρόπου διαχωρισμού του δικτύου σε DMAs.....	62
6.2	Στάδιο 2ο: Κατασκευή αγωγού υδροδότησης – Είσοδος νερού από την Οδό Αλκίπης (συνολικά τρεις εισοδοί νερού)	63
6.3	Στάδιο 3ο: Εφαρμογή PRVs για επιλεκτική απομείωση πίεσης.....	67
6.3.1	Εφαρμογή 2 PRVs στο τροποποιημένο δίκτυο.....	67
6.3.2	Εφαρμογή 3 PRVs στο τροποποιημένο δίκτυο.....	69
6.4	Κοστολόγηση Έργου.....	73
6.4.1	Κατασκευή Αγωγού για είσοδο στην Αλκίπης.....	73
6.4.2	Κόστος απόκτησης Βαλβίδων απομείωσης πίεσης(PRVs).....	76
6.5	Απόσβεση χημάτων – Ανταποδοτικότητα Εγχειρήματος.....	76
6.6	Συμπεράσματα.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79	
Παράρτημα.....	81	

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-1:	Κατανάλωση νερού σε παγκόσμια κλίμακα.....	1
Εικόνα 1-2:	Διαθεσιμότητα νερού στον πλανήτη	2
Εικόνα 1-3:	Η συνολική κατακρήμνιση στην Ελλάδα (ΕΤΥΜΠ).	3
Εικόνα 1-4:	Λειτουργία της PRV.....	9
Εικόνα 1-5:	Τυπικός διαχωρισμός δικτύου σε DMAs	10
Εικόνα 2-1 :	Μικρόβια στο πόσιμο νερό.....	15
Εικόνα 2-2:	Διαδικασία έκπλυσης μέσω πυροσβεστικού κρουνού.....	16
Εικόνα 2-3 :	Δεξαμενή νερού σε αυξημένη υψομετρική θέση.....	17
Εικόνα 2-4:	Δεξαμενή υδροδότησης μεγάλης κλίμακας	18
Εικόνα 3-1:	Περιβάλλον WaterGEMS και σχεδιασμός δικτύου	19
Εικόνα 3-2:	Επισκόπηση δικτύου Βόλου σε μορφή AutoCad.....	20
Εικόνα 3-3:	Χημική ανάλυση περιοχής ενδιαφέροντος (Νέα Δημητριάδα) και οι επιτρεπόμενες τιμές με βάση την ΚΥΑ Υ2/2600/2001.....	22
Εικόνα 3-4:	Κύριοι αγωγοί, πηγές, γεωτρήσεις και δεξαμενές Πολεοδομικού Συγκροτήματος Βόλου	24
Εικόνα 3-5:	Προσομοίωση δικτύου ύδρευσης σε περιβάλλον AutoCad.....	26
Εικόνα 3-6:	Αρχείο καταναλώσεων πολιτών βάσει υδρομέτρων (Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β, 2015)	27
Εικόνα 4-1:	Οριοθέτηση περιοχής Ν. Δημητριάδας και κύριες οδοί	28
Εικόνα 4-2:	Πανοραμική όψη της Νέας Δημητριάδας από τον λόφο της Γορίτσας διακρίνοντας τα όρια της περιοχής (Google Earth).....	29
Εικόνα 4-3:	Χρωματική απεικόνιση αγωγών δικτύου με βάση την διάμετρο (mm)	30
Εικόνα 4-4:	Οδεύσεις από τις 2 δεξαμενές υδροδότησης.....	30
Εικόνα 4-5:	Απεικόνιση του δικτύου του Βόλου σε περιβάλλον διαχείρισης SCADA	31
Εικόνα 4-6:	Σχέδιο Δικτύου ύδρευσης Ν. Δημητριάδας σε περιβάλλον Autocad.....	32

Εικόνα 4-7: Είσοδος δικτύου από Θερμοπύλων.....	33
Εικόνα 4-8: Είσοδος Δικτύου από Ορμινίου	33
Εικόνα 4-9: Ενδιάμεσο στάδιο σχεδιασμού δικτύου με την βοήθεια <i>Background Layer</i>	33
Εικόνα 4-10: Επιλογή κόμβων και τοποθέτηση στοιχείων ζήτησης και απωλειών	34
Εικόνα 4-11: Δήλωση υψομέτρου σε κόμβο	35
Εικόνα 4-12: <i>Pattern</i> προσομοίωσης ζήτησης σε 24ωρο κύκλο.....	36
Εικόνα 4-13: <i>Pattern</i> προσομοίωσης απωλειών σε 24ωρο κύκλο	36
Εικόνα 4-14: Ρύθμιση καταναλώσεων δικτύου ως <i>PDD</i> με όριο πίεσης τα 400 kPa.....	37
Εικόνα 5-1: Χρωματική απεικόνιση των 3 σεναρίων σύμφωνα με την ηλικία του νερού.....	40
Εικόνα 5-2: Σενάριο 1 – <i>No DMAs</i> . Χρωματική απεικόνιση των κόμβων με βάση την πίεση	42
Εικόνα 5-3: Σενάριο 1 – <i>No DMAs</i> . Χρωματική απεικόνιση των αγωγών με βάση της ηλικία του νερού.....	43
Εικόνα 5-4: Ανατολική περιοχή Νέας Δημητριάδας όπου εντοπίζονται οι χαμηλότερες πιέσεις (κόκκινοι κόμβοι) και οι μεγαλύτερες ηλικίες στο νερό (κόκκινοι αγωγοί).....	44
Εικόνα 5-5: Σενάριο 1 - <i>No DMAs</i> Απεικόνιση κρίσιμων κόμβων στο δίκτυο	45
Εικόνα 5-6: Σενάριο 2 – 2 <i>DMAs</i> . Χρωματική απεικόνιση του δικτύου με βάση την ηλικία του νερού στους αγωγούς διανομής	47
Εικόνα 5-7: Σενάριο 2 – 2 <i>DMAs</i> . Επισήμανση κλειστών αγωγών στο δίκτυο για τον διαχωρισμό του σε 2 <i>DMAs</i>	47
Εικόνα 5-8: Σενάριο 2 – 2 <i>DMAs</i> . Ο διαχωρισμός του δικτύου σε 2 <i>DMAs</i>	48
Εικόνα 5-9: Σενάριο 2 – 2 <i>DMAs</i> . Απεικόνιση κρίσιμων κόμβων <i>J-372</i> και <i>J-555</i>	48
Εικόνα 5-10: Σενάριο 2 – 2 <i>DMAs</i> . Ανατολική περιοχή Νέας Δημητριάδας όπου συναντάται η μέγιστη ηλικία νερού. Εμφανώς βελτιωμένη η κατάσταση σε σχέση με την αρχική	50
Εικόνα 5-11: Σενάριο 3 – 4 <i>DMAs</i> . Χρωματική απεικόνιση ηλικίας νερού	53
Εικόνα 5-12: Σενάριο 3 – 4 <i>DMAs</i> . Επισήμανση κλειστών αγωγών και διαχωρισμός της περιοχής σε 4 <i>DMAs</i>	53
Εικόνα 5-13: Σενάριο 3 – 4 <i>DMAs</i> Οι 4 <i>DMAs</i> όπως διαμορφώνονται με το κλείσιμο των αγωγών	54
Εικόνα 5-14: Σενάριο 3 – 4 <i>DMAs</i> . Η περιοχή που πλήττεται από μεγάλες ηλικίες νερού. Βελτιωμένη η κατάσταση σε σχέση με την αρχική αλλά χειρότερη από αυτή των 2 <i>DMAs</i>	54
Εικόνα 5-15: Σενάριο 3 – 4 <i>DMAs</i> . Επισήμανση θέσης κρίσιμων κόμβων με βάση την πίεση, για κάθε <i>DMA</i>	55
Εικόνα 6-1: Επισήμανση θέσης νέου αγωγού και χρωματική απεικόνιση ηλικίας νερού μετά την αλλαγή.....	63
Εικόνα 6-2: Επισήμανση κρίσιμων κόμβων δικτύου με βάση την πίεση μετά την μετατροπή του με τον αγωγό στην Αλκίπης.....	64
Εικόνα 6-3: Επισήμανση κρίσιμων περιοχών του μοντέλου της Νέας Δημητριάδας με είσοδο νερού και από την οδό Αλκίπης.....	64
Εικόνα 6-4: Επισήμανση περιοχής τοποθέτησης <i>PRVs</i>	67
Εικόνα 6-5: Επισήμανση θέσης των βαλβίδων απομείωσης πίεσης	70
Εικόνα 6-6: Επισήμανση κλειστών αγωγών για την εφαρμογή των βαλβίδων	70
Εικόνα 6-7: Επισήμανση κρίσιμων κόμβων για την <i>DMA 2</i>	73
Εικόνα 6-8: Συντελεστές τιμολόγησης μεταφοράς υλικών.....	74
Εικόνα 6-9: Διατομή εκσκαφής για την τοποθέτηση του αγωγού και η αποκατάσταση του ασφαλτικού	74
Εικόνα 6-10: Προϋπολογισμός έργου τοποθέτησης αγωγού.....	75
Εικόνα 6-11: Τιμοκατάλογος βαλβίδων ανά διάμετρο (<i>TEXNOPOH</i>)	76

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1-1: Υδατικό ισοζύγιο κατά IWA(International Water Association) [αρχική μορφή]	6
Πίνακας 1-2: Υδατικό Ισοζύγιο (Κανακούδης & Τσιτσιφλή,2010) [2 ^η Τροποποίηση]	7
Πίνακας 2-1: Ποιότητα Νερού – Αίτια επιβάρυνσης (Κανακούδης, 1998)	13
Πίνακας 2-2: Οι επιπτώσεις λόγω της αύξησης ηλικίας στο νερό	15
Πίνακας 5-1: Σενάριο 1 – No DMAs. Κρίσιμοι κόμβοι με βάση την πίεση και η ηλικία του νερού .	44
Πίνακας 5-2: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Κρίσιμοι κόμβοι με βάση την πίεση και η ηλικία νερού	50
Πίνακας 5-3: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Κρίσιμοι κόμβοι με βάση την πίεση και η ηλικία νερού.....	57

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 3-1: Υλικά κατασκευής δικτύου ύδρευσης Βόλου (2015)	22
Γράφημα 4-1: Καθημερινές ανάγκες των καταναλωτών που προσεγγίζουν το 70% των συνολικών αναγκών (Πατέλης, 2013)	38
Γράφημα 4-2: Παρουσίαση ηλικίας νερού σε κόμβο J-716	38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3-1: Συνολικό μήκος αγωγών (km) Εσωτερικού και Εξωτερικού Δικτύου	23
Διάγραμμα 5-1: Διακύμανση πίεσης στον κόμβο J-555.....	45
Διάγραμμα 5-2: Σενάριο 1 – No DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων	46
Διάγραμμα 5-3: Σενάριο 1 – No DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης	46
Διάγραμμα 5-4: Σενάριο 2- 2 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1 για 24 ώρες.....	49
Διάγραμμα 5-5: Σενάριο 2- 2 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-372 στην DMA 2 για 24 ώρες.....	49
Διάγραμμα 5-6: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 1.....	51
Διάγραμμα 5-7: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 1	51
Διάγραμμα 5-8: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 2.....	52
Διάγραμμα 5-9: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 2.....	52
Διάγραμμα 5-10: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-246 στην DMA 1 για 24 ώρες.....	55
Διάγραμμα 5-11: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-372 στην DMA 2 για 24 ώρες.....	56
Διάγραμμα 5-12: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 3 για 24 ώρες.....	56
Διάγραμμα 5-13: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-163 στην DMA 4 για 24 ώρες.....	57
Διάγραμμα 5-14: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 1	58

Διάγραμμα 5-15: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 1	58
Διάγραμμα 5-16: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 2	59
Διάγραμμα 5-17: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 2	59
Διάγραμμα 5-18: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 3	60
Διάγραμμα 5-19: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 3	60
Διάγραμμα 5-20: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 4	61
Διάγραμμα 5-21: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 4	61
Διάγραμμα 6-1: Σύγκριση ηλικίας νερού της αρχικής κατάστασης του δικτύου με την κατάσταση διαχωρισμού σε 2 DMAs.....	62
Διάγραμμα 6-2: Σύγκριση πιέσεων κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1 και στις τρεις καταστάσεις	65
Διάγραμμα 6-3: Σύγκριση πιέσεων κρίσιμου κόμβου J-372 στην DMA 2 και στις τρεις περιπτώσεις	65
Διάγραμμα 6-4: Σύγκριση ηλικίας νερού Νέας Δημητριάδας και στις περιπτώσεις	66
Διάγραμμα 6-5: Σύγκριση ηλικίας νερού στις DMAs και στις δύο περιπτώσεις	66
Διάγραμμα 6-6: Παρουσίαση της ζήτησης νερού πριν και μετά την τροποποίηση του δικτύου.....	68
Διάγραμμα 6-7: Συνολική Ετήσια Ζήτηση Νερού στην Νέα Δημητριάδα	68
Διάγραμμα 6-8: Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1	69
Διάγραμμα 6-9: Διακύμανση πίεσης κρίσιμων κόμβων J-65, J-69, J-70 στην DMA 2	69
Διάγραμμα 6-10: Κατάσταση ηλικίας νερού Νέας Δημητριάδας στην υφιστάμενη κατάσταση και σε όλα τα βήματα τροποποίησης.....	71
Διάγραμμα 6-11: Στάδια επεξεργασίας του Δικτύου και το συνολικό ετήσιο εισερχόμενο νερό για κάθε στάδιο	71
Διάγραμμα 6-12: Διακύμανση Εισερχόμενου Νερού στο 24ωρο στην υφιστάμενη κατάσταση και στην τροποποιημένη	72
Διάγραμμα 6-13: Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1 κατά την διάρκεια μιας ημέρας.....	72
Διάγραμμα 6-14: Διακύμανση πίεσης των κρίσιμων κόμβων στην DMA 2	73
Διάγραμμα 6-15: Σύγκριση εισερχόμενου νερού ετησίως για την αρχική και την τελική κατάσταση.....	76
Διάγραμμα 6-16: Παρουσίαση ανταποδοτικότητας εγχειρήματος σε ετήσια βάση.....	77
Διάγραμμα 6-17: Παρουσίαση χαρακτηριστικών τιμών Εισερχόμενου Νερού – Ηλικίας ανά βήμα επεξεργασίας	78
Διάγραμμα 6-18: Παρουσίαση χαρακτηριστικών τιμών Πίεσης – Ηλικίας ανά βήμα επεξεργασίας	78

1. Εισαγωγικές Έννοιες

1.1 Το νερό: ο θησαυρός της ζωής που δεν εκτιμάται

Το νερό αποτελεί το πιο σημαντικό στοιχείο στην καθημερινότητα του ανθρώπου, καθώς σηματοδοτεί την ύπαρξη και διατήρηση της ζωής πάνω στον πλανήτη. Αποτελεί δείκτη ευημερίας για τον άνθρωπο και αναπόσπαστο στοιχείο για την διαβίωση και την εξέλιξη του. Με βάση την ποσότητα και την ποιότητά του μεταβάλλει αναλόγως την υγεία και τις δράσεις της εκάστοτε κοινωνίας, ενώ συνιστά βασικό παράγοντα για την βιομηχανική και γενικότερα οικονομική ανάπτυξη περιοχών και κρατών (Εικόνα 1-1). Δυστυχώς όμως, στις σύγχρονες κοινωνίες επικρατεί ένας συνδυασμός συνεχούς αυξανόμενης ζήτησης, λόγω αυξανόμενων αναγκών, και συνεχώς υποβαθμισμένων υδατικών πόρων που μεταφράζονται είτε σε ελλείψεις στις διάφορες χρήσεις του νερού είτε σε μερικές ή ολικές υποβαθμίσεις οικοσυστημάτων. Ένας παράγοντας που εντείνει κατάσταση αυτή είναι η κλιματική αλλαγή, με τα φαινόμενα των πλημμυρών και των παρατεταμένων ξηρασιών να εμφανίζονται σε όλο και μεγαλύτερη συχνότητα. Συνεπώς, παρόλο που οι υδατικοί πόροι είναι ανανεώσιμοι υπάρχουν μεγάλες διαφορές στα διαθέσιμα αποθέματα νερού σε διάφορες περιοχές του πλανήτη (Εικόνα 1-2).



Εικόνα 1-1: Κατανάλωση νερού σε παγκόσμια κλίμακα

Ωστόσο το πρόβλημα δεν εντοπίζεται μόνο στην ποσότητα του νερού που διατίθεται προς πόση αλλά και στην ποιότητά του η οποία συνεχώς υποβαθμίζεται. Η διαμόρφωση της σύστασης της ποιότητας του νερού αναφέρεται στα χημικά, φυσικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των υδάτων διαπιστώνοντας ότι δεν είναι μόνο η πηγή του νερού που μας επηρεάζει την ποιότητα του αλλά και η επαφή του νερού με τον παράγοντα «άνθρωπο».

Εξετάζοντας λοιπόν τους λόγους για τους οποίους το νερό βάλλεται σε ότι αφορά την ποιότητα και την ποσότητα του έχουν οδηγήσει σταδιακά στη συνειδητοποίηση για λήψη άμεσων μέτρων και τελικά, στη διαμόρφωση ενός ευρύτερου πλαισίου, νομοθετικού ή μη και ορθολογική χρήση των συστημάτων ύδρευσης. Ένα από τα βασικότερα πλέον μέτρα απεικονίζεται στη διαχείριση και στον περιορισμό των απωλειών ύδατος στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής της ύδρευσης καθώς είναι η πιο αποδοτική παρεμβολή στην υφιστάμενη κατάσταση.

ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ

(Λίτρα [L] ανά περιοχή ανά χρόνο)

- Λιγότερο από 1700000 L
- 1700000-5000000 L
- Περισσότερο από 5000000 L

Πρόσβαση σε πόσιμο νερό

- ▨ Λιγότερο από το 50% του πληθυσμού



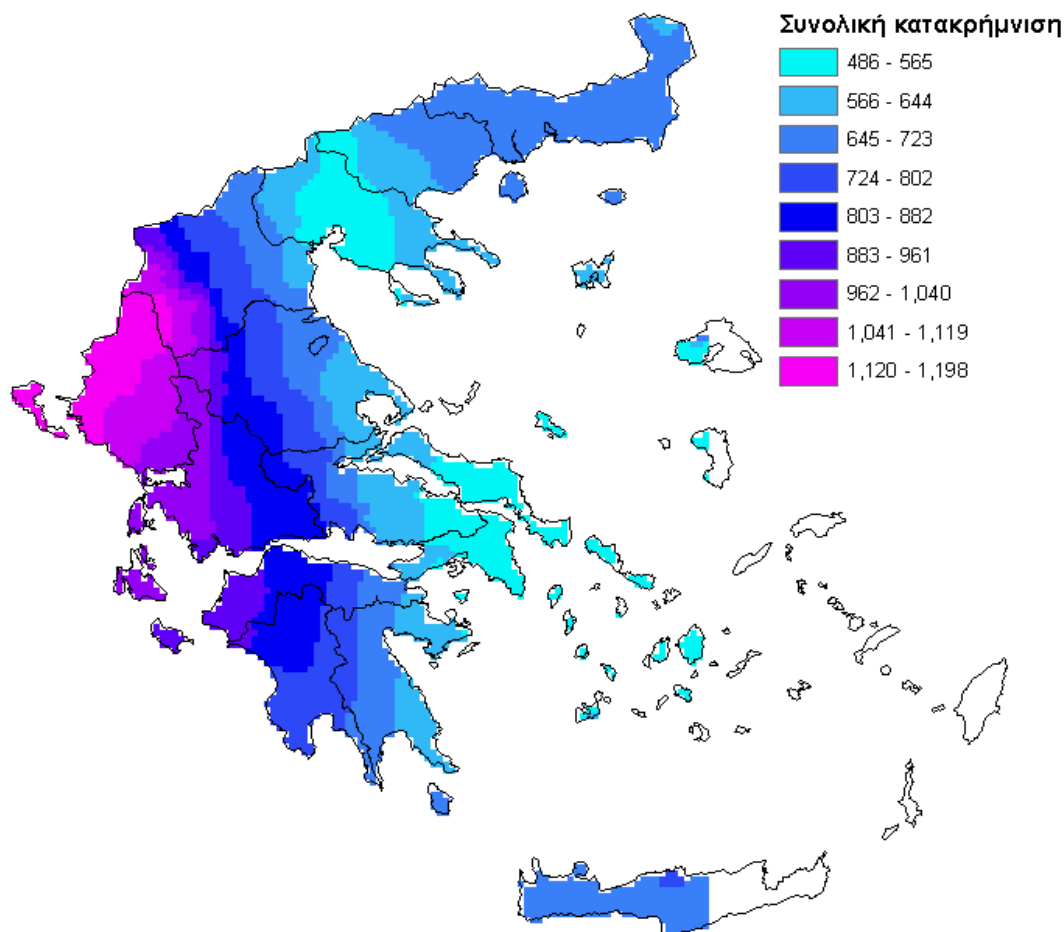
Εικόνα 1-2: Διαθεσιμότητα νερού στον πλανήτη

Οι εκτιμήσεις για τις απώλειες νερού από τα συστήματα ύδρευσης κυμαίνονται στο 30 με 40% του συνολικού όγκου νερού που εισέρχεται σε αυτά, ενώ σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να αγγίξουν το 50 με 60%. Παρά το γεγονός αυτό, οι περισσότερες εταιρίες ύδρευσης δεν είναι πρόθυμες να δημιουργήσουν μία στρατηγική εντοπισμού και άμεσης αποκατάστασης των απωλειών παρά μόνο εμμένουν στην επιδιόρθωση επιφανειακών διαρροών που γίνονται αντιληπτές από το κοινό ("παθητικός έλεγχος διαρροών"). Αυτό συνήθως συμβαίνει εξαιτίας της ύπαρξης πολυάριθμων και χαμηλού κόστους πηγών που μπορούν να αντισταθμίσουν τα προβλήματα, που ενδεχομένως να δημιουργήσουν στο σύστημα οι απώλειες, καθώς και εξαιτίας του γεγονότος ότι η εύρεση και αποκατάσταση των απωλειών δεν αντιστοιχεί απαραίτητα σε αύξηση των τιμολογίων χρέωσης. Πρέπει να επισημανθεί όμως ότι αυτή η προσέγγιση του κόστους του νερού θεωρείται παρωχημένη αφού λαμβάνεται υπόψη, κυρίως ή μόνον, το άμεσο κόστος και όχι το περιβαλλοντικό κόστος ή το κόστος ευκαιρίας των υδάτινων πόρων.

Επιπρόσθετα, σε αρκετές περιπτώσεις είναι πιο οικονομική και αποτελεσματική η βελτίωση της αποδοτικότητας του νερού σε σύγκριση με την αύξηση της παροχής νερού για την κάλυψη των αναγκών. Απόρροια της περιγραφείσας κατάστασης και των εξαγόμενων συμπερασμάτων είναι η εισαγωγή νέων δεδομένων και μεθοδολογιών στη διαχείριση της ζήτησης, καθώς η κλασική αντιμετώπιση της έλλειψης, μέσω της αύξησης του κόστους άντλησης μεταφοράς και επεξεργασίας αντικαθίσταται από την εστίαση στην αποδοτικότερη χρήση του νερού με την εγκατάσταση του κατάλληλου εξοπλισμού και τον περιορισμό των απωλειών.

1.2 Η αξιοποίηση των υδατικών πόρων της Ελλάδας και τα προβλήματα

Οι βροχοπτώσεις στην Ελλάδα επηρεάζονται σημαντικά από την οροσειρά της Πίνδου η οποία διασχίζει τη χώρα από βορειοδυτικά προς νότια. Η μέση ετήσια βροχόπτωση ξεπερνά τα 1500mm στις ορεινές περιοχές της Δυτικής Ελλάδας ενώ στα ανατολικά διαμερίσματα της χώρας η τιμή αυτή μπορεί να πέσει ακόμα και στα 400mm. Στην Εικόνα 3 αποτυπώνεται η συνολική κατακρήμνιση που εντοπίζεται στον ελλαδικό χώρο σύμφωνα με τα στοιχεία του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η Δυτική Ελλάδα δέχεται το μεγαλύτερο μέρος των βροχοπτώσεων και εκεί παρουσιάζονται υψηλότερες τιμές απορροής ενώ η Ανατολική Ελλάδα με τα νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη έχουν σημαντικά μικρότερες βροχοπτώσεις.



Εικόνα 1-3: Η συνολική κατακρήμνιση στην Ελλάδα (ΕΤΥΜΠ).

Παρότι όμως στην Ελλάδα παρατηρείται ένας σημαντικός όγκος κατακρημνίσεων και απορροών, εντοπίζεται πρόβλημα περισυλλογής του όγκου αυτού και αξιοποίησης του κατάλληλα (Εικόνα 1-3). Συνολικά λοιπόν, η Ελλάδα διαθέτει επαρκείς υδατικούς πόρους, αλλά διάφοροι λόγοι μειώνουν σημαντικά την πραγματικά διαθέσιμη ποσότητά τους και δυσκολεύουν την αξιοποίησή τους (Sofios et al., 2008).

Επισημαίνοντας επιγραμματικά τους πιο σημαντικούς φυσικούς λόγους χάρη στους οποίους εντοπίζονται προβλήματα στην αξιοποίηση των υδατικών πόρων της χώρας, παρατηρούμε:

- Την ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο
- Την ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στο χώρο και τον χρόνο, σε αναντιστοιχία με την κατανομή της προσφοράς
- Την γεωμορφολογία της χώρας
- Την εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που έρχονται από γειτονικά κράτη
- Το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών
- Τα πολλά άνυδρα, ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους, νησιά της Ελλάδας

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων συνιστά ουσιαστικά “μια διαδικασία η οποία προωθεί τη συντονισμένη ανάπτυξη και διαχείριση των φυσικών υδατικών πόρων (επιφανειακών και υπόγειων) και των σχετικών χερσαίων και άλλων σχετιζόμενων πόρων, με στόχο τη μεγιστοποίηση της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας χωρίς να διακυβεύεται η βιωσιμότητα ζωτικών οικοσυστημάτων” (Global Water Paternship, 2000).

Η βιώσιμη ανάπτυξη υδατικών πόρων, σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία, προϋποθέτει την υιοθέτηση και υλοποίηση τεσσάρων βασικών αρχών:

- Ενιαία και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των τεχνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων της διαχείρισης και σωστής εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων.
- Διαχείριση της ζήτησης, αντί της ζημιογόνου περιβαλλοντικά, αλλά και αδιέξοδης οικονομικά πολιτικής της διαχείρισης προσφοράς νερού
- Οικονομική θεώρηση του νερού και κοστολόγηση του σύμφωνα με την πλήρη αξία του, η οποία αντανακλά την αξία της πλέον πολύτιμης εναλλακτικής ή δυνητικής χρήσης του
- Αποκέντρωση της διαχείρισης των υδατικών πόρων με την ένταξη και συμμετοχή στην όλη διαδικασία των τελικών χρηστών του νερού (δημόσιος – ιδιωτικός τομέας).

Η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την κοινοτική Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ έγινε με τον νόμο 3199/2003 (ΦΕΚ 280 Α/09.12.2003) και το ΠΔ 51/2007 (ΦΕΚ 54 Α/08.03.2007). Η εθνική νομοθεσία, εκτός από την ενσωμάτωση των βασικών εννοιών της Οδηγίας για τους υδατικούς πόρους, καθορίζει, παράλληλα, τη συγκρότηση της νέας διοικητικής δομής σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο και τις αρμοδιότητες των επιμέρους φορέων. Σε εθνικό επίπεδο, η Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) έχει την ευθύνη εφαρμογής της Οδηγίας-Πλαίσιο.

1.3 Θεμελιώδεις έννοιες υδατικού ισοζυγίου

Το υδατικό ισοζύγιο πρόκειται για μια εξίσωση των υδατικών πόρων όπως παρατηρούνται όταν βρίσκονται σε ένα δίκτυο ύδρευσης. Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται το εισερχόμενο νερό στο δίκτυο, οι καταναλώσεις που είναι καταγεγραμμένες και οι εκτιμήσεις που γίνονται για τις μη καταγεγραμμένες, οι υδρολογικές απώλειες που εμφανίζονται λόγω της χρήσης του δικτύου σε φυσιολογικές συνθήκες και η περίσσεια νερού η οποία αποθηκεύεται ή καταγράφεται σαν εξερχόμενο νερό από το δίκτυο.

Εστιάζοντας στα δίκτυα ύδρευσης, μπορούμε με σαφήνεια να αναφερθούμε στα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζουν καθώς και στις αιτίες των προβλημάτων αυτών. Τα βασικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα δίκτυα ύδρευσης είναι:

- Απώλειες νερού
- Φυσική Ακεραιότητα
- Παροχетеυτική Ικανότητα
- Ποιότητα Νερού

Οι κυριότερες αιτίες των προβλημάτων αυτών είναι:

- Διάβρωση μεταλλικών αγωγών
- Μείωση Παροχетеυτικής Ικανότητας
- Διαρροές & Θραύσεις
- Υποβάθμιση της Ποιότητας Νερού
- άλλες

Εξετάζοντας την διαχείριση, 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. Για την επίτευξη των στόχων αυτών απαιτείται η χρήση αναγνωρισμένων μεθοδολογιών υπολογισμού

του υδατικού ισοζυγίου, η χρήση αναγνωρισμένων δεικτών αξιολόγησης του επιπέδου λειτουργίας όλου του συστήματος και η γνώση των πλέον εξελιγμένων τεχνικών και τεχνολογιών.

Τα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς την επίτευξη των στόχων είναι το Υδατικό Ισοζύγιο, τα εργαλεία αξιολόγησης του επιπέδου λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης (water audit tools) και τα συστήματα υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Βασικό στοιχείο αποτελεί η επίγνωση των διαχειριστών των δικτύων ύδρευσης ότι, πρώτα, πρέπει να βελτιωθεί η αποδοτικότητα χρήσης του νερού και μετά να αναζητηθούν νέες πηγές υδροδότησης. Ο όρος «αποδοτικότητα χρήσης νερού» αναφέρεται στην αύξηση της μοναδιαίας απόδοσης της χρήσης του νερού και έχει δύο διαστάσεις. Η πρώτη διάσταση του όρου αφορά στην ελαχιστοποίηση του όγκου του νερού που χάνεται και αποτελεί έναν περιβαλλοντικό δείκτη για την αποδοτικότητα του συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση, η κλοπή νερού δεν θεωρείται απώλεια νερού, αφού τελικά χρησιμοποιείται, ακόμη και με τρόπο μη συντηρητικό, αλλά δεν χρεώνεται στον τελικό καταναλωτή. Παρόλα αυτά, μπορεί να θεωρηθεί ότι η κλοπή νερού γίνεται με συντηρητικό τρόπο, αφού ο χρήστης αυτού του νερού προσπαθεί να ενεργήσει γρήγορα και να αποσπάσει μόνο την ποσότητα που χρειάζεται προκειμένου να μην γίνει αντιληπτός. Η δεύτερη διάσταση αναφέρεται στην ελαχιστοποίηση των απωλειών εσόδων που σχετίζονται με το Μη Ανταποδοτικό Νερό. Στην περίπτωση αυτή η κλοπή του νερού αποτελεί απώλεια νερού, αφού σχετίζεται με απώλεια εσόδων. Τελικός στόχος των διαχειριστών των δικτύων ύδρευσης πρέπει να είναι η μείωση του Μη Ανταποδοτικού Νερού στα δίκτυα ύδρευσης. Μία ολοκληρωμένη μεθοδολογία θα πρέπει να στοχεύει στην εξοικονόμηση νερού μέσω της μείωσης των διαφόρων ειδών απωλειών και της σπατάλης του από τον χρήστη.

Το πρώτο κρίσιμο βήμα είναι η αξιολόγηση του επιπέδου λειτουργίας του δικτύου, μέσω του υπολογισμού του Υδατικού του Ισοζυγίου κατά τον Διεθνή Οργανισμό Νερού IWA (International Water Association) και τη χρήση των κατάλληλων δεικτών αξιολόγησης. Παρακάτω παρατίθενται όλοι οι ορισμοί, όπως αποτυπώνονται στο εγχειρίδιο “best practice” του IWA(2000):

- **Όγκος εισερχόμενου νερού στο δίκτυο (System Input Volume-SIV):** Ο ετήσιος όγκος εισόδου στο σύστημα περιλαμβάνοντας κάθε δυνατό υδατικό πόρο που αξιοποιείται.
- Εξουσιοδοτημένη κατανάλωση (Authorized Consumption):** Ο ετήσιος όγκος νερού, καταγεγραμμένου και μη, που λαμβάνεται από όλους τους καταχωρημένους στην εταιρία ύδρευσης χρήστες, τους πελάτες, τον προμηθευτή νερού και οποιονδήποτε εξουσιοδοτημένο από τον προμηθευτή νερού για διάφορες χρήσεις.
- Απώλειες Νερού (Water Losses):** Η διαφορά ανάμεσα στον όγκο εισόδου στο σύστημα και στον όγκο της εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Ο υπολογισμός αυτός είναι απαραίτητος για την αφετηρία λήψης πρωτοβουλιών και μέτρων καθώς αντανακλά το μέγεθος του προβλήματος. Οι απώλειες νερού διαχωρίζονται σε πραγματικές ή φυσικές κι σε φαινόμενες ή εμπορικές απώλειες.
- Πραγματικές Απώλειες (Real Losses):** Αφορούν τους ετήσιους όγκους νερού που χάνονται στο υπό πίεση σύστημα διανομής, μέχρι το σημείο της χρήσης από τους ιδιώτες το οποίο συνήθως είναι ο μετρητής της κατανάλωσης.
- Φαινόμενες Απώλειες:** Αφορούν τη μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση και τις διαφόρου τύπου ανακρίβειες που αφορούν τους μετρητές.
- Μη ανταποδοτικό Νερό (Non-Revenue Water/ NRW):** Είναι η διαφορά ανάμεσα στον εισερχόμενο όγκο νερού στο σύστημα και της τιμολογούμενης εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης. Το μη ανταποδοτικό νερό αποτελείται από την εξουσιοδοτημένη κατανάλωση χωρίς χρέωση, τις φαινόμενες και τις πραγματικές απώλειες.

Οι δείκτες αυτοί ορίζουν την αρχική μορφή του ογκομετρικού Υδατικού Ισοζυγίου κατά IWA (Πίνακας 1-1).

Πίνακας 1-1: Υδατικό ισοζύγιο κατά IWA(International Water Association) [αρχική μορφή]

Ετήσιο Εισερχόμενο Νερό Στο Δίκτυο	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση	Νερό που αποδίδει έσοδα	
			Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση		
		Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση	Νερό που δεν αποδίδει έσοδα (μη Ανταποδοτικό Νερό)	
		Μη-Τιμολογούμενη Μη-Μετρούμενη Κατανάλωση			
	Απώλειες Νερού	Φαινόμενες Απώλειες Νερού	Μη- Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση		
			Λάθη Μετρητών /Μετρήσεων		
	Πραγματικές Απώλειες Νερού				

“...Η εφαρμογή του Πρότυπου Υδατικού Ισοζυγίου σε χώρες της Μεσογείου έδειξε ότι υπάρχουν τοπικά χαρακτηριστικά και πολιτικές που δημιουργούν προβλήματα στον ακριβή αξιόπιστο υπολογισμό του. Στη λεκάνη της Μεσογείου αποτελεί συνηθισμένη πρακτική η χρέωση Παγίου (είτε ως ελάχιστη κατανάλωση σε κυβικά μέτρα νερού, είτε ως ελάχιστη χρέωση σε χρήμα). Στην πρώτη περίπτωση ο καταναλωτής αν καταναλώσει ποσότητα νερού μικρότερη από την ελάχιστη, χρεώνεται με την ελάχιστη αυτή ποσότητα. Στην περίπτωση της πάγιας χρέωσης χρηματικού ποσού, ο καταναλωτής είτε καταναλώνει είτε όχι, χρεώνεται με το ελάχιστο αυτό ποσό, στο οποίο προστίθεται η αξία της ποσότητας νερού που κατανάλωσε πραγματικά. Οι εταιρείες ύδρευσης χρησιμοποιούν ουσιαστικά την πάγια χρέωση για να επιτύχουν ισοστάθμιση των εξόδων τους, ενώ ο πραγματικός της ρόλος θα έπρεπε να είναι το κόστος ευκαιρίας που θα πρέπει να πληρώνει κάθε καταναλωτής για την δυνατότητα πρόσβασης σε νερό. Η αναγκαιότητα επίτευξης του «νεκρού σημείου», και άρα διασφάλιση οριακής βιωσιμότητας, αποτελεί τη βασική δικαιολογία εκ μέρους των εταιρειών ύδρευσης για τη χρήση της πάγιας χρέωσης. Η πρακτική όμως αυτή στην ουσία υποβαθμίζει την αναγκαιότητα λήψης μέτρων μείωσης του μη-ανταποδοτικού νερού, αφού μέρος του ανακτάται μέσω του παγίου. Στην προσπάθεια ανάδειξης του ρόλου του παγίου, οι Κανακούδης & Τσιτσιφλή(2010) πρότειναν την 2η τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου της IWA. Έτσι το Υδατικό Ισοζύγιο της IWA από πλήρως ογκομετρικό (αρχική μορφή) έγινε πλήρως οικονομικό (2η τροποποίηση). Η 2η τροποποίηση του Υδατικού Ισοζυγίου εισαγάγει την έννοια της Διαφοράς Παγίου που ουσιαστικά αφορά σε απώλειες νερού των οποίων την αξία η εταιρεία ύδρευσης ανακτά” (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2010). Η παραπάνω τροποποίηση παρουσιάζεται στον Πίνακα 1-2.

Πίνακας 1-2: Υδατικό Ισοζύγιο (Κανακούδης & Τσιτσιφλή, 2010) [2^η Τροποποίηση]

Ετήσιο Εισερχόμενο Νερό Στο Δίκτυο	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση	Νερό που πωλείται και αποδίδει έσοδα	Νερό που πωλείται και αποδίδει έσοδα
			Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση	Νερό που πωλείται και ΔΕΝ αποδίδει έσοδα	Νερό που πωλείται και ΔΕΝ αποδίδει έσοδα
		Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση	Νερό που δεν πωλείται και δεν αποδίδει έσοδα (μη Ανταποδοτικό Νερό)	Λογιστικό μη ανταποδοτικό νερό
	Φαινόμενες Απώλειες Νερού	Μη-Τιμολογούμενη Μη-Μετρούμενη Κατανάλωση			
		Μη-Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση			
	Απώλειες Νερού	Πραγματικές Απώλειες Νερού	Λάθη Μετρητών /Μετρήσεων	Απώλειες Νερού που αποδίδουν έσοδα (Διαφορά Παγίου)	

Καταλήγοντας 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. Διαπιστώνοντας την φύση του προβλήματος, δρομολογούνται μια σειρά από ενέργειες με σκοπό την αντιμετώπιση του και την βελτιστοποίηση της κατάστασης.

1.4 Πίεση και απώλειες

Σύμφωνα με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής αλλά και τα φυσικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε δικτύου ύδρευσης, δημιουργείται πίεση στο δίκτυο η οποία είναι επιθυμητή αλλά έως ένα βαθμό, γι’ αυτό τον λόγο επιβάλλεται η ρύθμισή της.

Η ρύθμιση της πίεσης, λοιπόν, παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση των απωλειών νερού στα δίκτυα ύδρευσης. Ο όγκος των πραγματικών απωλειών, σύμφωνα με τις σύγχρονες προσεγγίσεις (IWA 2000) διαμορφώνεται από τα εξής:

- Καλή διαχείριση των σωληνώσεων και των λοιπών συσκευών
- Διαχείριση της πίεσης
- Ενεργός έλεγχος διαρροών
- Ταχύτητα και ποιότητα επισκευών

Πιο αποτελεσματική τεχνική από τις παραπάνω αποδεικνύεται η διαχείριση της πίεσης με κύρια επίδραση στη μείωση των πραγματικών απωλειών. Κάποια από τα βασικά οφέλη από τη μείωση της πίεσης και των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης είναι τα παρακάτω:

- Ελάττωση των θραύσεων των αγωγών, άρα και μικρότερο συνολικό κόστος εργασιών επισκευής
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αγωγών
- Μείωση διαρροών που δεν ανιχνεύονται
- Μείωση διαρροών σε ενώσεις (σωληνών, βαλβίδων κλπ.)
- Μείωση εμφάνισης μεταβατικών ροών εντός των αγωγών
- Μείωση της κατανάλωσης που εξαρτάται από την πίεση
- Μεγάλη εξοικονόμηση νερού με πολλά περιβαλλοντικά οφέλη

➤ Βελτίωση ποιότητας νερού

Αν και η διαχείριση της πίεσης, απ’ ότι έχει αποδειχθεί, βοηθάει σημαντικά στη μείωση των πραγματικών απωλειών, έχει και επιπτώσεις στις μεθόδους και στο κόστος αντιμετώπισης των απωλειών. Λόγω της μείωσης της πίεσης είναι πιο δύσκολο να γίνει ενεργός έλεγχος διαρροών, καθώς μειώνεται ο θόρυβος από τις διαρροές, με αποτέλεσμα να είναι πιο δύσκολη η ανίχνευση τους από την επιφάνεια («παθητικός έλεγχος»). Επιπλέον, υπάρχει κίνδυνος, αν γίνει αρκετή μείωση τις ώρες αιχμής, κάποιες περιοχές του δικτύου να μην έχουν αρκετή πίεση ώστε να εξυπηρετούνται ικανοποιητικά οι καταναλωτές.

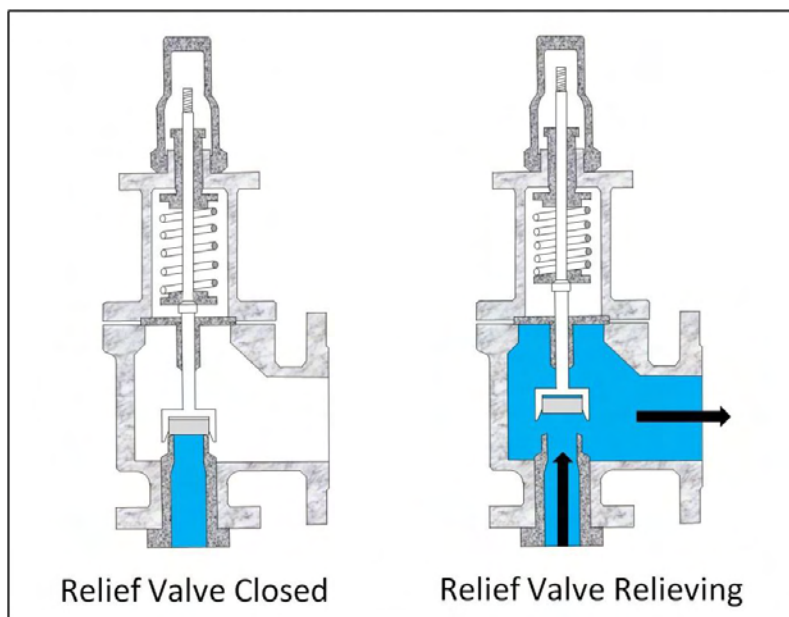
1.5 Οικονομικά οφέλη διαχείρισης πίεσης

Εκτός από το οικολογικό όφελος, η σωστή διαχείριση της πίεσης ενός υφιστάμενου δικτύου, έχει την δυνατότητα να αποτελέσει και σημαντική οικονομική ελάφρυνση για την εκάστοτε εταιρία διαχείρισης. Σε ένα δίκτυο με δεδομένη ζήτηση (σε πίεση και παροχή) και έχοντας μειώσει όσο το δυνατόν περισσότερο τις απώλειές του, τα οφέλη που αποκομίζονται είναι πολλά και συνοψίζονται στα παρακάτω:

- **Μείωση του λειτουργικού κόστους.** Μείωση των απωλειών σημαίνει μείωση της άντλησης νερού για την κάλυψη της ζήτησης του δικτύου, η οποία παραμένει σταθερή, άρα υπάρχουν λιγότερες δαπάνες.
- **Μη ύπαρξη ανάγκης επέκτασης του ήδη υπάρχοντος συστήματος.** Αύξηση της ζήτησης δεν συνεπάγεται πλέον αύξηση της παροχής εισόδου στο δίκτυο.
- **Ελάττωση συνολικής ποσότητας χημικών και διάφορων ουσιών για τον καθαρισμό του νερού,** εξαιτίας της μείωσης όγκου αντλούμενου νερού.
- **Αύξηση απόδοσης τιμολόγησης και είσπραξης χρημάτων,** καθώς η σύγκριση κατανάλωσης με τιμολόγηση γίνεται πιο ξεκάθαρη και με αυτό τον τρόπο εξυγιάζεται η σχέση πάροχου – καταναλωτή.

1.6 Βαλβίδες μείωσης πίεσης

Οι βαλβίδες μείωσης της πίεσης (PRVs) είναι συσκευές που δίνουν τη δυνατότητα μείωσης της κατάντη σε σύγκριση με την ανάντη πίεση.



Εικόνα 1-4: Λειτουργία της PRV

Πλέον υπάρχουν σε μια ευρεία ποικιλία από συσκευές απλού χειρισμού μέχρι μηχανισμούς σύνθετων ηλεκτρονικών μορφών ελέγχου. Συνοπτικά υπάρχουν:

- Βαλβίδες ρύθμισης συγκεκριμένης πίεσης (fixed outlet prv)
- Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης με βάση ένα προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα (modulated prv (multi point control))
- Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης βάσει ζήτησης (flow modulating prv (flow based dynamic modulation))

Η PRV προστατεύει τις συνδεδεμένες συσκευές από την υπερβολική πίεση. Αμέσως μόλις σημειωθεί μια υπερβολική πίεση στην έξοδο, η PRV ανοίγει και εκτονώνει την υπερπίεση έξω από τον ρυθμιστή (Εικόνα 1-4). Επομένως, αντιλαμβανόμαστε ότι με κατάλληλο σχεδιασμό και οργάνωση ενός δικτύου με εγκατεστημένες PRVs θα ήταν πολύ εύκολο να επιτευχθεί λύση στο πρόβλημα της πίεσης χωρίς να επηρεάζεται δραματικά η εξυπηρέτηση της κατανάλωσης.

1.7 Υδραυλικά απομονωμένες περιοχές (DMAs – District Metered Areas)

Η ιδέα και η εφαρμογή των DMAs ξεκίνησε από τις αρχές της δεκαετίας του '80 από τις βρετανικές εταιρίες ύδρευσης και στόχο είχε να αναπτυχθεί σε χώρες της Ευρώπης και μεταγενέστερα της Λατινικής Αμερικής.

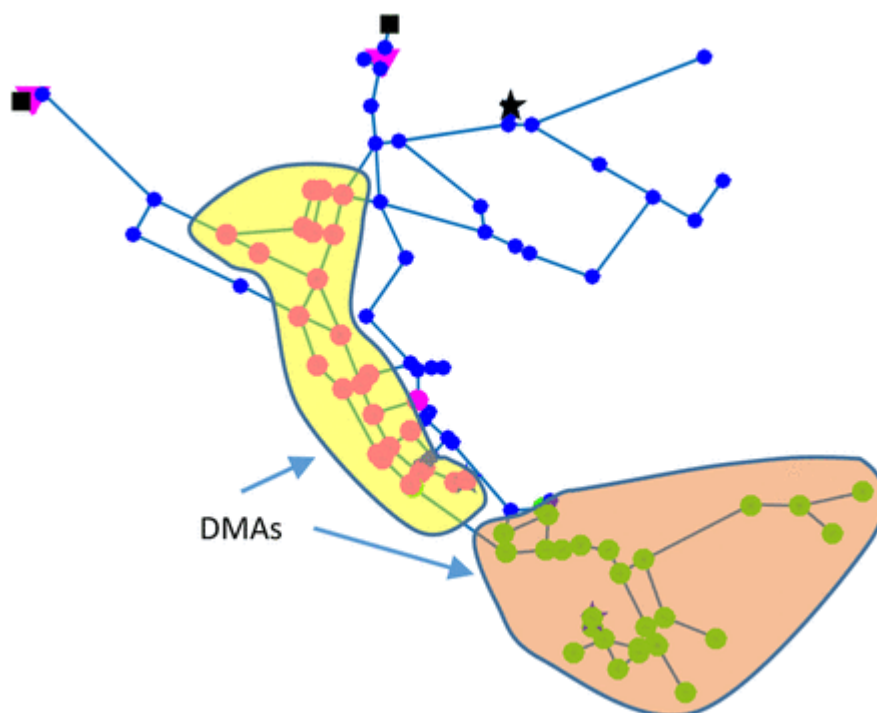
Ως DMA, ορίζεται μια πλήρως καθορισμένη και υδραυλικά απομονωμένη περιοχή ενός συστήματος διανομής νερού (δικτύου ύδρευσης), στην οποία μετρούνται οι ποσότητες που εισέρχονται και εξέρχονται. Ο διαχωρισμός αυτών των περιοχών γίνεται με τη χρήση των βαλβίδων απομόνωσης. Συνήθως, η DMA έχει ένα σημείο εισόδου του νερού σε αυτήν και ένα σημείο εξόδου του νερού από αυτή. Ιδανικά, κάθε DMA έχει μόνο έναν κόμβο εισαγωγής με το απαραίτητο παροχόμετρο και περιλαμβάνει συνήθως 500 έως 3000 υδρόμετρα.

Η ανάλυση των παροχών, έπειτα από την οριοθέτηση και εφαρμογή των DMAs, οδηγεί σε συμπεράσματα για το επίπεδο των διαρροών κάθε DMA και ακολούθως για την ανάγκη ή μη της λήψης μέτρων για τη μείωσή τους. Επιπλέον, με αυτή τη μέθοδο επιτρέπεται η σύγκριση των επιπέδων διαρροής μεταξύ των περιοχών αυτών σε ένα δίκτυο και η εκτίμηση κατά πόσο και πού είναι πιο αποδοτική η ανάληψη μέτρων διαχείρισης των απωλειών. Τέλος, με την ανάλυση αυτή

επιτρέπεται η επιδιόρθωση ενός οποιουδήποτε προβλήματος σε κάθε σημείο του δικτύου χωρίς να επηρεάζονται όλοι οι καταναλωτές στο σύνολο.

1.8 DMA: ο ρόλος της στη διαχείριση των απωλειών

Σκοπός της ύπαρξης των DMAs είναι ο διαχωρισμός του δικτύου σε μικρότερες και πιο εύκολα διαχειρίσιμες περιοχές στις οποίες η παροχή μπορεί να μετρηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν διαρροές στο σύστημα (Εικόνα 1-5).



Εικόνα 1-5: Τυπικός διαχωρισμός δικτύου σε DMAs

Η διαδικασία αυτή υλοποιείται με την καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων των παροχών σε κάθε περιοχή ξεχωριστά, στοχεύοντας στην μείωση του χρόνου εντοπισμού του προβλήματος οδηγώντας σε ελάττωση των απωλειών ύδατος. Αυτό απορρέει από το γεγονός ότι ο συνολικός όγκος απωλειών νερού που οφείλεται από διαρροές ή θραύσεις προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του ρυθμού της διαρροής επί το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δημιουργία μέχρι τον εντοπισμό της διαρροής. Οπότε, όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα ανάλυσης των δεδομένων (αφού πλέον ο όγκος των πληροφοριών επιμερίζεται ανάλογα σε κάθε DMA) τόσο πιο μικρό θα είναι το χρονικό διάστημα εντοπισμού του προβλήματος κι επομένως κι ο όγκος του νερού που χάνεται.

1.9 Εφαρμογή των DMAs και προβλήματα

Η διαδικασία διαχωρισμού ενός δικτύου ύδρευσης σε DMAs σε συνδυασμό με την εφαρμογή μίας τεχνικής διαχείρισης των απωλειών φέρει μία πληθώρα οφελών και οδηγεί σε σημαντικά αποτελέσματα. Ωστόσο, υπάρχει ένας αντισταθμιστικός παράγοντας, η σημασία του οποίου δεν επιτρέπει την μερική ή ολική υποτίμησή του. Ο παράγοντας αυτός αφορά την ποιότητα του διοχετευόμενου νερού στους πελάτες. Η υλοποίηση των district metered areas προϋποθέτουν την ύπαρξη ενεργών βαλβίδων αποκλεισμού στα όρια μεταξύ τους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αδιεξόδων στο δίκτυο. Το γεγονός αυτό, αυξάνει την ενδεχόμενη πιθανότητα

εμφάνισης προβλημάτων γεύσεως ή οσμής του νερού, καθώς και την ύπαρξη χαμηλών υπολειμμάτων χλωρίου. Τέτοια προβλήματα ποιότητας του νερού υποβαθμίζουν την αξιοπιστία της υπεύθυνης εταιρίας ύδρευσης, κυρίως στην κοινή γνώμη του καταναλωτικού κοινού αφού το πρόβλημα της οσμής ή γεύσης του νερού το οποίο παρέχεται μπορεί να γίνει πολύ εύκολα αντιληπτό.

1.10 Μέτρα για το σχεδιασμό των DMAs

Το πρόβλημα που δημιουργείται κατά τον σχεδιασμό DMAs όσον αφορά την ποιότητα του νερού επιδέχεται πληθώρα λύσεων και το βάρος του δεν ισοδυναμεί σε καμία περίπτωση με αυτό των απωλειών. Για την μείωση του ενδεχομένου εμφάνισης θεμάτων ποιότητας, απαιτείται η εφαρμογή μιας σειράς μέτρων:

- Κατά τον σχεδιασμό των DMAs οι μεγάλοι καταναλωτές, όπως ξενοδοχειακές μονάδες, να τοποθετούνται στα άκρα διατηρώντας φρέσκο το νερό στο εσωτερικό των DMAs.
- Το άνοιγμα των συνοριακών βαλβίδων αποκλεισμού ανά τακτά χρονικά διαστήματα με ταυτόχρονη αύξηση της πίεσης (flushing programme).
- Αποφυγή πολλών κλειστών βανών αποκλεισμού
- Απαραίτητος έλεγχος για διακοπτόμενη παροχή
- Έλεγχος τήρησης κριτηρίων που προέρχονται από τον αρχικό σχεδιασμό του δικτύου
- Έλεγχος χαμηλής πίεσης του δικτύου
- Σε πρακτικό επίπεδο, η τακτική συντήρηση και εξασφάλιση της ακεραιότητας των ορίων των DMAs

2. Η ποιότητα του νερού στο δίκτυο ύδρευσης

2.1. Νομοθετικό πλαίσιο για το πόσιμο νερό και την ποιότητα του (ΚΥΑ Υ2/2600/2001)

Στο υπάρχον Θεσμικό Πλαίσιο για την ποιότητα του πόσιμου νερού περιλαμβάνονται οι ακόλουθες διατάξεις:

- Η ΔΤΓ2/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 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 ΤΜ/5673/57 (ΥΕΚ 5/58 Β) Υγ. Διάταξη, που αναφέρεται στις μεθόδους απολύμανσης του νερού ύδρευσης.
- Τα άρθρα 8 έως 17 του Υγειονομικού Κανονισμού, που αναφέρονται σε μέτρα προστασίας πηγών υδροληψίας και συστημάτων ύδρευσης.
- Η Β1/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 Ε1β/221/65 (ΥΕΚ 138/τ.β/24-2-65) Υγ. Διάταξη1 στην οποία προβλέπονται αποστάσεις ασφαλείας των πηγών υδροληψίας από χώρους διάθεσης λυμάτων.

Σύμφωνα με την νομοθεσία, η εκάστοτε εταιρία διαχείρισης είναι αρμόδια και υπεύθυνη για τους ελέγχους της ποιότητας του νερού σε τακτά αλλά και όχι χρονικά διαστήματα. Οι παράμετροι που υπόκεινται σε παρακολούθηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα είναι οι ακόλουθες:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ➤ Αργίλιο | ➤ Νιτρώδη |
| ➤ Αμμώνιο | ➤ Οσμή |
| ➤ Χρώμα | ➤ Pseudomonas aeruginosa |
| ➤ Αγωγιμότητα | ➤ Γεύση |
| ➤ Clostridium Perfringens | ➤ Αριθμός σε 220 οC και 370 οC |
| ➤ Escherichia coli | ➤ Κολοβακτηριοειδή |
| ➤ Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου | ➤ Θολότητα |
| ➤ Σίδηρος | ➤ Υπολειμματικό χλώριο |

Στα κυριότερα στοιχεία που εξετάζονται κατά την αναγνώριση είναι:

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| ➤ Λεκάνη απορροής υδροληψία | ➤ δίκτυο διανομής |
| ➤ πηγή υδροληψίας | ➤ σύστημα επεξεργασίας |

- εξωτερικοί αγωγοί
- αντλιοστάσιο
- δεξαμενές
- απολύμανση
- εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις
- δίκτυο διανομής

Στοιχεία για την ενηλικίωση του νερού μέσα στο δίκτυο δεν εξετάζονται, αλλά είναι εμφανές ότι ό,τι προϊόντα μπορεί να δημιουργηθούν από την ενηλικίωση του νερού είναι δυνατό να αντιμετωπιστούν με τις αντίστοιχες διαδικασίες που ήδη πραγματοποιούνται για την εξυγίανση του νερού ως προς την χημική του σύσταση (Πίνακας 2-1).

Πίνακας 2-1: Ποιότητα Νερού – Αίτια 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 επενδυμένοι αγωγοί	Μεταβολή των χαρακτηριστικών του νερού

2.2. Ηλικία: ο ορισμός και παράγοντες που την επηρεάζουν

Η ποιότητα του νερού εξαρτάται και από το παράγοντα της ηλικίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καθίσταται αναγκαίος ο προσδιορισμός της. Η ηλικία του νερού σε ένα δίκτυο διανομής νερού αναφέρεται στο χρόνο που χρειάζεται το νερό να ταξιδέψει από τη πηγή προς τους καταναλωτές. Η μέτρησή της πραγματοποιείται έμμεσα με τη χρήση υδραυλικών μοντέλων. Καθώς όμως το νερό ταξιδεύει μέσω ενός συστήματος διανομής, υπόκειται σε διάφορους χημικούς μετασχηματισμούς που επηρεάζουν την ποιότητά του. Αυτοί οι μετασχηματισμοί εξαρτώνται από τη ταχύτητα του νερού μέσα στο δίκτυο, το μήκος των αγωγών αλλά και από την αλληλεπίδραση που συμβαίνει μεταξύ της ροής του νερού και των τοιχωμάτων του σωλήνα. Αξίζει να σημειωθεί ακόμη, ότι ο χρόνος παραμονής του νερού στις δεξαμενές επηρεάζει σημαντικά τελικά την ηλικία του.

Η ηλικία του νερού αποτελεί πλέον ένα αναγνωρισμένο δείκτη της ποιότητας του νερού. Πιο συγκεκριμένα, όσο χαμηλότερη είναι η ηλικία τόσο υψηλότερη θεωρείται η ποιότητα του νερού στο δίκτυο που μελετάται.

Η ηλικία του νερού εξαρτάται από:

- **τη ζήτηση του νερού:** Καθώς αυξάνεται η ζήτηση του νερού, αυξάνεται η ταχύτητα της ροής στο δίκτυο και συνεπώς η ηλικία του νερού μειώνεται. Η **ζήτηση** με τη σειρά της εξαρτάται από
- το σκοπό χρήσης του νερού : οικιακή χρήση, βιομηχανική ή εμπορική δραστηριότητα.
- Την χρονική περίοδο την οποία μελετάμε (χειμώνας, καλοκαίρι)

- τον καιρό : ευνοϊκός ή όχι για πότισμα κι άλλες γεωργικές εργασίες
- το αν πραγματοποιούνται από την κοινότητα ή από κάθε νοικοκυριό ξεχωριστά πρακτικές ανακύκλωσης κι επαναχρησιμοποίησης του νερού
- από τις ρυθμίσεις της πίεσης
- **την απόσταση που διανύει το νερό από τις 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 τους 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 κρουστών.
- **την εποχικότητα και τις εκάστοτε ανάγκες**
- **το σχεδιασμό του δικτύου** (ακτινωτό/ βρογχωτό δίκτυο, έκταση δικτύου, σχεδιασμός δικτύου ως προς την πυροπροστασία κι ύπαρξη εγκαταστάσεων αποθήκευσης νερού)
- **την υπερδιαστασιολόγηση στο σχεδιασμό του δικτύου** (επιλογή αγωγών μεγαλύτερης διαμέτρου από την απαιτούμενη για μακροπρόθεσμη εξυπηρέτηση των αυξανόμενων αναγκών των καταναλωτών)

2.3. Πόσιμο νερό δικτύου ύδρευσης και δημόσια υγεία

2.3.1. Χημικοί κίνδυνοι

Στα φυσικά νερά είναι ευάλωτα στον κίνδυνο ρύπανσης με τοξικές χημικές ουσίες, όπως φυτοφάρμακα, βαρέα μέταλλα κτλ. Οι ουσίες αυτές έχουν επίπτωση στην υγεία του ατόμου: Δηλητηρίαση, γαστρεντερίτιδες, αναιμίες, δερματικές βλάβες, ηπατοπάθειες, νεφροπάθειες, βλάβες στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, γενετικές ανωμαλίες και διαταραχές ανάπτυξης στα παιδιά, διανοητική καθυστέρηση (ο Π.Ο.Τ. εκτιμά ότι το 3,5% της πνευματικής καθυστέρησης σε παιδιά του αναπτυσσόμενου κόσμου οφείλεται σε αυξημένα ποσά μολύβδου στο αίμα), βλάβες στο ανοσολογικό σύστημα, νεοπλασίες κοκ..

Πιο συγκεκριμένα, κτηνοτροφικές μονάδες και αστικά λύματα αυξάνουν στα φυσικά νερά τις συγκεντρώσεις της αμμωνίας, των νιτρωδών και των νιτρικών, των φωσφορικών. Βιομηχανικές μονάδες αυξάνουν τις συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων και βαρέων μετάλλων, όπως καδμίου (κατασκευή μπαταριών και ηλεκτρονικών συσκευών, πλαστικά χρώματα), μολύβδου (κατασκευή μπαταριών, χρωστικών, στη βενζίνη), υδραργύρου (παρασκευή χλωρίνης, ηλεκτρονικών συσκευών), τρισθενούς και εξασθενούς χρωμίου (βυρσοδεψία, παραγωγή χρωμάτων και κεραμικών), αρσενικού (κατεργασία ξύλου), κυανίου (μεταλλουργία). Γεωργικές δραστηριότητες ρυπαίνουν τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά με τα φυτοφάρμακα (εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα και νηματοδοκτόνα), αρκετά από τα οποία είναι τοξικά για τους υδρόβιους οργανισμούς και αποτελούν απειλή για την ισορροπία των οικοσυστημάτων.

Οι χημικοί ρυπαντές δεν θα πρέπει να ανιχνεύονται στο πόσιμο νερό καθόλου ή τουλάχιστον να μην υπερβαίνουν τα ανώτερα επιτρεπόμενα όρια, όπως αυτά καθορίζονται από τον Π.Ο.Τ. και τις Αρχές Δημόσιας Υγείας.

2.3.2. Μικροβιολογικοί κίνδυνοι

Οι λοιμώξεις που οφείλονται στην κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού δικτύου ύδρευσης μεταδίδονται σε ευρεία μάζα του πληθυσμού και μπορούν να προσβάλουν τις ευάλωτες ομάδες του

πληθυσμού, όπως είναι οι ανοσοκατεσταλμένοι, τα μικρά παιδιά, οι ηλικιωμένοι, ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη ή με άλλα χρόνια νοσήματα.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί εισέρχονται στα φυσικά ύδατα ως επί το πλείστον εξαιτίας της κτηνοτροφικής και γεωργικής δραστηριότητας (κοπριά) και της αποβολής αστικών λυμάτων. Άλλες πηγές μικροβιακής ρύπανσης είναι τα κατοικίδια και τα άγρια ζώα, που με τα περιττώματά τους διασπείρουν τα μικρόβια στο νερό. Οι υδατογενείς λοιμώξεις από πόσιμο νερό διακρίνονται σε βακτηριακές, ιογενείς και παρασιτικές και οφείλονται κατά κύριο λόγο στην άμεση ή έμμεση κοπρανώδη επιμόλυνση. Είναι στην πλειοψηφία τους γαστρεντερίτιδες, αλλά μπορεί να γενικευτούν προκαλώντας βαριά κλινική εικόνα.

Οι κυριότερες αιτίες ρύπανσης του υδάτινου περιβάλλοντος. Σα συνηθέστερα βακτηριακά αίτια είναι: *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp (τυφοειδής και παρατυφοειδής, σαλμονελλώσεις), *Shigella* spp. (δυσεντερία, σιγκελλώσεις), *Vibrio cholerae* (χολέρα) και *Yersinia enterocolitica*. Οι ιοί που προκαλούν συνηθέστερα υδατογενείς λοιμώξεις είναι οι αδενοϊοί, οι εντεροϊοί, ο ιός της ηπατίτιδας Α, οι νοροϊοί και οι ροταϊοί. Από τα παράσιτα, συχνότερα προκαλούν λοιμώξεις τα πρωτόζωα *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp (Εικόνα 2-1).



Εικόνα 2-1 : Μικρόβια στο πόσιμο νερό

Ο κατάλογος των παθογόνων συνεχώς μεγαλώνει καθώς εξελίσσονται οι μικροβιολογικές τεχνικές απομόνωσης και εφαρμόζεται επιδημιολογική επιτήρηση από τους αρμόδιους Κρατικούς Φορείς.

2.4. Προβλήματα που προκύπτουν από την αύξηση της ηλικίας του νερού στο δίκτυο

Στον παρακάτω πίνακα 2-2 παρουσιάζονται τα προβλήματα της ποιότητας του νερού που είναι δυνατό να επιδεινωθούν από την αύξηση της ηλικίας του νερού σε ένα δίκτυο διανομής.

Πίνακας 2-2: Οι επιπτώσεις λόγω της αύξησης ηλικίας στο νερό

Χημικές Επιπτώσεις	Βιολογικές Επιπτώσεις	Φυσικές Επιπτώσεις
Σχηματισμός παραπροϊόντων απολύμανσης	Βιοαποικοδόμηση υποπροϊόντων απολύμανσης	Αύξηση θερμοκρασίας
Μείωση απολυμαντικής δράσης	Ανάκτηση μικροβίων	Εναπόθεση ιζημάτων
Επιπτώσεις ως προς την οσμή και τη γεύση του νερού	Δυσοσμία του νερού	Αλλαγή στο χρώμα

Οι πιθανές επιπτώσεις της κακής ποιότητας του νερού στην υγεία του ανθρώπου έχουν συνδεθεί με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα. Η US EPA (United States Environmental Protection Agency) εντόπισε κι όρισε τις δυνητικές δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία οι οποίες συνδέονται με τη δημιουργία αλογονικών οξέων HAA5 (Haloacetic acids) και τριαλομεθάνιων THMs (trihalomethanes) που αποτελούν παραπροϊόντα απολύμανσης. Πιο συγκεκριμένα, η επίσημη ανακοίνωση της Διεύθυνσης EPA ανέφερε: "Μερικοί άνθρωποι που καταναλώνουν εδώ και πολλά χρόνια νερό που περιέχει αλογονοξικά οξέα πέραν των επιτρεπτών θεσπισμένων 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”.

2.5. Τρόποι αντιμετώπισης

Η ποιότητα του νερού είναι ένα ζήτημα το οποίο έχει μελετηθεί και μελετάται διαρκώς διότι απασχολεί τις εταιρίες ύδρευσης αλλά και τους καταναλωτές σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο ερευνητής Jeffrey R. Cruickshank σε άρθρο του, κατάφερε να συγκεντρώσει τις πιο αποτελεσματικές και εύκολα πραγματοποιήσιμες διαδικασίες που αποσκοπούν στην βελτίωση της ποιότητας του νερού σε ένα υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης. Πιο αναλυτικά, αναφέρει (Opflow AWWA, 2010):

1. **Έκπλυση του συστήματος διανομής με άνοιγμα των συνοριακών βαλβίδων αποκλεισμού** ανά τακτά χρονικά διαστήματα, με ταυτόχρονη αύξηση της πίεσης (Εικόνα 2-2). Ωστόσο, ερωτήματα ως προς την ποσότητα του νερού που απαιτείται να πάει χαμένη ή πως αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί κάπου αλλού, προκαλούν έντονες ανησυχίες. Ωστόσο, η ηλικία του νερού χρησιμοποιώντας έκπλυση της τάξης των 6,8 m³/h μπορεί να μειώσει την ηλικία του νερού από 336 ώρες σε 135.



Εικόνα 2-2: Διαδικασία έκπλυσης μέσω πυροσβεστικού κρουνού

2. **Έκχυση περιορισμένων κι ελεγχόμενων ποσοτήτων νερού σε συγκεκριμένες θέσεις** κυρίως στα όρια των υδραυλικά απομονωμένων υποζωνών του δικτύου όπου και συναντάμε κλειστές βαλβίδες ή αγωγούς. Η παρουσία νερού στα σημεία αυτά όμως μπορεί να οδηγήσει σε υπερπίεση των αγωγών, γι’ αυτό κι η διαδικασία αυτή προτείνεται να συνοδεύεται από τοποθέτηση βαλβίδων διαχείρισης πίεσης.
3. **Ανανέωση του όγκου νερού της δεξαμενής με βοήθεια αντλιών.** Οι δεξαμενές μπορεί να αποθηκεύουν νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα κι ανάλογα με την εκάστοτε ζήτηση, αυτό

να μην ανανεώνεται και τελικά να επηρεάζει την ηλικία του νερού όχι μόνο στο σημείο της δεξαμενής αλλά και στο υπόλοιπο δίκτυο. Προσομοιώνοντας με υδραυλικά μοντέλα, ανακατατάξεις στον όγκο του νερού μέσα στην δεξαμενή με τη χρήση αντλιών, αποδείχθηκε τελικά ότι η ηλικία του νερού στο δίκτυο μειώθηκε. Αυτή η ανάμειξη του όγκου νερού μιας δεξαμενής βοηθά ακόμη στη μείωση της θερμοκρασίας του νερού, μειώνει τις περιοχές συγκεντρωμένου στάσιμου νερού σε αυτή κι έτσι υπάρχει μία ενεργή κι όχι παθητική κυκλοφορία του νερού (Εικόνα 2-3). Υπάρχει ωστόσο ενεργειακό κόστος το οποίο οφείλουμε να συνυπολογίσουμε αλλά αυτό κρίνεται μικρό σε σχέση με τα οφέλη που επιφέρει.



Εικόνα 2-3 : Δεξαμενή νερού σε αυξημένη υψομετρική θέση

- 4. Βελτιστοποίηση των αντλιών ταχυτήτων (Variable-Speed Pumps).** Ο χειρισμός της αντλίας θα πρέπει να γίνεται με βάση την πίεση και την παροχή νερού από τις δεξαμενές. Σωστή ρύθμιση της αντλίας και μελετημένη εναλλαγή συχνοτήτων της ταχύτητας μπορούν να μειώσουν αισθητά την ηλικία του νερού στο δίκτυο.
- 5. Χρήση βαλβίδων ελέγχου (Control Valves)** κυρίως στις δεξαμενές οι οποίες ελέγχουν χειροκίνητα τη στάθμη του νερού και τη ρυθμίζουν έτσι ώστε να μην αποθηκεύονται μεγάλοι όγκοι για μακρά χρονικά διαστήματα. Χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνική, μπορούμε να μειώσουμε έως και 60% την ηλικία του νερού.
- 6. Αλλαγές στις μεθόδους λειτουργίας, στην κατεύθυνση της ροής και στη ρύθμιση της πίεσης.** Αυτό επιτυγχάνεται με τη τοποθέτηση ειδικών βαλβίδων απομόνωσης (Isolation Valves) ή μείωσης της πίεσης (PRVs).
- 7. Ελαχιστοποίηση του αριθμού των καταληκτικών αγωγών σε ένα δίκτυο.** Αυτό είναι δυνατό να ρυθμιστεί είτε με δημιουργία νέων αγωγών που θα συνδέουν τους καταληκτικούς κόμβους με το υπόλοιπο δίκτυο, είτε με μεθόδους αποφόρτισης των κόμβων αυτών από πιθανούς στάσιμους όγκους νερού. Ωστόσο οι διαδικασίες αυτές μπορεί να αποβούν ιδιαίτερα δαπανηρές. Ένα ακόμη ευνοϊκό μέτρο θα ήταν η αντικατάσταση κεντρικών κύριων αγωγών με άλλους μικρότερους.
- 8. Σωστή διαστασιολόγηση των δεξαμενών αποθήκευσης** συνυφασμένη με τις απαιτήσεις του δικτύου ως προς τη ζήτηση και τη πίεση (Εικόνα 2-4). Η υπερδιαστασιολόγηση οδηγεί

σε αύξηση της ηλικίας καθώς η ταχύτητα ροής μειώνεται και το νερό καταλήγει να είναι στάσιμο σε πολλά σημεία.



Εικόνα 2-4: Δεξαμενή υδροδότησης μεγάλης κλίμακας

9. **Χρήση πολλαπλών εισόδων νερού στο δίκτυο ύδρευσης.** Αυτή η διαδικασία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά ένας σημαντικός είναι αυτός της ηλικίας του νερού, καθώς δημιουργώντας μια επιπλέον είσοδο στο δίκτυο μπορεί να επιτευχθεί η μείωση της ηλικίας του νερού και η βελτίωση της ποιότητάς του.

2.6. Ακραία παραδείγματα διαφοροποίησης της ηλικίας από κοινωνία σε κοινωνία

Ακολουθούν 4 ακραία παραδείγματα που φανερώνουν πώς η ηλικία του νερού ποικίλει από κοινότητα σε κοινότητα, ως αποτέλεσμα των παραπάνω παραγόντων.

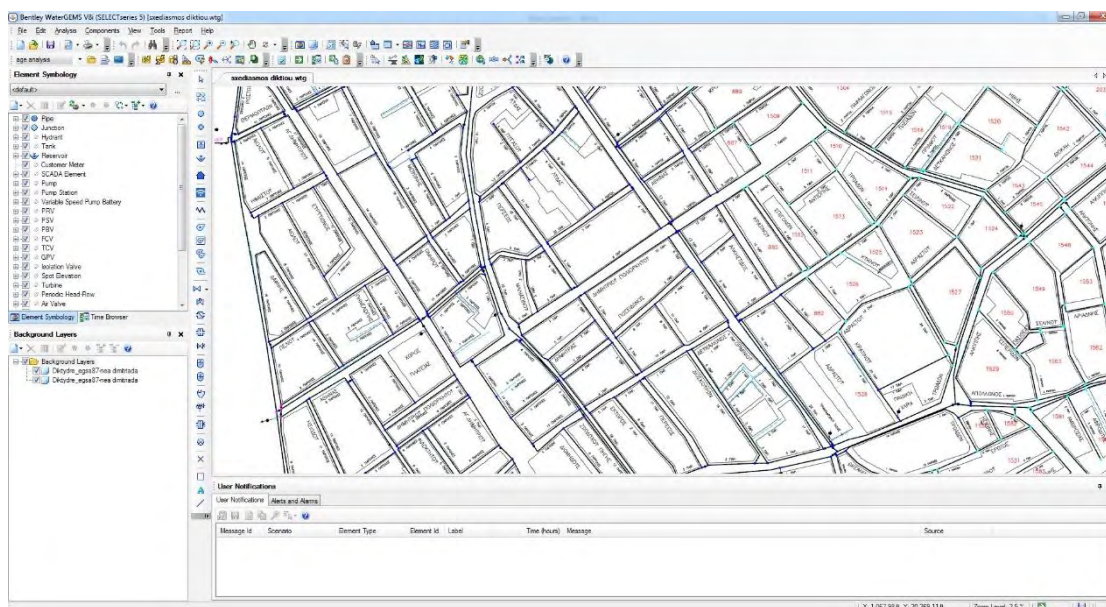
1. Χρησιμοποιώντας ένα φθοριούχο ανιχνευτή στο δίκτυο διανομής νερού της Βόρειας Καρολίνας εκτιμήθηκε η ηλικία του νερού η οποία υπολογίστηκε ότι κυμαινόταν από 2 ως 75 ώρες συνολικά. Το δίκτυο αυτό εξυπηρετούσε 300.000 καταναλωτές. (DiGiano et al., 2000)
2. Στις βόρειες πολιτείες των ΗΠΑ κοντά στο Οχάιο με τη χρήση ενός υδραυλικού μοντέλου εκτιμήθηκε η ηλικία του νερού συνολικά για όλο το δίκτυο ότι ήταν μικρότερη από 80 ώρες αλλά αξιοσημείωτο ήταν ότι σε κάποιες θέσεις εμφάνιζε ηλικία νερού μεγαλύτερη από 150 ώρες. Το δίκτυο εξυπηρετούσε 800.000 καταναλωτές. (Vendermeijden & Hartman, 2001)
3. Σε μια περιοχή στην Καλιφόρνια υπολογίστηκε ότι η ηλικία του νερού ξεπερνούσε τις 400 (!) ώρες σε ορισμένες περιοχές που εξυπηρετούνταν από καταλυτικούς αγωγούς. (Acker & Kraska 2001)
4. Στον Καναδά χρησιμοποιώντας ένα υδραυλικό μοντέλο διαπιστώθηκε ότι σε κάποιους αδιέξοδους κόμβους η ηλικία του νερού κυμαινόταν από 300 έως 600 ώρες. Το δίκτυο εξυπηρετούσε μόλις 24.000 καταναλωτές. (Prentice, 2001)

3. Υδραυλική προσομοίωση δικτύου ύδρευσης με WaterGEMS®.

3.1. Γνωριμία με το πρόγραμμα WaterGEMS και σκοπός χρήσης

Το WaterGEMS είναι ένα εργαλείο σχεδιασμού και προσομοίωσης ενός πραγματικού δικτύου ύδρευσης. Πρόκειται για μια εφαρμογή με την οποία η εκάστοτε διαχειριστική εταιρία που την χρησιμοποιεί, μπορεί να σχεδιάσει ένα δίκτυο, υφιστάμενο ή ήδη υπάρχον, με σκοπό την περαιτέρω μελέτη και έρευνα του (Εικόνα 3-1).

Ολοκληρώνοντας τον σχεδιασμό, ο μελετητής είναι σε θέση να εξάγει αποτελέσματα και στοιχεία για την κατανάλωση, την ανάγκη του δικτύου για νερό, να προσομοιώσει ένα γεγονός φωτιάς, να εφαρμόσει μια διαδικασία έκπλυσης του δικτύου, να εξάγει αποτελέσματα για την πίεση των αγωγών και των κόμβων, την ηλικία του νερού και άλλων χρήσιμων στοιχείων που σκοπό έχουν την καλύτερη εξυπηρέτηση του καταναλωτικού κοινού καθώς και την ολοκληρωμένη διαχείριση του δικτύου.



Εικόνα 3-1: Περιβάλλον WaterGEMS και σχεδιασμός δικτύου

Πιο συγκεκριμένα, Το WaterGEMS αποτελεί ένα ολοκληρωμένο και εύχρηστο εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για δίκτυα διανομής νερού. Το λογισμικό συμβάλλει στη βελτίωση της γνώσης του τρόπου με τον οποίο συμπεριφέρεται η υποδομή του δικτύου ως σύστημα, του τρόπου με τον οποίο το δίκτυο θα αντιδράσει σε ενδεχόμενες επεμβάσεις σε αυτό από την εταιρία διαχείρισης και του τρόπου με τον οποίο θα πρέπει ενδεχομένως η εταιρία να αυξήσει την απόδοση και την δυναμική του δικτύου καθώς οι ανάγκες και ο πληθυσμός αυξάνεται αντίστοιχα.

3.2. Νέα Δημητριάδα : Μοντελοποίηση Σχεδίου

Δίνοντας την δυνατότητα στον χειριστή να πραγματοποιεί ολοκληρωμένες έρευνες για οποιοδήποτε πιθανό σενάριο μπορεί να απασχολήσει ένα δίκτυο ύδρευσης, το WaterGEMS συγκαταλέγεται στα απαραίτητα εργαλεία των εταιριών διαχείρισης. Από τις προσομοιώσεις της ροής σε περίπτωση πυρκαγιάς και της ποιότητας των υδάτων, την κρισιμότητα και την ανάλυση κόστους ενέργειας, το

WaterGEMS διαθέτει όλα όσα χρειάζεται ο φορέας ύδρευσης σε ένα ευέλικτο περιβάλλον πολλαπλών πλατφορμών.



Εικόνα 3-2: Επισκόπηση δικτύου Βόλου σε μορφή AutoCad

Η Νέα Δημητριάδα αποτελεί την έρευνα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Πρόκειται για ένα πρότυπο μοντέλο δικτύου ύδρευσης, αφού η κατασκευή του είναι σύγχρονη (20 έτη) με όλες τις τεχνικές προδιαγραφές που απαιτούνται (Εικόνα 3-2). Το δίκτυο είναι κλειστό με μόνο δύο εισόδους στο βόρειο τμήμα του, που ενώνεται με τις οδεύσεις των δεξαμενών υδροδότησης. Εξετάζοντας συνολικά το δίκτυο του Βόλου, το τμήμα της Νέας Δημητριάδας θα μπορούσε να αποτελεί μια ξεχωριστή DMA αφού πληροί όλες τις προϋποθέσεις.

Κριτήρια διαμόρφωσης DMA (Farley & Trow, 2003):

- Το μέγεθος της υποζώνης: μεταξύ 1000-2500 συνδέσεων καταναλωτών
- Αριθμός βαλβίδων που πρέπει να κλείσουν για να απομονώσουν την υποζώνη
- Αριθμός των ροομέτρων για την μέτρηση εισερχόμενης και εξερχόμενης ροής (όσο λιγότερα είναι τόσο μικρότερο είναι το κόστος εγκατάστασης)
- Διακυμάνσεις του υψομέτρου και άρα της πίεσης (όσο μικρότερες οι διακυμάνσεις τόσο πιο σταθερές είναι οι πιέσεις και πιο εύκολη η διαμόρφωση του ελέγχου της πίεσης)
- Τύπος στέγασης (πολυώροφα ή μη κτίρια)
- Φυσικά όρια που μπορούν να δράσουν σαν όρια της DMA (π.χ. ποτάμια, σιδηροδρομικές γραμμές κλπ.)

3.3. Περιγραφή δικτύου ύδρευσης του Βόλου : Παραγωγή Νερού, Εσωτερικό και Εξωτερικό Δίκτυο

Παραγωγή νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Βόλου.

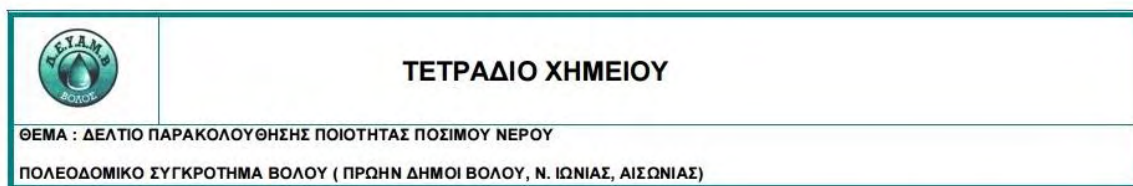
Η περιοχή ευθύνης της ΔΕΥΑΜΒ (Δήμοι Βόλου, Νέας Ιωνίας και Αισωνίας), με γενικό σύνολο εξυπηρετούμενου πληθυσμού 120.000 κατοίκων και οι δύο Βιομηχανικές Περιοχές, υδροδοτείται σήμερα από πέντε πηγές του Πηλίου και 30 γεωτρήσεις της πεδινής περιοχής, (9 κάμπου, 11 Βόλου και 10 Νέα Ιωνία). Η ετήσια συνολική παραγωγή νερού αυξάνεται από έτος σε έτος για να καλύψει τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες κατανάλωσης. Η απόδοση των πηγών, που εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, μειώθηκε σημαντικά τα τελευταία χρόνια με αναγκαστική αύξηση των αντλούμενων από γεωτρήσεις ποσοτήτων νερού.

Ευνόητο είναι ότι η μείωση του ποσοστού του νερού των πηγών σημαίνει και την υποβάθμιση της ποιότητας του μίγματος του νερού (πηγών-γεωτρήσεων) που διατίθεται στην κατανάλωση. Το πρόβλημα είναι οξύτερο κατά τους μήνες αυξημένης κατανάλωσης (από Ιούνιο έως Οκτώβριο) και ιδιαίτερα κατά το Γ' τρίμηνο κάθε έτους. Την περίοδο αυτή συναντάται η μέγιστη κατανάλωση (άρα και τη μέγιστη παραγωγή νερού) με τις πηγές στο ελάχιστο της απόδοσής τους και τις γεωτρήσεις στη μέγιστη άντληση. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος σε βάθος χρόνου, προγραμματίστηκε η κατασκευή 50 νέων γεωτρήσεων από το ΥΠΕΧΩΔΕ στον κάμπο (περιοχή λίμνης Κάρλας). Παράλληλα, εκτελούνται σημαντικά έργα αντικατάστασης του δικτύου ύδρευσης για την μείωση των διαρροών που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απαιτήσης άντλησης νερών από γεωτρήσεις.

Το 2009 αποτελεί ένα κομβικό έτος στην ιστορία της παροχής πόσιμου νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα. Είναι η χρονιά που οι μεγάλες επενδύσεις-έργα που πραγματοποιήθηκαν στην προηγούμενη περίοδο των αντικαταστάσεων του δικτύου και των ιδιωτικών παροχών, σε συνδυασμό με τον γενικευμένο αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης εμφανίζουν τα αποτελέσματά τους, ώστε οι ανάγκες παραγωγής νερού για την κάλυψη των απαιτήσεων του Πολεοδομικού Συγκροτήματος να φθάσουν τα **12.950.000 m³**, δηλαδή να μειωθούν στο επίπεδο του 1997, αν και το 2009 οι καταναλωτές (με την έννοια των εγκατεστημένων υδρομέτρων) ήταν 30,7% περισσότεροι από το 1997 (77.000 υδρόμετρα περίπου το 2009 σε σύγκριση με τα 58.870 το 1997).

Οι διαρροές με την έννοια του μη τιμολογούμενου νερού μειώθηκαν από τα επίπεδα του 40% στο 25%. Τα **2.000.000 m³**, που «κερδήθηκαν» το 2009, είναι η πραγματική προσφορά στην ανάπτυξη με κανόνες αειφορίας, αφού, αφενός μεν περιόρισαν την εξάντληση των φυσικών αποθεμάτων και αφετέρου περιόρισαν την κατανάλωση ενέργειας κατά **500.000 kWh**.

Η παραπάνω μείωση των αναγκών στην παραγωγή επέτρεψε τη δημιουργία μίγματος με αυξημένο ποσοστό πηγαίων κατά τη θερινή περίοδο, το οποίο, σε συνδυασμό με τη λειτουργία των τριών μονάδων αντίστροφης όσμωσης, συνολικής παροχής καλής ποιότητας νερού στο υδραγωγείο 5.000 m³/ημέρα, οδήγησαν στη συγκράτηση της συγκέντρωσης των χλωριόντων (δείκτη της υφαλμύρωσης των νερών) κάτω από την παραμετρική τιμή των **250 mg/l** (σε μέσους όρους) για όλη τη διάρκεια της θερινής περιόδου, γεγονός που φάνταζε εντελώς απραγματοποίητο πριν μερικά χρόνια (Εικόνα 3-3).



Δοκιμαστική παρακολούθηση : Απρίλιος 2017

Όρια ΚΥΑ Υ2/2600/2001	Σκλ f°	Cl- mg/l	ελ. Cl ₂ mg/l	pH σε 25°C	Αγωγ. μS/cm σε 20°C/25°C	Θολ	Οσμή	Γεύση	Χρώμα	NH ₄ ⁺ mg/l	Ολικά Κολ/οειδή /100ml	E. Coli /100ml	Συνολικά βακτήρια 22° C 37° C/ml
Παραμετρική τιμή		250		6,5-9,5	2500/2790	Απ/τή	Απ/τή	Απ/τή	Απ/τό	0,50	0	0	Άνευ ασυνήθους μεταβολής

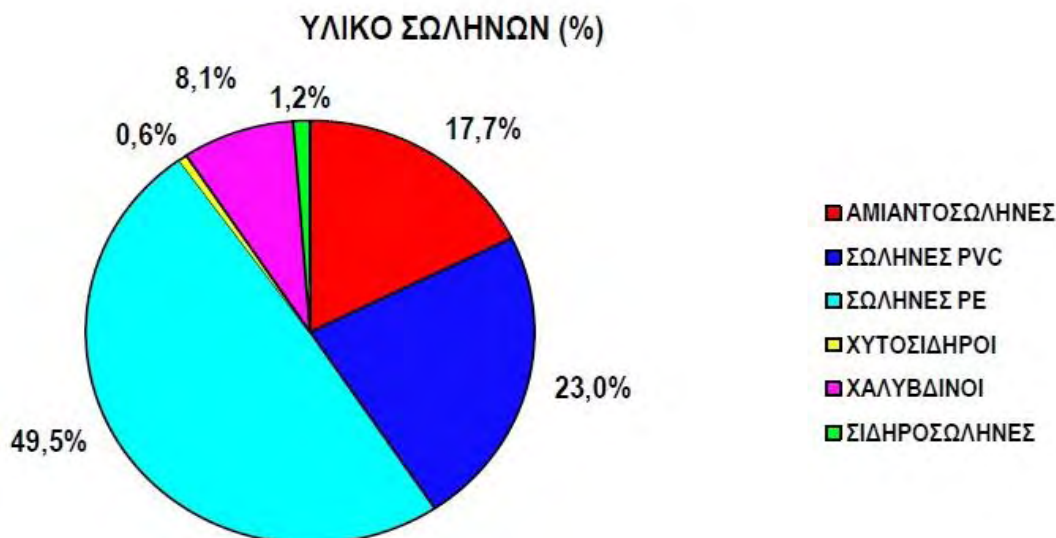
Σημείο Δειγματοληψίας	Ημ	Κωδ. δ/τος	Σκλ f°	Cl- mg/l	ελ. Cl ₂ mg/l	pH σε 25°C	Αγωγ. μS/cm 25°C	Θολ	Οσμή	Γεύση	Χρώμα	NH ₄ ⁺ mg/l	Ολικά Κολ/οειδή /100ml	E. Coli /100ml	Συνολικά βακτήρια 22° C 37° C/ml
Ν. Δημητριάδα (έναντι παλαιού ΚΑΠΗ)	3/4	16002	23,5	117	0,30	7,8	774	0	Απ/τή	Απ/τή	Απ/τό	0,04	0	0	0

Εικόνα 3-3: Χημική ανάλυση περιοχής ενδιαφέροντος (Νέα Δημητριάδα) και οι επιτρεπόμενες τιμές με βάση την ΚΥΑ Υ2/2600/2001

Εσωτερικό Δίκτυο (Δίκτυο Διανομής)

Τρία βασικά θέματα αφορούν στο νερό σήμερα: **Η λειψυδρία, η μόλυνση των υδροφόρων οριζώντων και η ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων.** Η ΔΕΥΑΜΒ λειτουργεί, συντηρεί, επεκτείνει και ανανεώνει το δίκτυο ύδρευσης, με στόχο την καλύτερη εξυπηρέτηση των καταναλωτών και τη μείωση των διαρροών του δικτύου. Καθημερινά αντικαθίστανται αγωγοί διαβρωμένου δικτύου με σωλήνες από πολυαιθυλένιο καθώς επίσης και προβληματικές παροχές (ιδιωτικές συνδέσεις).

ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ 2015



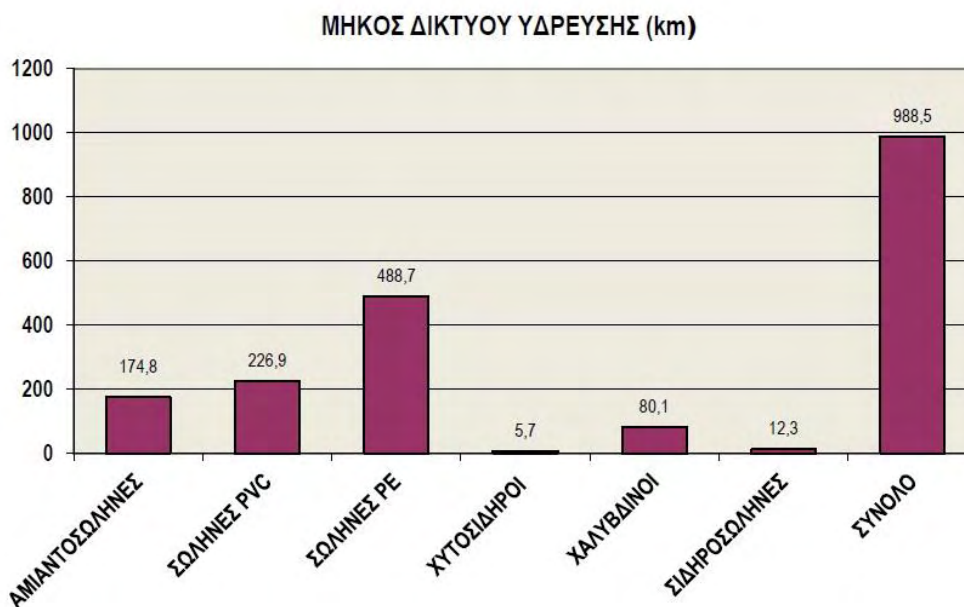
Γράφημα 3-1: Υλικά κατασκευής δικτύου ύδρευσης Βόλου (2015)

Προχωρεί επίσης σε καθορισμούς των δεξαμενών και σε πολλές απ' αυτές έγιναν εργασίες βελτίωσης της λειτουργίας τους, ώστε να ενταχθούν μελλοντικά, με την κατασκευή των νέων της δεξαμενών, σε ένα σύστημα τηλεέγχου και τηλεχειρισμού τους.

Οι εργασίες σύνδεσης του νέου βασικού δικτύου ύδρευσης που κατασκευάστηκε και κατασκευάζεται με χρηματοδότηση από το 2ο και 3ο Κ.Π.Σ. με το υφιστάμενο δίκτυο και η

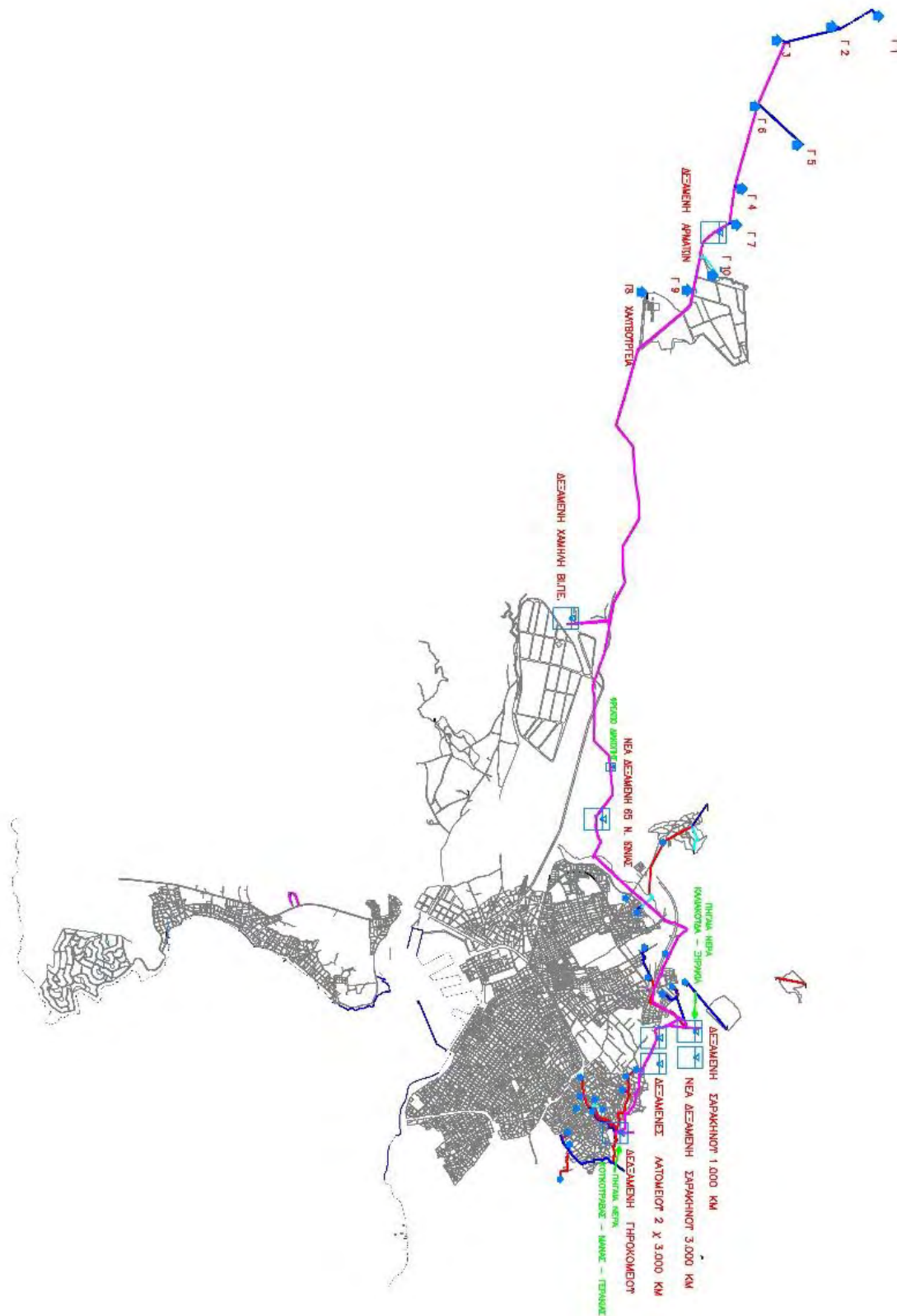
λειτουργία των δεξαμενών της στο Σαρακηνό (4200 κυβ.μ.), στη Νέα Ιωνία (3000 κυβ.μ.) και δεξαμενή λατομείου (1600 κυβ.μ.) βελτίωσαν τη λειτουργία του δικτύου ενώ παράλληλα έλυσαν αρκετά προβλήματα, που υπήρχαν σε πολλά σημεία του, λόγω μειωμένης πίεσης (Εικόνα 3-4).

Το εσωτερικό δίκτυο (Γράφημα 3-1) (αγωγοί διανομής και τροφοδοτικοί αγωγοί), είναι συνολικού μήκους 700 χιλιομέτρων περίπου. Αποτελείται από αμιαντο-τσιμεντοσωλήνες (262 km), γαλβανισμένες σιδηροσωλήνες (43 km), σωλήνες PVC (178 km), σωλήνες PE (142 km), χυτοσιδηρές σωλήνες (10 km) και χαλύβδινες (55 km) (Διάγραμμα 3-1). Επίσης είναι εγκατεστημένες 71.815 ιδιωτικές συνδέσεις (παροχές νερού) (Γράφημα 3-1).



Διάγραμμα 3-1: Συνολικό μήκος αγωγών (km) Εσωτερικού και Εξωτερικού Δικτύου

Εικόνα 3-4: Κύριοι αγωγοί, πηγές, γεωτρήσεις και δεξαμενές Πολεοδομικού Συγκροτήματος Βόλου



Δεύτερη Φάση της Αυτοματοποίησης του δικτύου, προϋπολογισμού 4.325.000 €, πλέον Φ.Π.Α., στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» και την συγχρηματοδότησή του από το Ταμείο Συνοχής.

Το έργο περιλαμβάνει την εγκατάσταση:

- (15) σταθμών ελέγχου παροχής και πίεσης
- (15) σταθμών ελέγχου παροχής
- (15) σταθμών παροχής πληροφοριών πίεσης και παροχής
- (30) σταθμών παροχής πληροφοριών πίεσης
- (2) συστημάτων αυτόματου ελέγχου της ποιότητας του νερού σε δέκα περιφέρειες
- (2.000) μετρητών παροχής ευθείας ανάγνωσης.

Η ολοκλήρωση του θα επιτρέπει την υλοποίηση των στόχων, ώστε :

- το ποσοστό του μη τιμολογούμενου νερού να μειωθεί στο 20% της παραγωγής
- οι ανάγκες παραγωγής να μειωθούν κατά 37 λίτρα ανά υδρομετρητή την ημέρα
- το ενδεχόμενο των υπερβάσεων των παραμετρικών τιμών των χλωριούχων να απομακρυνθεί οριστικά.

Εξωτερικό Δίκτυο

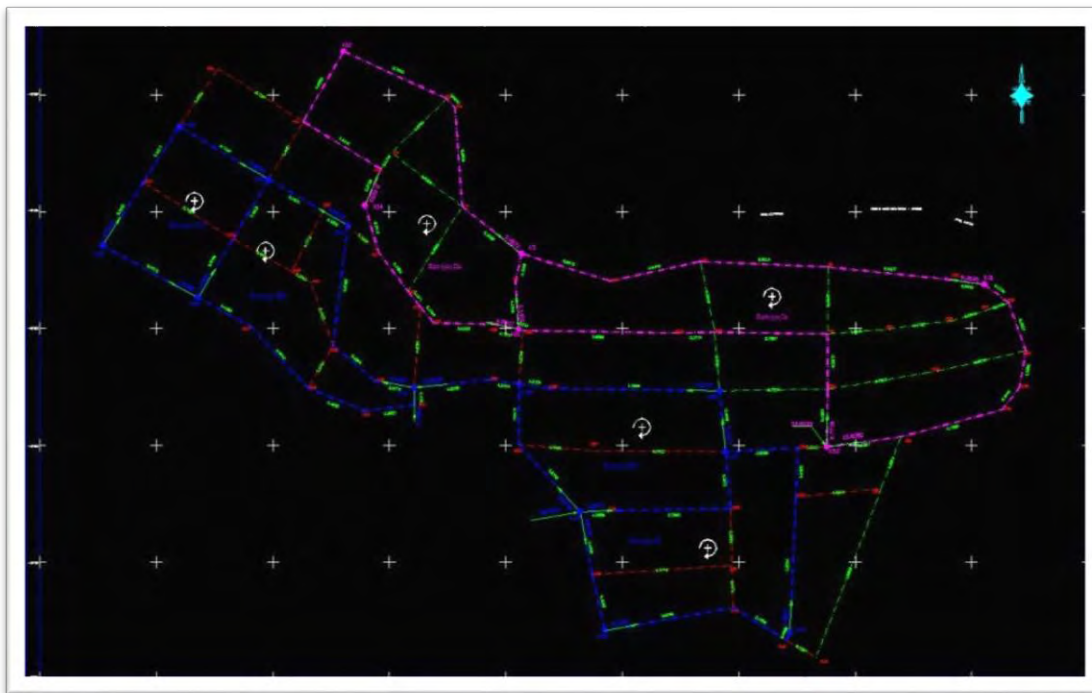
Οι εκτός Πολεοδομικού Συγκροτήματος γεωτρήσεις (γεωτρήσεις Κάμπου) προέρχονται από απόσταση 20 km δυτικά, δηλαδή από την περιοχή της Κάρλας, όπου το υδάτινο ισοζύγιο, λόγω επέκτασης των αρδευόμενων καλλιεργειών, θα ισορροπήσει μόνο με την άμεση κατασκευή του Ταμιευτήρα της Κάρλας. Οι εντός Π.Σ. γεωτρήσεις (γεωτρήσεις πόλης) βρίσκονται εντός του Δήμου Βόλου και της Ν.Ιωνίας. Στην προς βορρά ορεινή περιοχή βρίσκονται οι πηγές Καλιακούδας, Κουκουράβας, Ξηρακίων, Γερακιάς και Μάνας Πορταριάς από τις οποίες υδροδοτείται το Πολεοδομικό Συγκρότημα με πηγαίο νερό καλής ποιότητας. Κατά τη θερινή περίοδο, το σύνολο των γεωτρήσεων παράγει τα 4/5 περίπου της συνολικής ποσότητας νερού, ενώ, κατά τη χειμερινή περίοδο, συμμετέχει με μεγαλύτερο ποσοστό το πηγαίο, το οποίο θα μπορούσε, για ορισμένους μήνες, να καλύπτει σχεδόν αποκλειστικά τις ανάγκες, με την σύγχρηση του πηγαίου υδάτινου δυναμικού του Πηλίου.

Εκτός από τις γεωτρήσεις, στο εξωτερικό δίκτυο περιλαμβάνονται πέντε κύριες δεξαμενές, που εξυπηρετούν το Πολεοδομικό Συγκρότημα και τις δύο Βιομηχανικές Περιοχές, καθώς επίσης και άλλες 8 μικρότερες, που εξυπηρετούν, κυρίως, τοπικές καταναλώσεις.

3.4.Απαραίτητα στοιχεία για την μετατροπή του δικτύου σε «ψηφιακό»

Ο εκάστοτε φορέας που υποχρεούται να προβεί σε μοντελοποίηση ενός δικτύου ύδρευσης θα πρέπει να έχει διαθέσιμα μια σειρά από στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για τον σχεδιασμό του δικτύου. Αφού ολοκληρωθεί το σχέδιο, πραγματοποιείται η έρευνα με σκοπό την εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Σε συνεργασία με την εταιρία ύδρευσης θα πρέπει ο μελετητής αρχικά να αποκτήσει ένα σχέδιο του υφιστάμενου δικτύου (Εικόνα 3-5). Με αυτό το στοιχείο, θα είναι σε θέση να δημιουργήσει ένα μοντέλο του δικτύου στην εφαρμογή το οποίο θα ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.



Εικόνα 3-5: Προσομοίωση δικτύου ύδρευσης σε περιβάλλον AutoCad

Στην συνέχεια, θα πρέπει να έχει στην διάθεση του στοιχεία από τον πάροχο ρεαλιστικών καταναλώσεων για χρονικό διάστημα τουλάχιστον ενός έτους (Εικόνα 3-6). Οι μετρήσεις των υδρόμετρων είναι απαραίτητες ώστε ο μελετητής να έχει την δυνατότητα να γνωρίζει τις ανάγκες του δικτύου σε νερό την κάθε χρονική περίοδο (χειμώνας, καλοκαίρι). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να συνυπολογιστούν οι απώλειες του δικτύου και αν υπάρχουν στοιχεία να συμπεριληφθούν στην εισαγωγή δεδομένων.

Τέλος, θα πρέπει να υπάρχουν δεδομένα για τα φυσικά και τα γεωμετρικά στοιχεία του δικτύου. Ο μελετητής θα πρέπει να γνωρίζει την υψομετρική θέση και κατανομή του δικτύου, τις διαστάσεις και τα υλικά κατασκευής των αγωγών, την συχνότητα εμφάνισης κόμβων μέσα στο δίκτυο και την ύπαρξη επιπλέον υδρολογικών εγκαταστάσεων που μπορεί να επηρεάσουν την λειτουργία του υφιστάμενου δικτύου (δεξαμενές αποθήκευσης και υδροδότησης, εγκαταστάσεις χλωρίωσης, εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, τουρμπίνες ενίσχυσης πίεσης).

4. Εφαρμογή Μοντελοποίησης στο Δίκτυο Ύδρευσης της Ν. Δημητριάδας Βόλου

4.1. Περιγραφή του Δικτύου Ύδρευσης της μελέτης

Προϋπόθεση για την εύρυθμη λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης είναι η εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας και ποιότητας νερού για την κάλυψη της κατανάλωσης. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα υπολογιστικά πακέτα ανάλυσης δικτύων, τα οποία βάση των μαθηματικών μοντέλων που αυτά υποστηρίζουν, υποβοηθούν τον μελετητή που σχεδιάζει ή την υπηρεσία που διαχειρίζεται ένα δίκτυο ύδρευσης για την λήψη ορθολογικών αποφάσεων, από τεχνική και οικονομική άποψη.

Τα υδραυλικά μοντέλα μπορούν και προσομοιώνουν την εκάστοτε υφιστάμενη κατάσταση και λειτουργία ενός δικτύου, να αναλύουν διαφορετικά σενάρια κι εκδοχές και τελικά να προτείνεται η ιδανικότερη λύση όχι μόνο ως προς την ηλικία του νερού αλλά γενικά ως προς την ποιότητά του. Επίσης, η χρήση υδραυλικών μοντέλων μας επιτρέπει την απεικόνιση των αποτελεσμάτων ως προς την ηλικία πάνω στο δίκτυο πριν και μετά τις αλλαγές που θα εφαρμόσουμε με εφαρμογή χρωματικής κωδικοποίησης κι έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να εντοπίσουμε τις κρίσιμες περιοχές πάνω στο χάρτη χωρίς να απαιτείται κάποιου είδους χρονοβόρα διαδικασία δειγματοληψίας. Το συγκεκριμένο τμήμα του δικτύου ύδρευσης του Βόλου χαρακτηρίζεται από πολλές ιδιομορφίες και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 4-1: Οριοθέτηση περιοχής Ν. Δημητριάδας και κύριες οδοί

Πιο συγκεκριμένα, η χωροθετική τοποθέτηση του δικτύου βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της πόλης και περιορίζεται βόρεια από την περιφερειακή οδό του Βόλου (Εικόνα 4-1). Δυτικά το τμήμα του δικτύου διακόπτεται από το ρέμα-χείμαρρο που διασχίζει την πόλη με την ονομασία Άναυρος

και οριοθετεί την περιοχή μας. Στην νότια κατεύθυνση, το τμήμα μας συναντά την θάλασσα, ακολουθώντας την εκβολή του Αναύρου στον Παγασητικό κόλπο. Σημαντική συνεισφορά στην μορφολογία του εδάφους διαδραματίζει και ο ορεινός όγκος της Γορίτσας, ενός λόφου που εκτείνεται νοτιοανατολικά και ουσιαστικά στους πρόποδες του υπάρχουν τμήματα του δικτύου (Εικόνα 4-2).



Εικόνα 4-2: Πανοραμική όψη της Νέας Δημητριάδας από τον λόφο της Γορίτσας διακρίνοντας τα όρια της περιοχής (Google Earth)

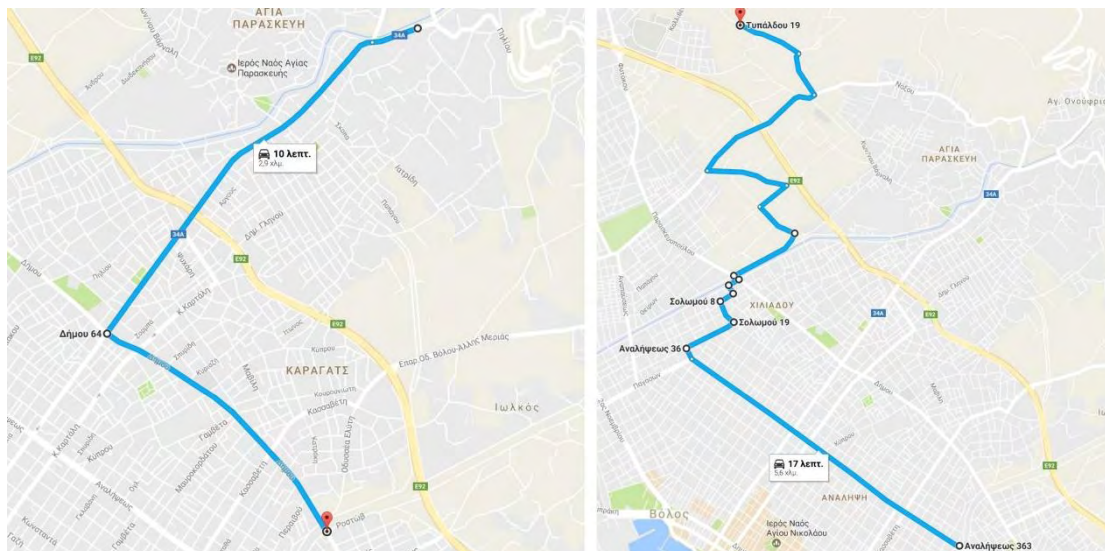
Πραγματοποιώντας στην συνέχεια μια υψομετρική ανάλυση του δικτύου, οι τιμές των υψομέτρων κυμαίνονται από τα 7 μέτρα (επίπεδο της θάλασσας) μέχρι και τα 62 μέτρα από το επίπεδο της θάλασσας. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι η μορφολογία της συγκεκριμένης θέσης εξελίσσεται ανορθόδοξα, αφού παρατηρούνται ανά διαστήματα αυξομειώσεις του υψομέτρου με αποτέλεσμα να γίνεται πιο δύσκολη η μελέτη του δικτύου.

Το δίκτυο της Νέας Δημητριάδας είναι κατά βάση ένα βαρυτικό σύστημα, κάτι που δικαιολογεί και την απουσία αντλιοστατικών συγκροτημάτων. Πιο αναλυτικά, το συγκεκριμένο τμήμα του δικτύου αποτελείται από τρία υλικά κατασκευής, το πολυαιθυλένιο (PE), τον χάλυβα, το PVC και ο χυτοσίδηρος. Αναφέρεται ότι τα τμήματα που είναι κατασκευασμένα με χάλυβα αποτελούν το παλιό τμήμα του δικτύου και τα τμήματα που είναι από πολυαιθυλένιο δηλώνουν τα αντικατεστημένα τμήματα του δικτύου. Πλέον, το υλικό που χρησιμοποιείται είναι το πολυαιθυλένιο σε όλα τα υδραυλικά έργα ύδρευσης, εξαιρουμένων μερικών περιπτώσεων ειδικής αντιμετώπισης. Οι διάμετροι των αγωγών που χρησιμοποιούνται είναι Φ63 και Φ90 για οικιακές συνδέσεις, Φ200 στους κύριους αγωγούς εντός της Νέας Δημητριάδας και Φ315 σε συγκεκριμένα σημεία του δικτύου και αποτελούν τους κύριους αγωγούς μεταφοράς του νερού από τις δεξαμενές υδροδότησης (Εικόνα 4-3).



Εικόνα 4-3: Χρωματική απεικόνιση αγωγών δικτύου με βάση την διάμετρο (mm)

Μεμονωμένα συναντάμε αγωγούς Φ600 κατασκευασμένους από χάλυβα οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε τμήματα των οδεύσεων από τις δεξαμενές που υδροδοτούν την Ν. Δημητριάδα μέχρι τις εισόδους του δικτύου.



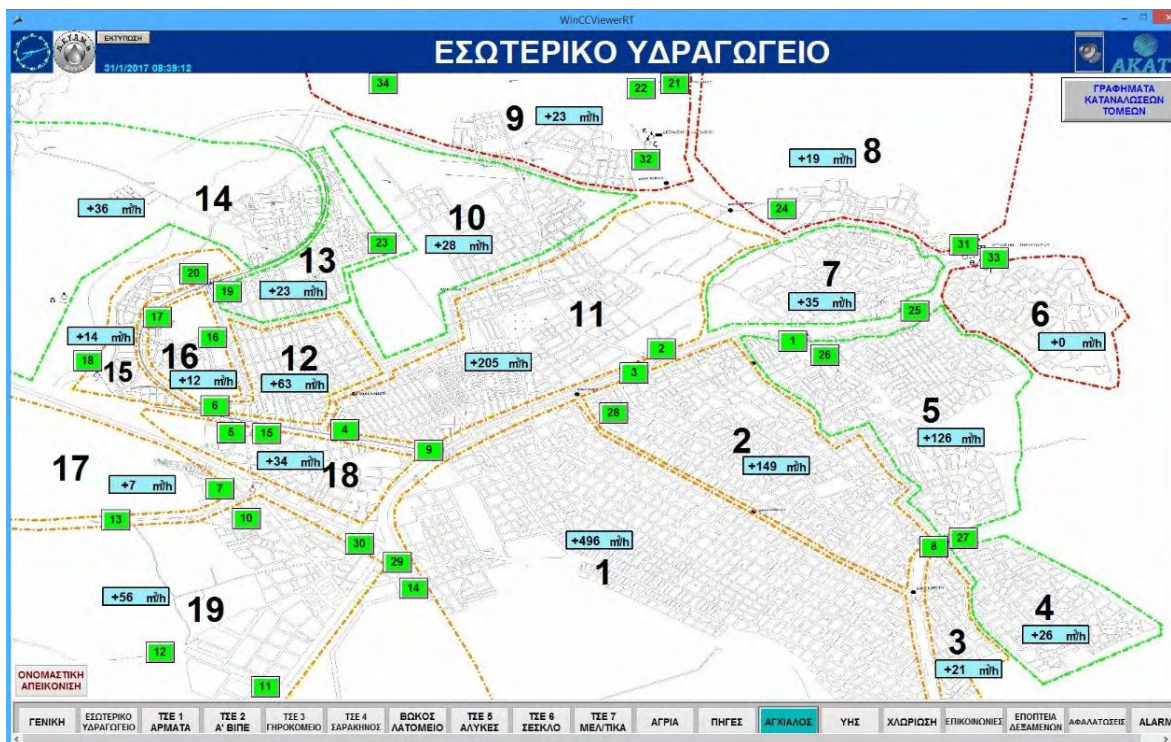
Εικόνα 4-4: Οδεύσεις από τις 2 δεξαμενές υδροδότησης

Το δίκτυο ύδρευσης τροφοδοτείται με νερό από δυο δεξαμενές υδροδότησης. Η πρώτη δεξαμενή με την ονομασία ‘Δεξαμενή Γεροκομείου’ απέχει απόσταση οδεύσης 2,9 χιλιομέτρων από το σημείο εισόδου του νερού στο δίκτυο. Η χωρητικότητα της υπολογίζεται στα 3200 m³ και η υψομετρική της θέση στα 90 μέτρα. Η δεύτερη δεξαμενή απέχει από το σημείο εισόδου 5,6 χιλιομέτρα, η

χωρητικότητα της υπολογίζεται στα 6000 m³ και η υψομετρική της θέση στα 65 μέτρα από το επίπεδο της θάλασσας (Εικόνα 4-4).

4.2.Στοιχεία υφιστάμενου δικτύου

Το δίκτυο ύδρευσης της Ν. Δημητριάδας είναι κατασκευασμένο για να εξυπηρετεί 4047 καταγεγραμμένα υδρόμετρα. Ανάγοντας τον αριθμό αυτό σε πληθυσμό, θα μπορούσε να ξεπεράσει τους 6000 καταναλωτές. Στους ‘καταναλωτές’ πρέπει να συμπεριλάβουμε και το Εθνικό Αθλητικό Κέντρο Βόλου (Ε.Α.Κ) όπου περιλαμβάνει κολυμβητήριο του οποίου οι ανάγκες για νερό είναι λογικό να είναι αυξημένες.



Εικόνα 4-5: Απεικόνιση του δικτύου του Βόλου σε περιβάλλον διαχείρισης SCADA

Ο σχεδιασμός του δικτύου σε περιβάλλον WaterGEMS ολοκληρώθηκε αποτελούμενο από 1051 αγωγούς και 733 κόμβους, στοιχεία τα οποία εξήχθησαν από την εφαρμογή και με σκοπό την ολοκλήρωση της διαδικασίας (Εικόνα 4-5). Τα πραγματικά στοιχεία των κόμβων και των αγωγών δεν είναι διαθέσιμα από την Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β αλλά σχεδιάζοντας σύμφωνα με τα πρότυπα σχεδιασμού δικτύων, προκύπτουν τα προαναφερθέντα στοιχεία.

Ο σχεδιασμός των δεξαμενών πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπ’ όψη μόνο την απόσταση τους από τις εισόδους του δικτύου καθώς και το υψόμετρό τους. Οι οδεύσεις των αγωγών από τις δεξαμενές στις εισόδους δεν σχεδιάστηκαν με ακρίβεια κατεύθυνσης γιατί δεν υπήρχαν επαρκή στοιχεία από την Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β (χάραξη σε καμβά) για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β, το ετήσιο εισερχόμενο νερό στο τμήμα του δικτύου της Ν. Δημητριάδας ανέρχεται στα 60,1025 m³/s το οποίο αναγόμενο σε ετήσια βάση είναι **526497,9 m³/year**. Εξετάζοντας τα στοιχεία των καταναλώσεων για το οικονομικό έτος 2015, το σύνολο των καταγεγραμμένων καταναλώσεων ανέρχεται στα **431282 m³/year**. Με αυτό τον τρόπο εξήχθη μια αρχική εκτίμηση για το ποσοστό των απωλειών του δικτύου το οποίο ανέρχεται σε **18%**.

4.3.Βήματα πραγματοποίησης σχεδιασμού με λογισμικό WaterGEMS

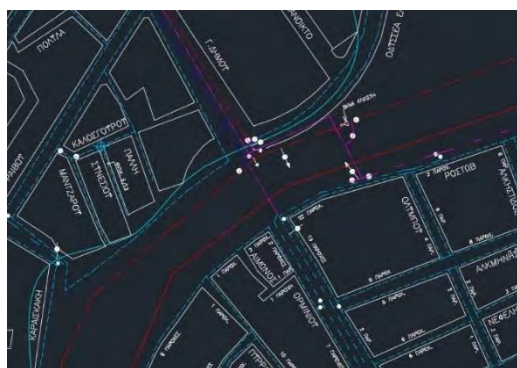
Σημαντικό τμήμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματεύεται τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός και η μελέτη του δικτύου της Ν. Δημητριάδας ως προς την πίεση και την ηλικία του νερού.

Για την ολοκλήρωση της έρευνας, κρίθηκε απαραίτητη η συνεχής επικοινωνία και η εύρυθμη συνεργασία με τον φορέα διαχείρισης του δικτύου, Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β. Ως αρχικό δεδομένο απαιτήθηκε το τμήμα του δικτύου σε σχέδιο. Η υπηρεσία είχε διαθέσιμο το σχέδιο σε μορφή AutoCad (Εικόνα 4-6) με όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την διαδικασία του σχεδιασμού. Βάσει του σχεδίου, εξήχθησαν πληροφορίες για τα σημεία που είναι τοποθετημένοι οι αγωγοί στην Ν. Δημητριάδα, τις τεχνικές τους προδιαγραφές (μήκος, διάμετρος, υλικό κατασκευής) και τα σημεία στα οποία εισέρχεται το νερό στην περιοχή από τις οδεύσεις των δεξαμενών(Εικόνα 4-7, 4-8).

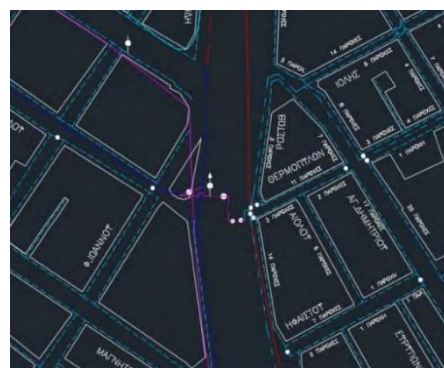


Εικόνα 4-6: Σχέδιο Δικτύου ύδρευσης Ν. Δημητριάδας σε περιβάλλον Autocad

Εξαιτίας του μεγάλου όγκου δεδομένων που παρείχε το σχέδιο, καθώς αφορά τον Δήμο Βόλου, αρχικά έγινε ένας διαχωρισμός των στοιχείων που αφορούν την περιοχή μελέτης. Οι αγωγοί σύμφωνα με το σχέδιο στον μεγαλύτερο πληθυσμό τους είναι σχεδιασμένοι με το Layer NEOPE90 όπου δηλώνει ότι το υλικό κατασκευής είναι το πολυαιθυλένιο τρίτης γενιάς και η διάμετρος του αγωγού είναι 90 χιλιοστά

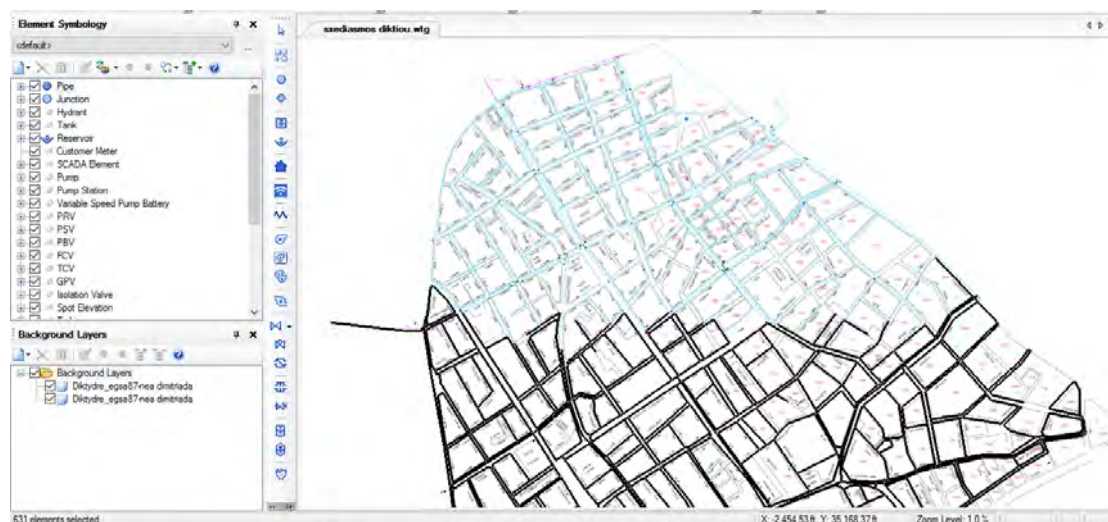


Εικόνα 4-7: Είσοδος δικτύου από Θερμοπύλων



Εικόνα 4-8: Είσοδος Δικτύου από Ορμινίου

Αποθηκεύοντας ένα στιγμιότυπο με το σχέδιο AutoCad της Νέας Δημητριάδας, έγινε η εισαγωγή του στο πρόγραμμα WaterGEMS ως Background Layer (Εικόνα 4-9) για την πραγματοποίηση του σχεδιασμού του δικτύου. Με αυτό τον τρόπο πραγματοποιείται ο σχεδιασμός του δικτύου, εντοπίζονται οι διασταυρώσεις των αγωγών και διευκρινίζονται τα στοιχεία των υλικών σωστά σε κάθε αγωγό ξεχωριστά. Τέλος, για να είναι ευκρινές και λειτουργικό το σχέδιο, έγινε χρήση κλίμακας 1:7,71.



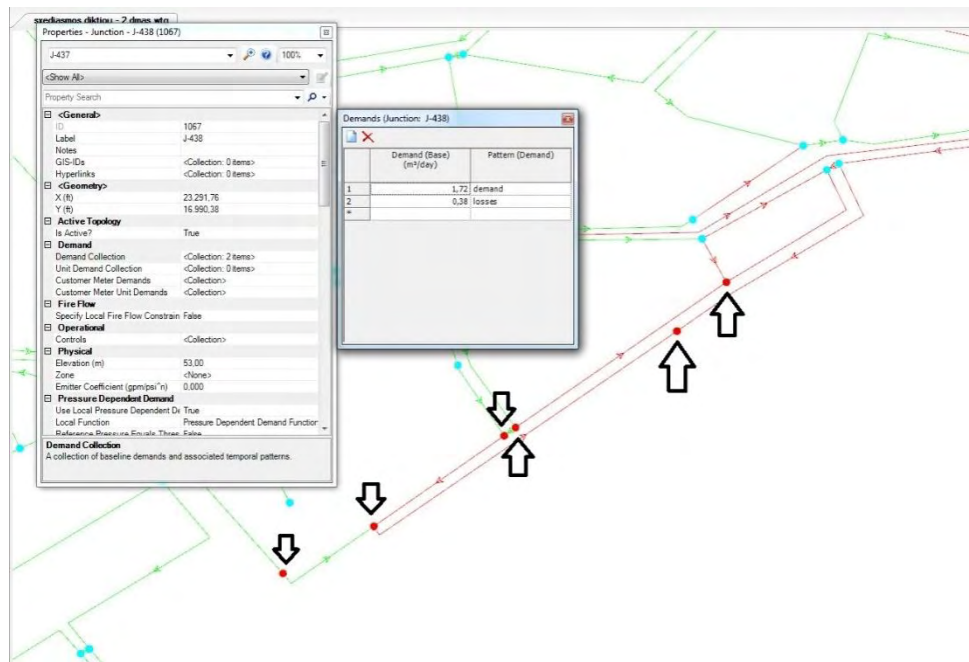
Εικόνα 4-9: Ενδιάμεσο στάδιο σχεδιασμού δικτύου με την βοήθεια Background Layer

Το δεύτερο απαραίτητο στοιχείο από τον πάροχο και διαχειριστή του δικτύου είναι οι καταναλώσεις. Οι καταναλώσεις που εισήχθησαν ως στοιχεία αφορούν το οικονομικό έτος του 2015 και είναι τα πραγματικά στοιχεία με τα οποία κοστολογήθηκαν οι καταναλωτές. Πιο συγκεκριμένα, η Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β παρείχε δύο αρχεία τύπου excel στα οποία το ένα αποτελούταν από στοιχεία που αφορούν τις διευθύνσεις και τα υδρόμετρα των καταναλωτών και το δεύτερο αποτελούταν από τις καταναλώσεις των πολιτών χωρισμένες σε 4 τρίμηνα για το 2015.

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία ένωσης των αρχείων της ΔΕΥΑΜΒ με σκοπό την αξιοποίησή τους, ακολουθεί μια σειρά βημάτων σχεδίασης που περιγράφουν τον τρόπο που τοποθετούμε τις καταναλώσεις και υπολογίζουμε τις απώλειες καταγράφοντας αρχικά το βάρος του κάθε κόμβου βάσει της ζήτησης του:

1. Κατά την δημιουργία του μοντέλου προσομοίωσης του δικτύου ύδρευσης της περιοχή της Νέας Δημητριάδας, πραγματοποιήθηκε καταχώρηση όλων των καταναλώσεων σύμφωνα με τα πραγματικά στοιχεία του κάθε καταναλωτή σε κάθε κόμβο σύμφωνα με την κατανάλωση της εκάστοτε περιοχής. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε για κάθε οδό ξεχωριστά, αθροίζοντας τις καταναλώσεις της οδού από τα αρχεία της ΔΕΥΑΜΒ, αθροίζοντας τους

κόμβους της οδού με βάση το σχέδιο του WaterGEMS και τελικά διαιρώντας το σύνολο κατανάλωσης της οδού με το άθροισμα των κόμβων και κατανέμοντας ισοδύναμα την κατανάλωση σε κάθε κόμβο.

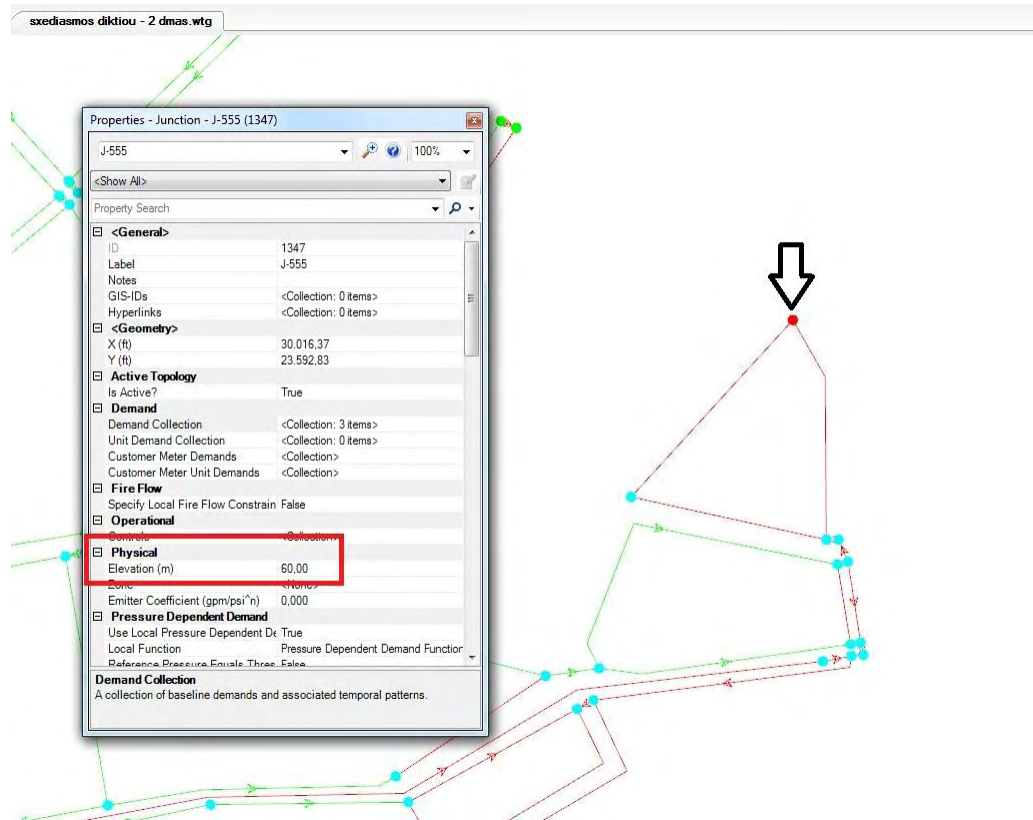


Εικόνα 4-10: Επιλογή κόμβων και τοποθέτηση στοιχείων ζήτησης και απωλειών

2. Στην συνέχεια, συγκρίνοντας τις πραγματικές καταναλώσεις των πολιτών με το σύνολο του εισερχόμενου νερού για το οικονομικό έτος 2015, σύμφωνα με τα δεδομένα της ΔΕΥΑΜΒ, υπολογίστηκαν οι απώλειες του δικτύου της συγκεκριμένης περιοχής, αφαιρώντας από το εισερχόμενο νερό τις καταναλώσεις. Στοιχεία για επιπλέον ‘απώλειες’ του δικτύου (κλοπές, μη τιμολογούμενο νερό, παράνομες συνδέσεις) δεν είναι διαθέσιμα από την Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.

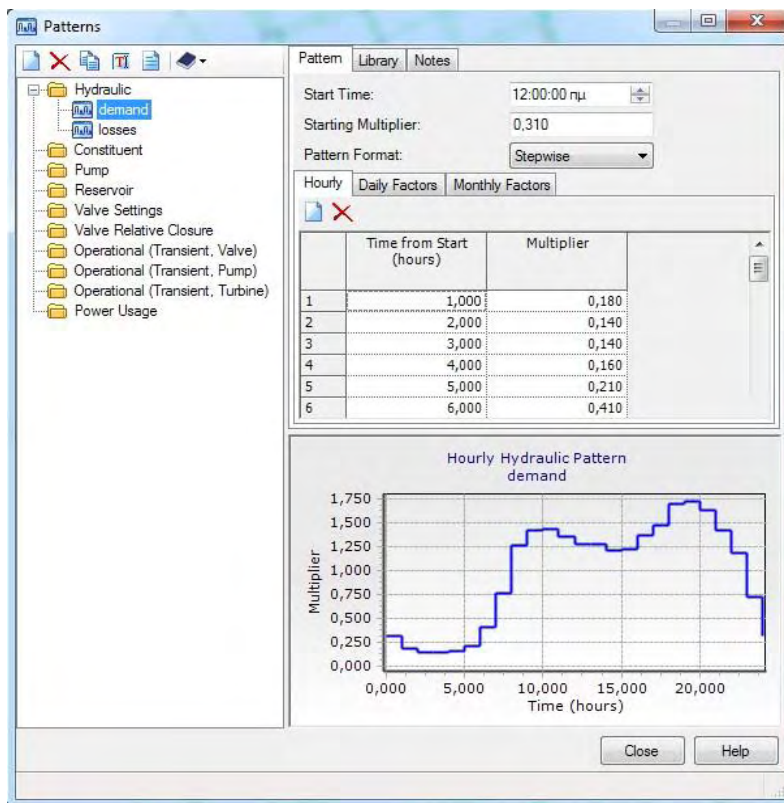
$$ΑΠΩΛΕΙΕΣ = ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟ ΝΕΡΟ – ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ$$

3. Διαιρώντας την ζήτηση του κάθε κόμβου με την συνολική κατανάλωση, εξήχθη η συνεισφορά του κάθε κόμβου στο δίκτυο σε ποσοστό. Με αυτό τον τρόπο έγινε ο υπολογισμός του μεγέθους της απώλειας με βάση τις συνολικές που αντιστοιχεί με κάθε κόμβο.
4. Τοποθετώντας τις τιμές των καταναλώσεων και των απωλειών σε κάθε κόμβο ξεχωριστά, θα πρέπει να φαίνονται ξεχωριστά σαν καταχωρίσεις σε κάθε κόμβο και να δρουν αθροιστικά στο δίκτυο (Εικόνα 4-10). Προσομοιώνοντας την λειτουργία του δικτύου με βάση το πρόγραμμα Watergems v8i μοντελοποιήθηκε ένα δίκτυο το οποίο λειτουργεί σύμφωνα με τα πραγματικά στοιχεία ύδρευσης έτσι ώστε τα αποτελέσματα της έρευνας να είναι αξιόπιστα και ρεαλιστικά.
5. Πρέπει κάθε κόμβος να είναι εξαρτημένος και στην τρίτη διάσταση. Είναι απαραίτητη για τους σωστούς υπολογισμούς είναι η διευκρίνιση των υψομέτρων σε κάθε κόμβο ώστε να μπορούμε να εξάγουμε σωστά αποτελέσματα για την πίεση και την ηλικία του νερού στο δίκτυο. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώθηκε με την βοήθεια του προγράμματος Google Earth το οποίο παρέχει πληροφορίες με μικρή απόκλιση (1 μέτρο) για κάθε σημείο του χάρτη το οποίο εξετάστηκε (Εικόνα 4-11).

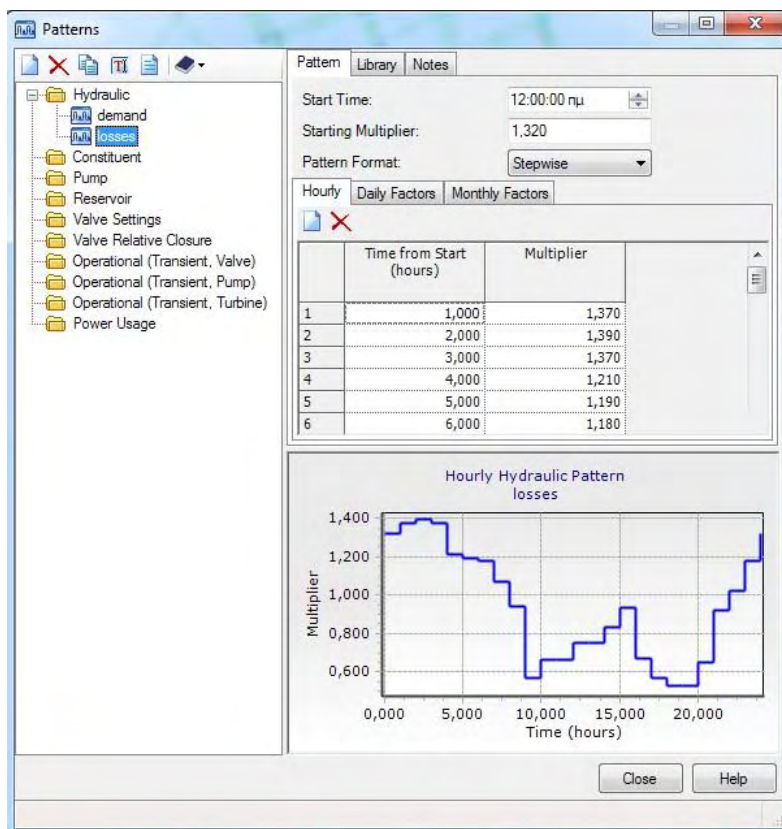


Εικόνα 4-11: Δήλωση υψομέτρου σε κόμβο

6. Τα δύο είδη καταχωρήσεων ζητήσεων (ζητήσεις, απώλειες) περιγράφονται από pattern προσομοίωσης της διακύμανσης της ζήτησης του κάθε κόμβου σύμφωνα με τις πραγματικές ζητήσεις των καταναλωτών στο 24ωρο. Με αυτό τον τρόπο παρουσιάζεται η διακύμανση της πίεσης του κάθε κόμβου στο δίκτυο, αφού η πίεση συμβάλλει στην μεταβολή της έντασης των απωλειών (Εικόνα 4-12, 4-13).



Εικόνα 4-12: Pattern προσομοίωσης ζήτησης σε 24ωρο κύκλο

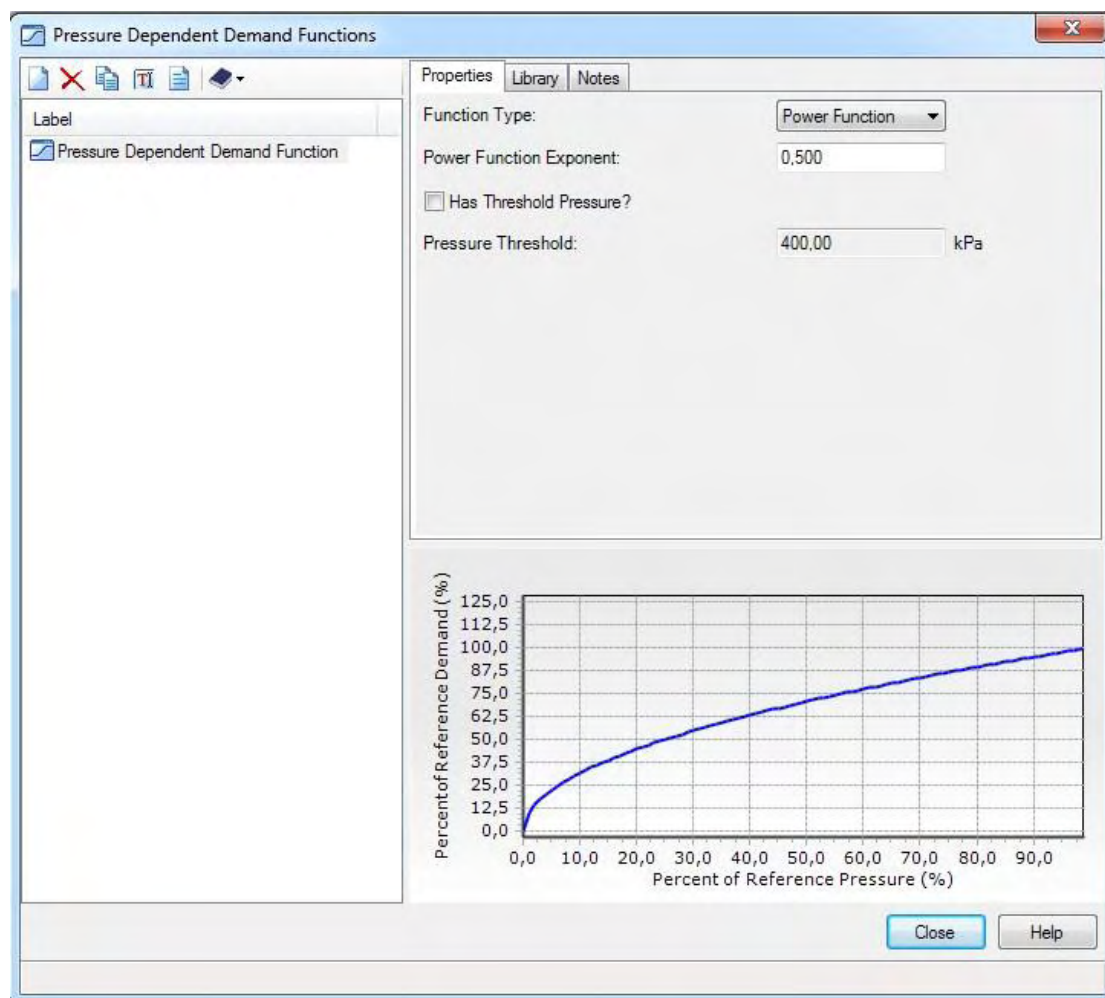


Εικόνα 4-13: Pattern προσομοίωσης απωλειών σε 24ωρο κύκλο

7. Οι δύο δεξαμενές υδροδότησης της περιοχής εισήχθησαν στο πρόγραμμα προσομοίωσης του δικτύου, σύμφωνα με τις οδεύσεις που επισημαίνονται σε αρχείο Autocad οι οποίες καταλήγουν στις οδούς Θερμοπυλών και Ορμινίου. Τα φυσικά χαρακτηριστικά των

δεξαμενών (όγκος και υψομετρική θέση) καταχωρήθηκαν σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της ΔΕΥΑΜΒ.

8. Διαμόρφωση δικτύου σε Pressure Dependent Demand (PDD). Ως Pressure Dependent Demand ορίζονται οι καταναλώσεις οι οποίες εξαρτώνται από την πίεση, δηλαδή σε μια ενδεχόμενη μείωση της πίεσης θα επέλθει και μείωση της κατανάλωσης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων καταναλώσεων είναι η χρήση ντουζιέρας και οι διαρροές που οφείλονται σε θραύσεις αγωγών (Γράφημα 4-1). Σαν όριο πίεσης στο δίκτυο θέσαμε τα 400 kPa και το ποσοστό της κατανάλωσης που χαρακτηρίζεται εξαρτημένη της πίεσης ορίζεται από το παρακάτω διάγραμμα που παρέχεται από το WaterGEMS (Εικόνα 4-14).



Εικόνα 4-14: Ρύθμιση καταναλώσεων δικτύου ως PDD με όριο πίεσης τα 400 kPa

Για την προσομοίωση των PDD στο WaterGEMS ήταν αναγκαίος ο προσδιορισμός της συνάρτησης που εκφράζει την σχέση μεταξύ της πίεσης και της ζήτησης. Ο λόγος της πραγματικής παρεχόμενης ζήτησης προς την ζήτηση αναφοράς (reference demand), δηλαδή το ποσοστό της καθορισμένης ζήτησης στους κόμβους που έχει θεωρηθεί εξαρτώμενη της πίεσης, ορίζεται ως μια εκθετική συνάρτηση του λόγου της πραγματικής πίεσης με την πίεση αναφοράς (reference pressure).

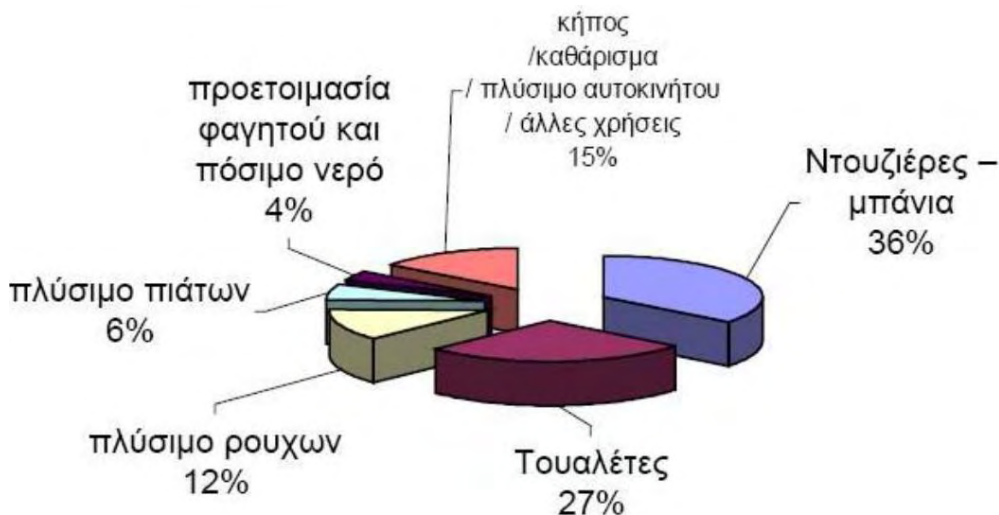
Σαν εκθέτης της συνάρτησης λήφθηκε ο προτεινόμενος από το πρόγραμμα 0,5, καθώς θεωρείται ως μια τιμή που αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων. Γενικά, χρησιμοποιώντας στο WaterGEMS μια εκθετική συνάρτηση για να περιγράψει τη σχέση ζήτησης-πίεσης ισοδυναμεί με την υπόθεση ύπαρξης ενός ανοίγματος ή στομίου (orifice equation) ορίζεται ως (Γκονέλας, 2015):

$$Q = K \cdot P^{0,5}$$

Όπου : Q : παροχή στο άνοιγμα

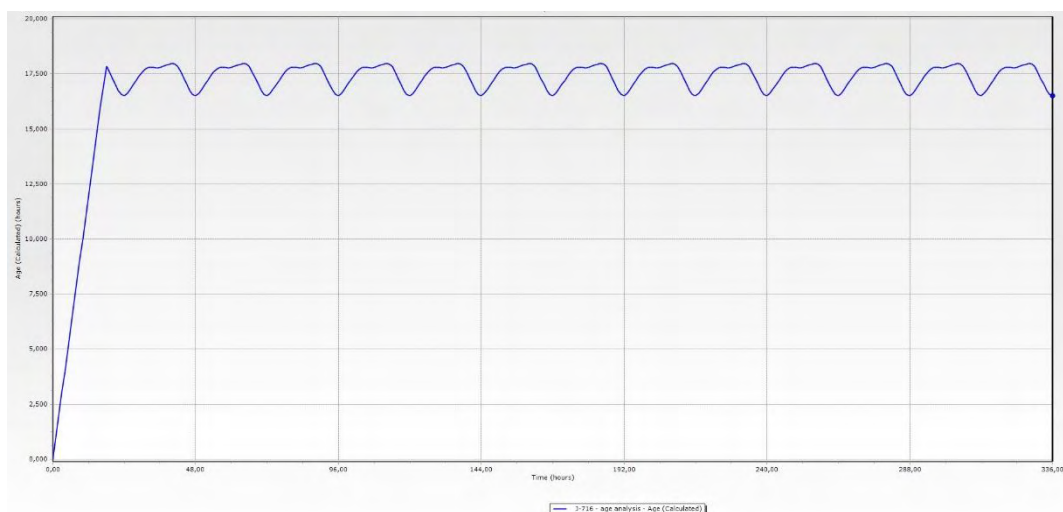
- P : η πίεση ανάντη του ανοίγματος
- K : ένας συντελεστής που εκφράζει κάποιο μέγεθος της εξίσωσης

Τελικά, η μορφή της συνάρτησης γραφικά αποτυπώνεται στην παραπάνω εξίσωση.



Γράφημα 4-1: Καθημερινές ανάγκες των καταναλωτών που προσεγγίζουν το 70% των συνολικών αναγκών (Πατέλης, 2013)

9. **Διαδικασία Water Age Analysis.** Το πρόγραμμα WaterGEMS παρέχει την δυνατότητα να προσομοιώσει της κατάσταση του νερού από την άποψη της ηλικίας του για πεπερασμένα χρονικά διαστήματα. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, η έρευνα πραγματοποιήθηκε για χρονικό διάστημα 2 εβδομάδων (336 hours). Χρησιμοποιώντας το ευρετήριο του προγράμματος με λέξη κλειδί το ‘Water Quality Analysis’, ακολουθούμε μια σειρά βημάτων για την προετοιμασία της έρευνας τοποθετώντας τα δεδομένα της περιοχής που παρέχονται από τον φορέα διαχείρισης.



Γράφημα 4-2: Παρουσίαση ηλικίας νερού σε κόμβο J-716

Παρατηρείται ότι η ηλικία του νερού αρχικά αυξάνεται γραμμικά και στην συνέχεια σταθεροποιείται με ένα εύρος επανάληψης τιμών ανά περίπου 30 ώρες (Γράφημα 4-2). Το συγκεκριμένο διάγραμμα αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο

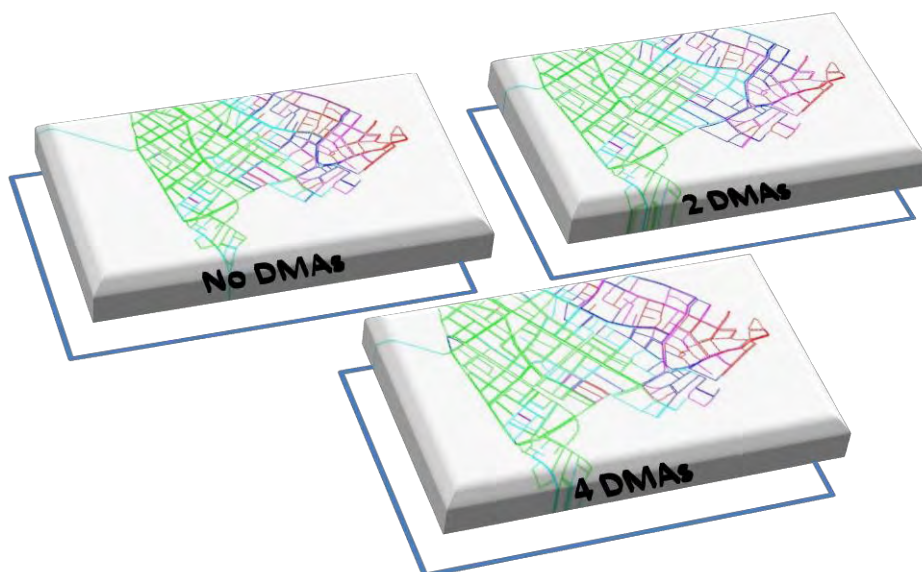
Διπλωματική Εργασία: “Μοντελοποίηση αστικών δικτύων ύδρευσης σε λογισμικό WaterGEMS και βελτίωση της ηλικίας του νερού με χρήση τεχνικών ρύθμισης πίεσης – Η περίπτωση της Νέας Δημητριάδας Βόλου.

μελετάμε την ηλικία του νερού παρατηρώντας αρχικά γραμμική αύξηση και στην συνέχεια σταθεροποίηση της ηλικίας με συγκεκριμένη περίοδο επανάληψης τιμών.

5. Αποτελέσματα μελέτης ως προς την πίεση και την ηλικία

5.1. Σενάρια Μελέτης και Ανάλυσης

Προϋπόθεση για την εύρυθμη λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης είναι η εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας και ποιότητας νερού για την κάλυψη της κατανάλωσης. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα υπολογιστικά πακέτα ανάλυσης δικτύων, τα οποία βάση των μαθηματικών μοντέλων που αυτά υποστηρίζουν, υποβοηθούν τον μελετητή που σχεδιάζει ή την υπηρεσία που διαχειρίζεται ένα δίκτυο ύδρευσης για την λήψη ορθολογικών αποφάσεων, από τεχνική και οικονομική άποψη.



Εικόνα 5-1: Χρωματική απεικόνιση των 3 σεναρίων σύμφωνα με την ηλικία του νερού

Τα υδραυλικά μοντέλα μπορούν και προσομοιώνουν την εκάστοτε υφιστάμενη κατάσταση και λειτουργία ενός δικτύου, να αναλύουν διαφορετικά σενάρια κι εκδοχές και τελικά να προτείνεται η ιδανικότερη λύση όχι μόνο ως προς την ηλικία του νερού αλλά γενικά ως προς την ποιότητά του. Επίσης, η χρήση υδραυλικών μοντέλων μας επιτρέπει την απεικόνιση των αποτελεσμάτων ως προς την ηλικία πάνω στο δίκτυο πριν και μετά τις αλλαγές που θα εφαρμόσουμε με εφαρμογή χρωματικής κωδικοποίησης κι έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να εντοπίσουμε τις κρίσιμες περιοχές πάνω στο χάρτη χωρίς να απαιτείται κάποιου είδους χρονοβόρα διαδικασία δειγματοληψίας (Εικόνα 5-1).

Με την προσομοίωση της λειτουργίας του δικτύου στο πρόγραμμα Watercad εξετάστηκαν τρία διαφορετικά σενάρια. Το πρώτο σενάριο αντιπροσωπεύει την αρχική κατάσταση του δικτύου πριν την οριοθέτηση των DMA. Στο δεύτερο σενάριο διαμορφώνονται οι 2 DMAs στο δίκτυο κλείνοντας κάποιους αγωγούς (pipe status=closed) ώστε να υπάρχει διαχωρισμός δύο μεγάλων υποπεριοχών του δικτύου και στο τρίτο σενάριο ο διαχωρισμός που πραγματοποιείται μας αποδίδει 5 μικρότερες υποπεριοχές. Η κατώτατη τιμή των δύο ατμοσφαιρών προτείνεται για κανονικές συνθήκες λειτουργίας στο “Prowat εγχειρίδιο αντιμετώπισης απωλειών ύδατος”, ενώ αναφέρεται και σαν υποχρέωση των Δ.Ε.Υ.Α. για παροχή νερού με την αναφερόμενη πίεση στη θέση του μετρητή των πελατών. Ωστόσο, στην εξεταζόμενη περιοχή της Νέας Δημητριάδας το ανώτατο όριο δόμησης είναι τα 7,5 μέτρα, όποτε γίνονται δεκτές και χαμηλότερες τιμές πίεσης κρίνοντας ότι δεν θα υπάρξει ανικανότητα στην εξυπηρέτηση των πολιτών.

Συνεπώς τα σενάρια μελέτης και ανάλυσης που επιλέχθηκαν για τη παρούσα διπλωματική εργασία είναι επιγραμματικά τα ακόλουθα:

Σενάριο 1 : No DMAs

- Παρουσίαση αρχικής κατάστασης

Σενάριο 2 : 2 DMAs

- Διαχωρισμός σε 2 μεγάλες υποπεριοχές

Σενάριο 3 : 4 DMAs

- Διαχωρισμός σε 4 μικρές υποπεριοχές

5.2. Υφιστάμενη κατάσταση δικτύου – Σενάριο 1 : No DMAs

Παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση του δικτύου της Νέας Δημητριάδας (Εικόνα 5-2) όπως ακριβώς διαμορφώνεται με τα στοιχεία που παρείχε η Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β. Ο μέσος όρος της ηλικίας του νερού διαμορφώνεται στις **75,4 ώρες** (3 ημέρες) για κατάσταση λειτουργίας **336 ωρών** (14 ημέρες).



Εικόνα 5-2: Σενάριο 1 – No DMAs. Χρωματική απεικόνιση των κόμβων με βάση την πίεση

Ο μέσος όρος της πίεσης για όλο το εικοσιτετράωρο διαμορφώνεται στα **340 kPa**, ξεπερνώντας την κατώτατη τιμή που επιβάλλεται από τον κανονισμό σχεδιασμού και λειτουργίας δικτύων, τα 200 kPa ή 2 ατμόσφαιρες.



Εικόνα 5-3: Σενάριο 1 – No DMAs. Χρωματική απεικόνιση των αγωγών με βάση της ηλικία του νερού

Παρατηρείται ότι η περιοχή που πλήττεται από χαμηλές πιέσεις και μεγάλες ηλικίες νερού είναι στους πρόποδες του ορεινού όγκου της Γορίτσας (Εικόνα 5-4). Η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη αφού πρόκειται για το πιο απομακρυσμένο σημείο από την είσοδο του νερού στο δίκτυο. Επιπλέον, στο σημείο αυτό παρατηρείται και υψομετρική αύξηση (από 21 στα 62 μέτρα), δυσχεραίνοντας έτσι ακόμη πιο πολύ την κατάσταση (Εικόνα 5-3).



Εικόνα 5-4: Ανατολική περιοχή Νέας Δημητριάδας όπου εντοπίζονται οι χαμηλότερες πιέσεις (κόκκινοι κόμβοι) και οι μεγαλύτερες ηλικίες στο νερό (κόκκινοι αγωγοί)

Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται οι τιμές των πιέσεων και της ηλικίας του νερού για καθένα από τους κρίσιμους κόμβους που εντοπίστηκαν κατά την ανάλυση. Η ονομασία του κάθε κόμβου εμφανίζεται στο WaterGEMS στην στήλη Label (Πίνακας 5-1).

Πίνακας 5-1: Σενάριο 1 – No DMAs. Κρίσιμοι κόμβοι με βάση την πίεση και η ηλικία του νερού

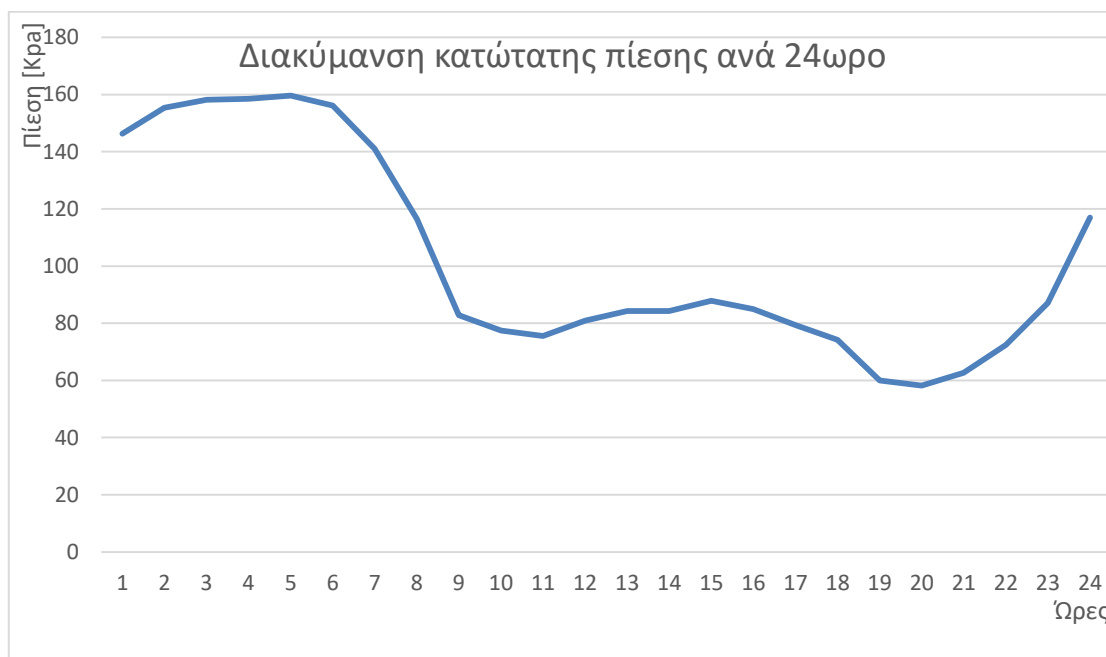
Κρίσιμοι Κόμβοι	ΠΙΕΣΗ		ΗΛΙΚΙΑ	
	AVERAGE	MIN ΚΡΙΣΙΜΟΥ	AVERAGE	MAX ΚΡΙΣΙΜΟΥ
J-555	102,649	58,18	168,00	336
J-634	102,717	58,32	143,9887	229,327
J-641	102,726	58,32	132,4325	187,712
J-642	102,725	58,32	132,0176	186,936
J-644	102,725	58,32	132,804	188,415

Κατά την ανάλυση 24ώρου, ο κόμβος με την ονομασία J-555 είχε την χαμηλότερη τιμή πίεσης καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.



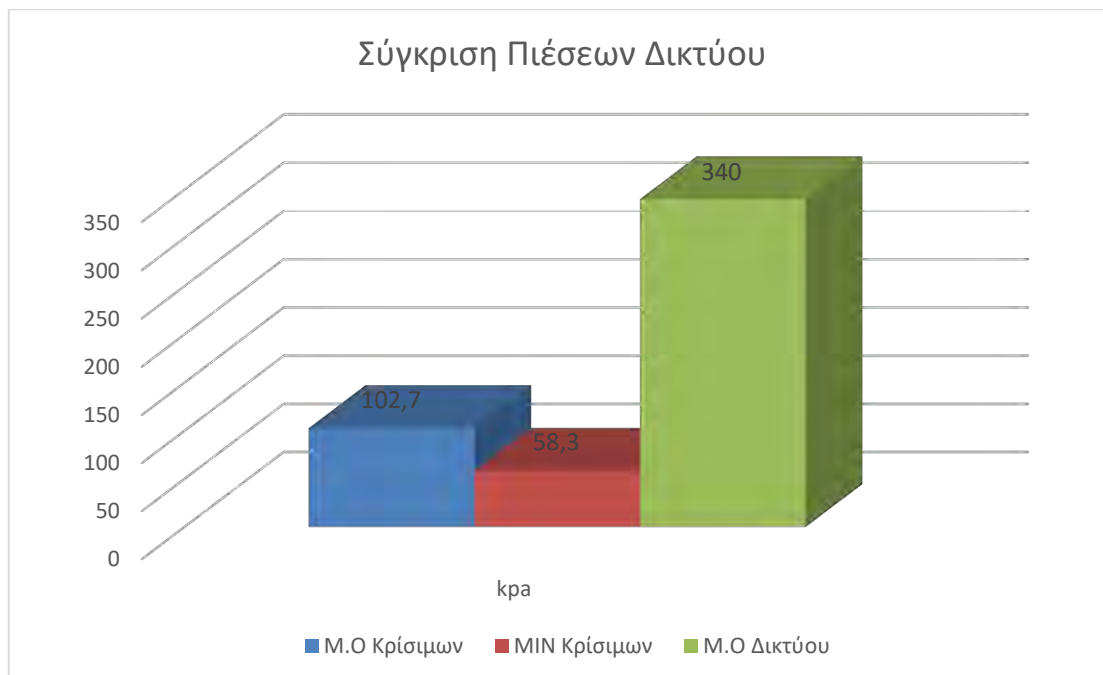
Εικόνα 5-5: Σενάριο 1 - No DMAs Απεικόνιση κρίσιμων κόμβων στο δίκτυο

Οι κόμβοι J-634, J-641, J-642, J-644 είχαν κρίσιμες τιμές πίεσης κατά την δεύτερη και την όγδοη ώρα της ημέρας (Εικόνα 5-5).

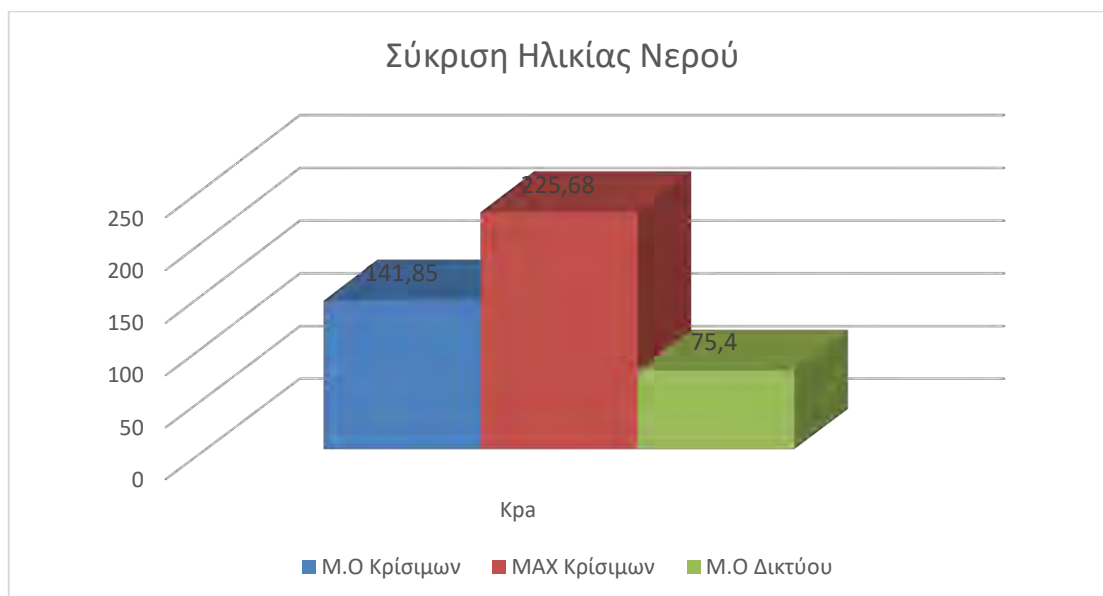


Διάγραμμα 5-1: Διακύμανση πίεσης στον κόμβο J-555

Στο παραπάνω διάγραμμα 5-1 φαίνεται αναλυτικά η διακύμανση της πίεσης στον κρίσιμο κόμβο J-555. Παρατηρείται ότι κατά τις νυχτερινές ώρες η πίεση είναι αυξημένη σε σχέση με τις ‘ενεργές’ ώρες της ημέρας.



Διάγραμμα 5-2: Σενάριο 1 – No DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων



Διάγραμμα 5-3: Σενάριο 1 – No DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης

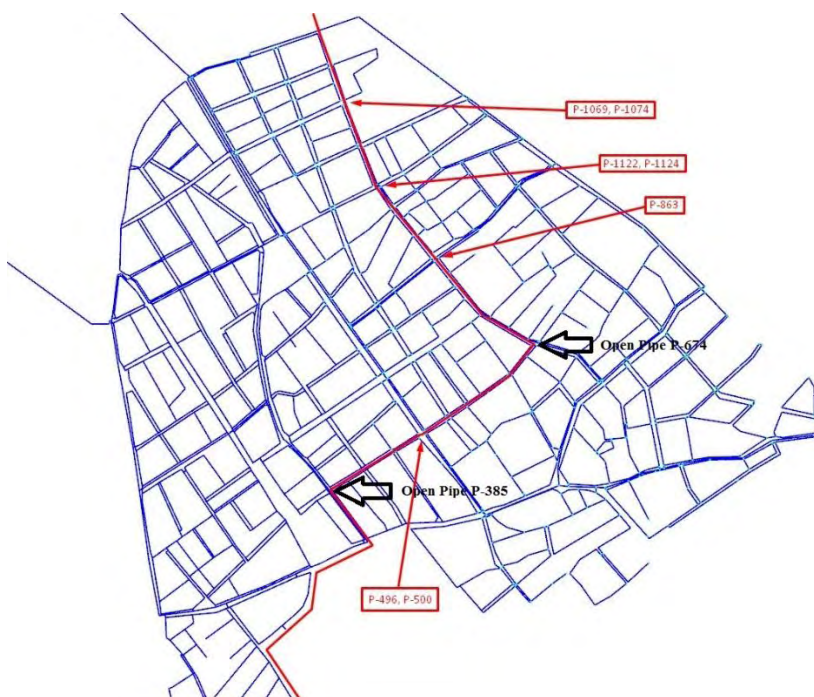
5.3. Σενάριο 2 – 2 DMAs : Διαχωρισμός δικτύου σε 2 DMAs

Η πρώτη επεξεργασία του δικτύου που πραγματοποιήθηκε μετά τον σχεδιασμό του είναι ο διαχωρισμός σε δύο μεγάλες υποπεριοχές (Εικόνα 5-6).



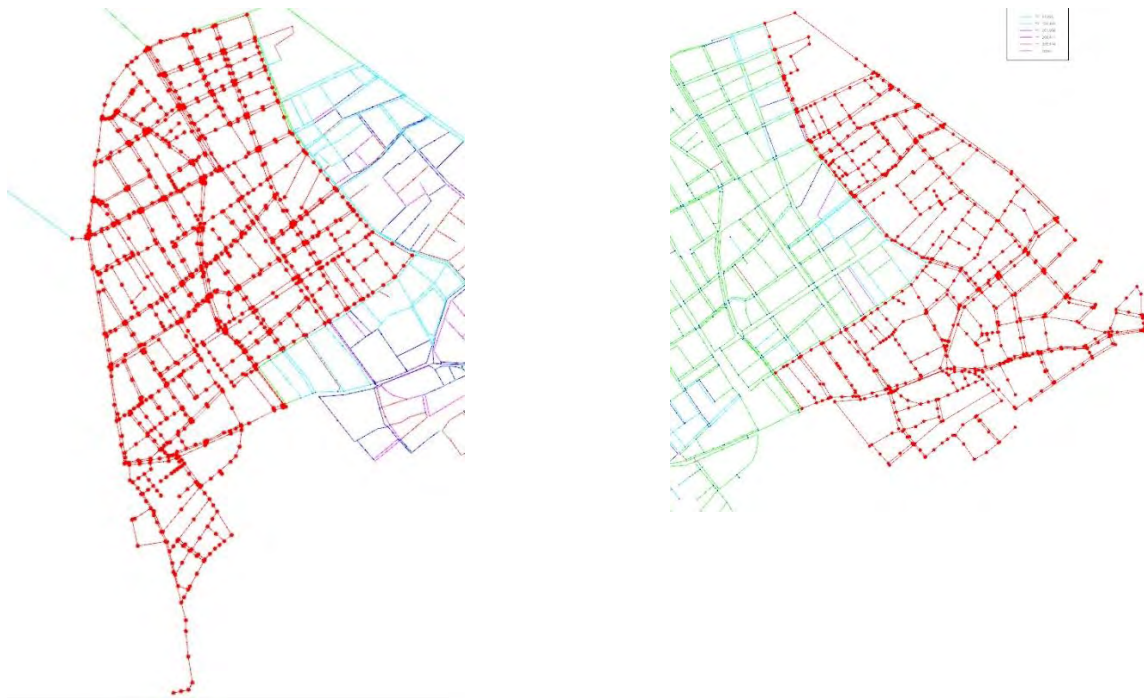
Εικόνα 5-6: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Χρωματική απεικόνιση του δικτύου με βάση την ηλικία του νερού στους αγωγούς διανομής

Η επιλογή των υποπεριοχών ολοκληρώθηκε με την συμβολή του σχεδιασμού του εσωτερικού υδραγωγείου της Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β (Εικόνα 5-8). Η διαδικασία διαχωρισμού γίνεται κλείνοντας τους αγωγούς που συνδέουν τις δύο περιοχές (pipe : initial status=closed) (Εικόνα 5-7).



Εικόνα 5-7: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Επισημάνση κλειστών αγωγών στο δίκτυο για τον διαχωρισμό του σε 2 DMAs

Η επεξεργασία του δικτύου έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή των τιμών μέσου όρου σε ηλικία και πίεση σε ολόκληρο το δίκτυο.



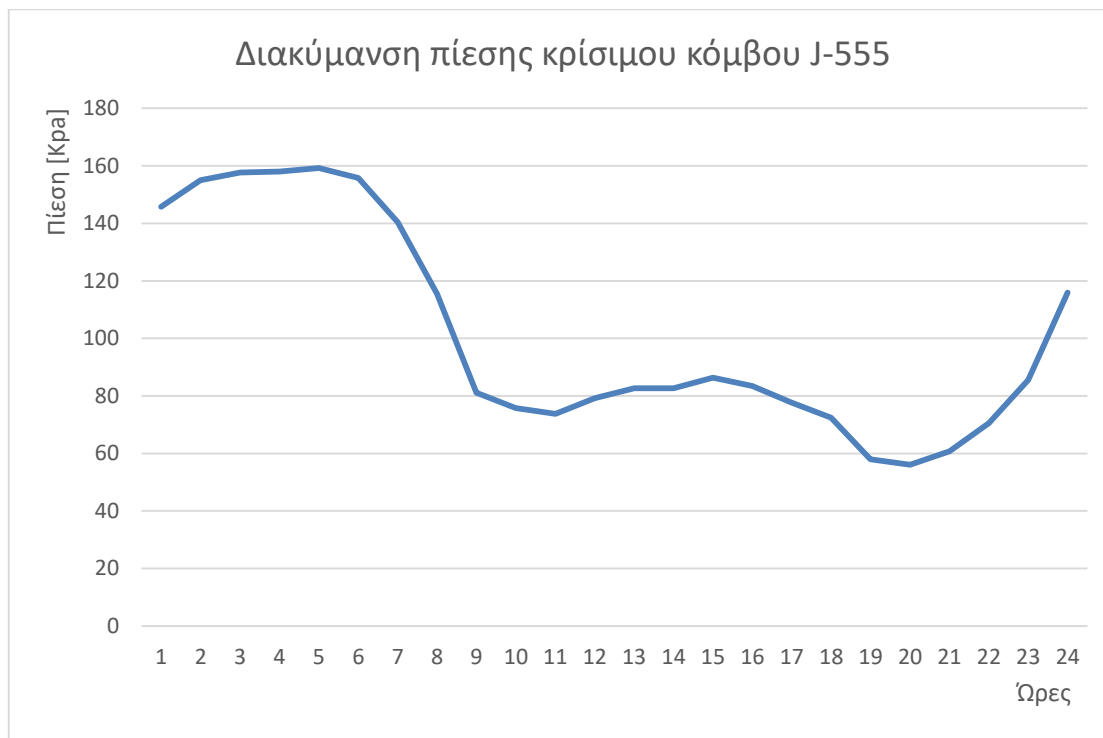
Εικόνα 5-8: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Ο διαχωρισμός του δικτύου σε 2 DMAs

Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος όρος ηλικίας του νερού στο δίκτυο διαμορφώθηκε στις 71,7 ώρες (μείωση κατά 4,3 ώρες από την αρχική κατάσταση) σε ανάλυση 336 ωρών. Όσον αφορά την πίεση του δικτύου, ο μέσος όρος είναι 339 kPa παρατηρώντας ότι δεν υπήρξε καμία αλλαγή από την αρχική κατάσταση.



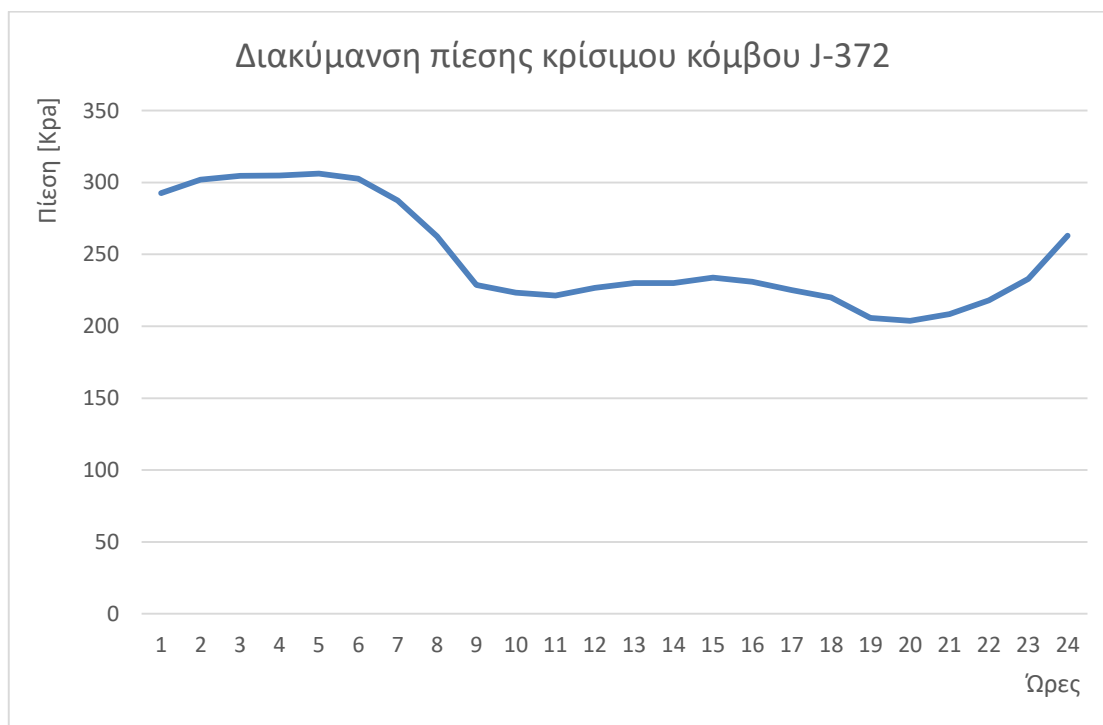
Εικόνα 5-9: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Απεικόνιση κρίσιμων κόμβων J-372 και J-555

Για την DMA 1 ο κρίσιμος κόμβος (Εικόνα 5-9) είναι ο ίδιος και στην αρχική κατάσταση, δηλαδή ο J-555. Καθ’ όλη την διάρκεια του 24ώρου ο κόμβος αυτός έχει την μικρότερη πίεση στην DMA 1 και σε όλο το δίκτυο (Διάγραμμα 5-4).



Διάγραμμα 5-4: Σενάριο 2- 2 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1 για 24 ώρες

Για την DMA 2 ο κρίσιμος κόμβος είναι ο J-372 (Εικόνα 5-9). Ο κόμβος βρίσκεται σε μια από τις δύο εισόδους που ενώνουν τις DMAs μεταξύ τους. Στο διάγραμμα 5-5 εμφανίζεται η διακύμανση της πίεσης στο 24ωρο.



Διάγραμμα 5-5: Σενάριο 2- 2 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-372 στην DMA 2 για 24 ώρες

DMAs	Κρίσιμοι Κόμβοι	ΠΙΕΣΗ [kPa]		ΗΛΙΚΙΑ [hours]	
		AVERAGE	MIN ΚΡΙΣΙΜΟΥ	AVERAGE	MAX ΚΡΙΣΙΜΟΥ
1	J-555	101,21	56,08	168	336
2	J-372	203,86	248,55	73,78	91,26

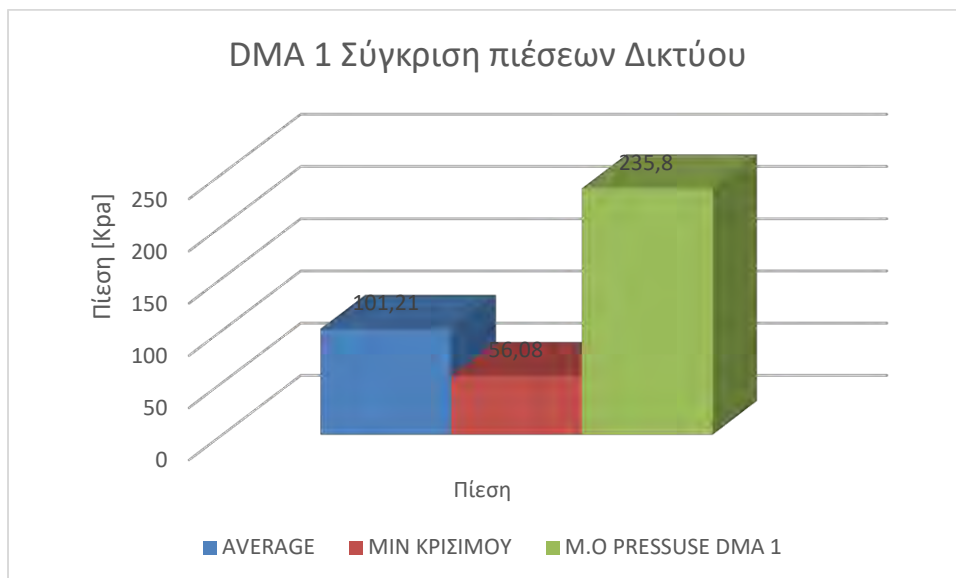
Πίνακας 5-2: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Κρίσιμοι κόμβοι με βάση την πίεση και η ηλικία νερού

Στον παραπάνω πίνακα 5-2 παρουσιάζονται συνολικά οι κρίσιμοι κόμβοι και σε ποια DMA βρίσκονται καθώς και οι κρίσιμες τιμές πίεσης τους. Επίσης αναφέρεται η ηλικία του νερού σε αυτούς τους κόμβους.



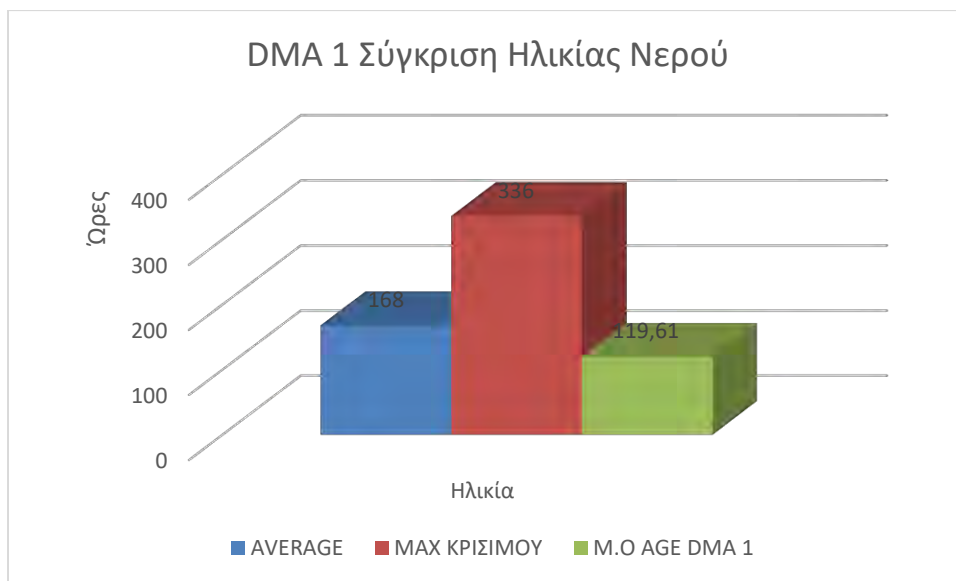
Εικόνα 5-10: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Ανατολική περιοχή Νέας Δημητριάδας όπου συναντάται η μέγιστη ηλικία νερού. Εμφανώς βελτιωμένη η κατάσταση σε σχέση με την αρχική

Παρακάτω επισυνάπτονται τα διαγράμματα συγκρίσεων που αφορούν τους κρίσιμους κόμβους για κάθε υποπεριοχή (DMA) :

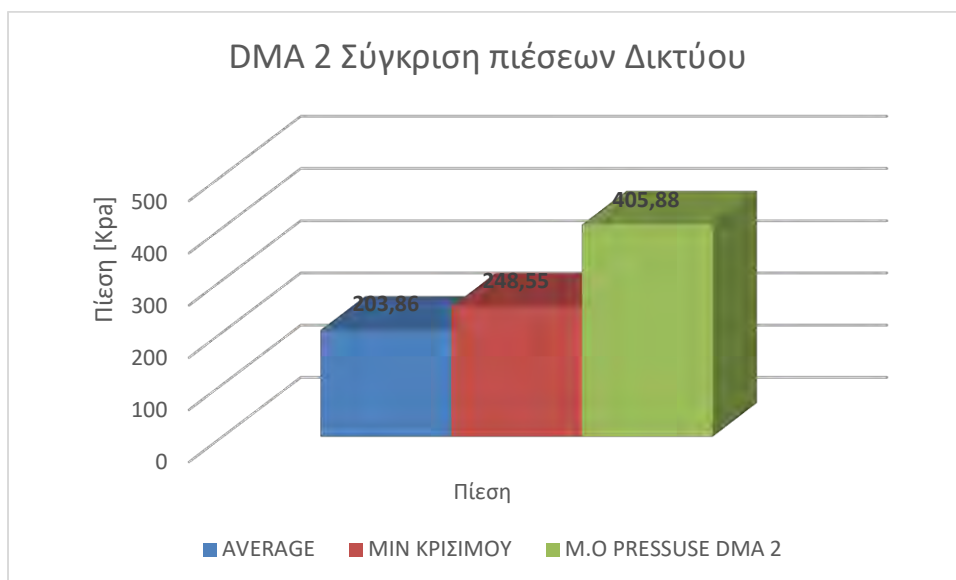


Διάγραμμα 5-6: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 1

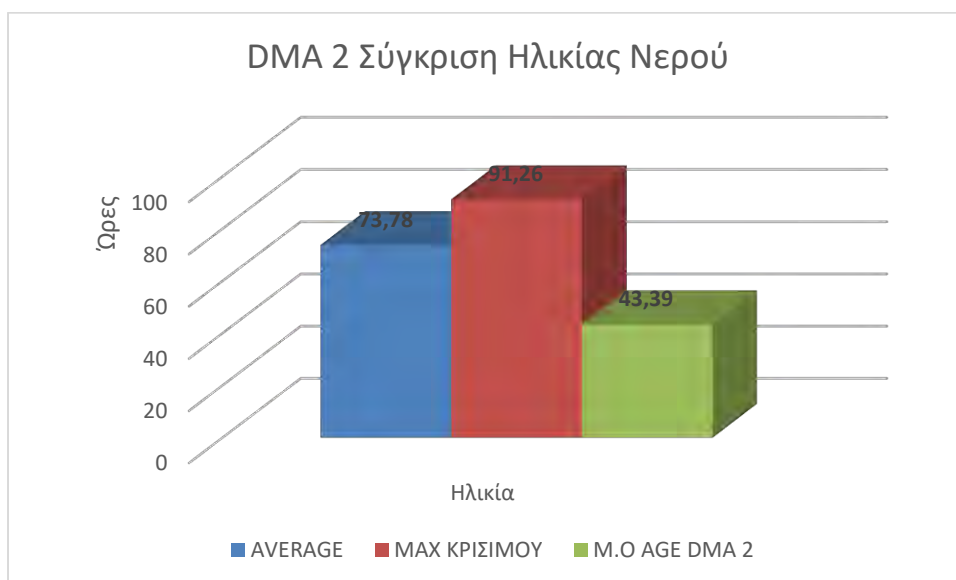
Εξετάζοντας ξεχωριστά κάθε DMA, στα αντίστοιχα διαγράμματα αποτυπώνεται η σύγκριση των τιμών της πίεσης (Διάγραμμα 5-6, 5-8) και της ηλικίας (Διάγραμμα 5-7, 5-9) σε σχέση με τον μέσο όρο του εκάστοτε κόμβου αλλά και της DMA που εντοπίζεται.



Διάγραμμα 5-7: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 1



Διάγραμμα 5-8: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 2



Διάγραμμα 5-9: Σενάριο 2 – 2 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 2

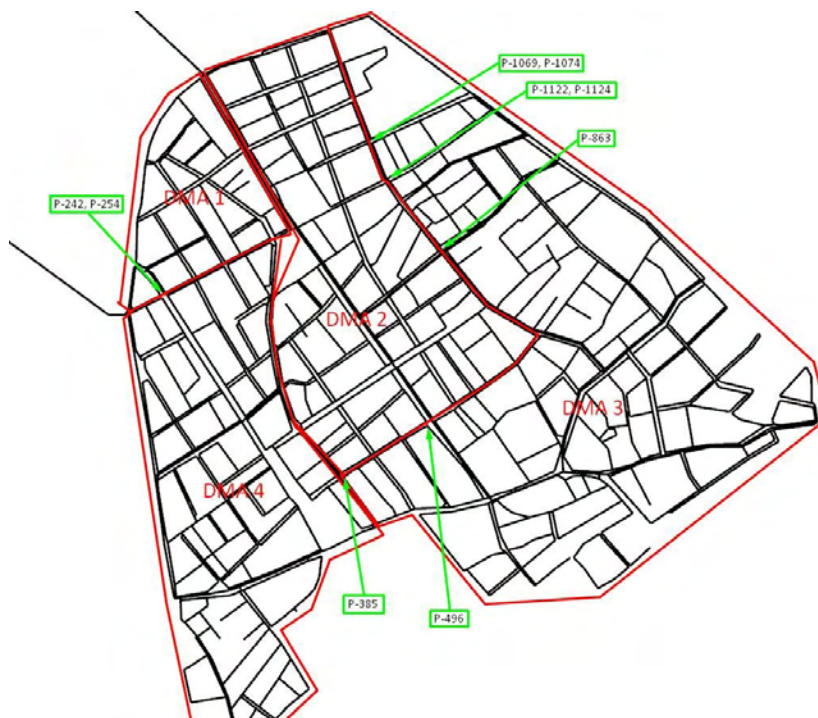
5.4. Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διαχωρισμός δικτύου σε 4 DMAs

Μια ακόμη επεξεργασία του αρχικού δικτύου, είναι ο διαχωρισμός του σε περισσότερες υποπεριοχές μικρότερου εμβαδού. Πιο συγκεκριμένα, χαράχθηκαν 4 DMAs με βάση τις ηλικίες του νερού στο αρχικό μας σχέδιο (Εικόνα 5-11)



Εικόνα 5-11: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Χρωματική απεικόνιση ηλικίας νερού

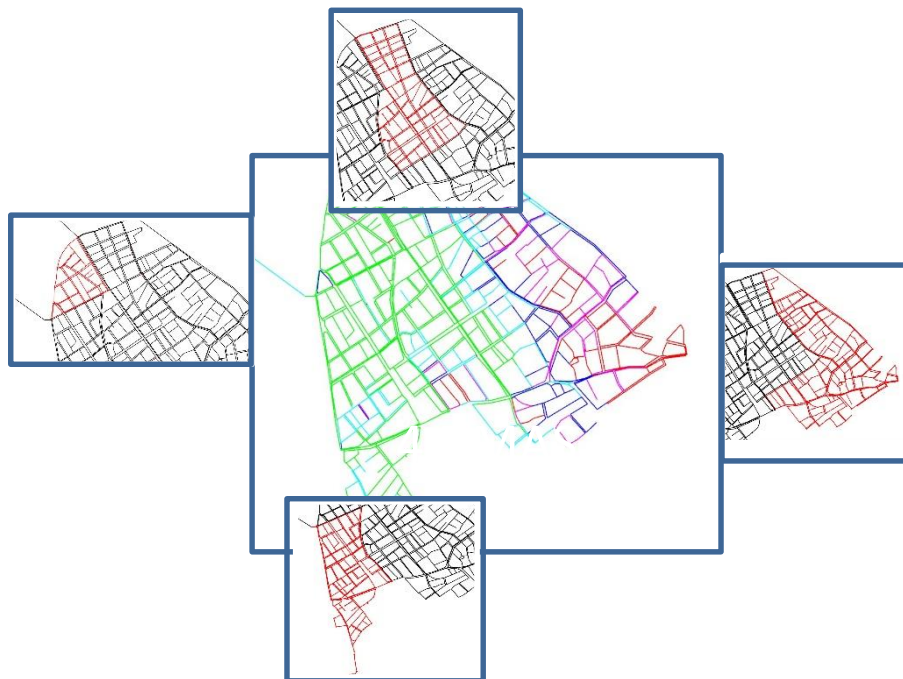
Σε αυτή την περίπτωση διαχωρισμού του δικτύου (Εικόνα 5-12), η ηλικία του νερού μειώθηκε μεν, αλλά πολύ λίγο για να είναι επιλήψιμη η αλλαγή. Η ηλικία του νερού διαμορφώθηκε στις **75,1 ώρες** (έναντι των 75,4 ωρών της αρχικής κατάστασης). Η πίεση των κόμβων παρέμεινε σε σταθερά επίπεδα των **339 kPa**, τιμή που την συναντήσαμε και στο σχέδιο με τις 2 DMAs.



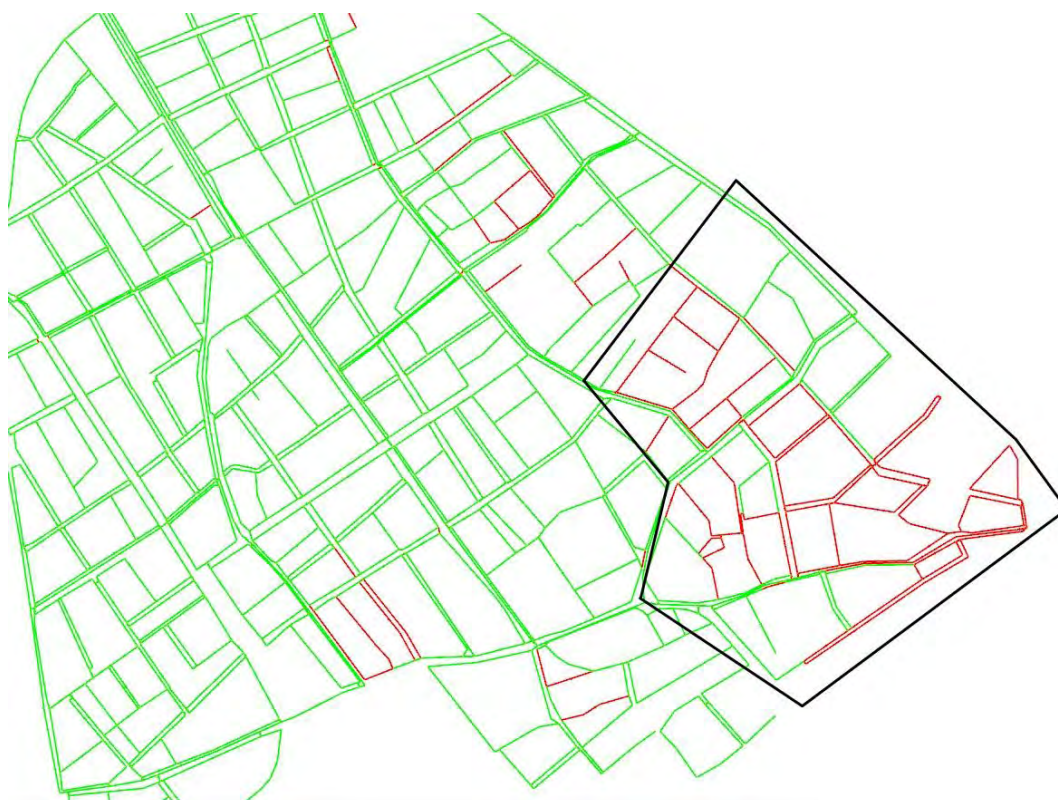
Εικόνα 5-12: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Επισημάνση κλειστών αγωγών και διαχωρισμός της περιοχής σε 4 DMAs

Στην εικόνα παραπάνω επισημαίνονται οι αγωγοί που θέτονται εκτός ροής ώστε να γίνει ο διαχωρισμός των 4 DMAs. Κάθε υποπεριοχή έχει μια είσοδο και δύο εξόδους. Ο αυστηρός

διαχωρισμός των DMA (μια είσοδο-μια έξοδο) δεν γινόταν να επιτευχθεί διότι η κρίσιμη ηλικιακά περιοχή (Εικόνα 5-13) θα είχε πρόβλημα υδροδότησης ή πολύ χαμηλής πίεσης για 5 ώρες την ημέρα.



Εικόνα 5-13: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Οι 4 DMAs όπως διαμορφώνονται με το κλείσιμο των αγωγών



Εικόνα 5-14: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Η περιοχή που πλήττεται από μεγάλες ηλικίες νερού. Βελτιωμένη η κατάσταση σε σχέση με την αρχική αλλά χειρότερη από αυτή των 2 DMAs

Εξετάζοντας τους κρίσιμους κόμβους που προκύπτουν σε κάθε υποπεριοχή με βάση την πίεση, είναι 4, όπως και οι DMAs (Εικόνα 5-15).

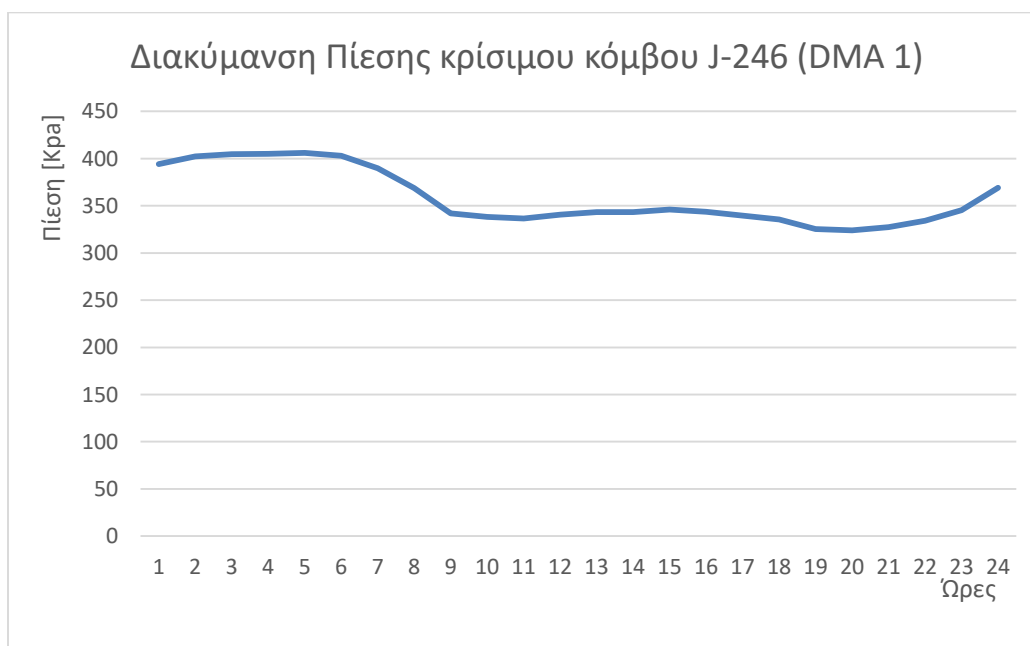


Εικόνα 5-15: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Επισήμανση θέσης κρίσιμων κόμβων με βάση την πίεση, για κάθε DMA

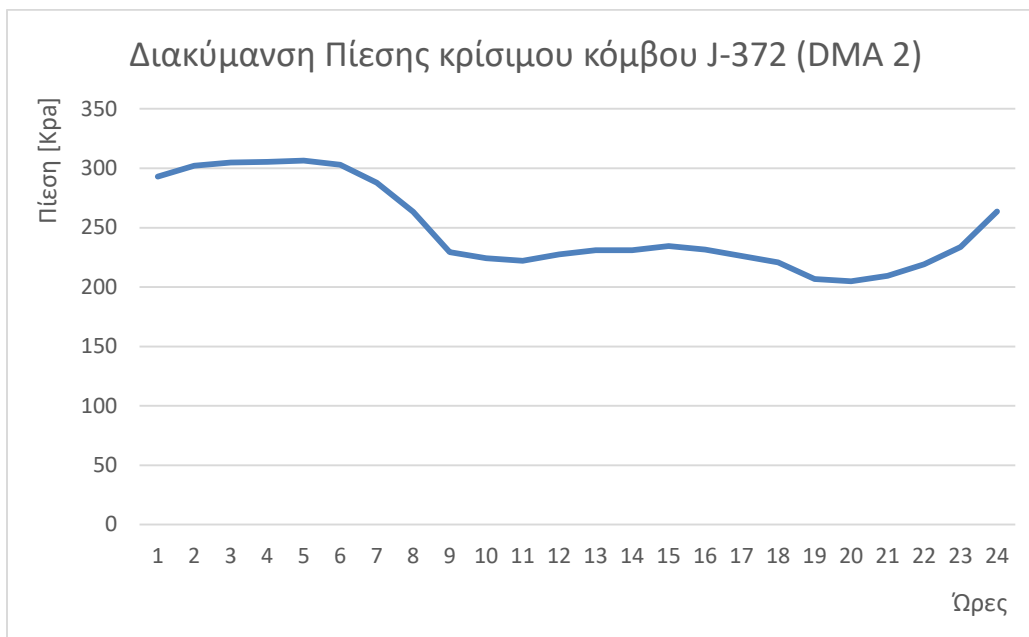
Αναλυτικότερα, για κάθε υποπεριοχή είναι :

- Ο κόμβος J-246 για την DMA 1
- Ο κόμβος J-372 για την DMA 2
- Ο κόμβος J-555 για την DMA 3
- Ο κόμβος J-163 για την DMA 4

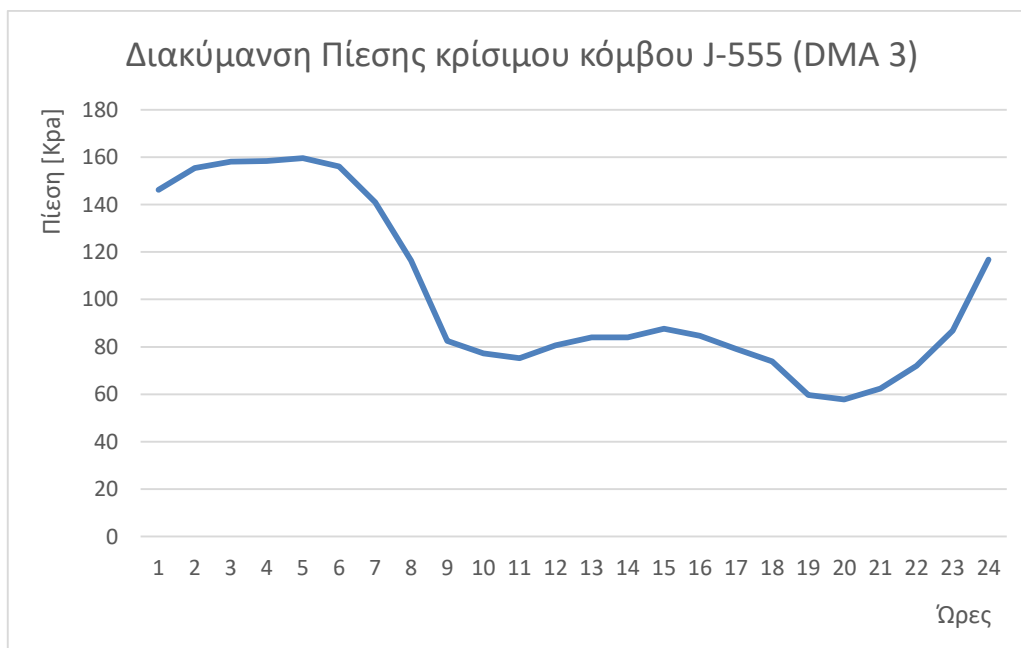
Και στις 4 υποπεριοχές, οι κόμβοι είχαν τις χαμηλότερες τιμές πίεσης για όλο το 24ωρο. Παρακάτω επισυνάπτονται διαγράμματα 5-10, 5-11, 5-12, 5-13 που προβάλλουν την διακύμανση της πίεσης του κάθε κόμβου ξεχωριστά για όλο το 24ωρο.



Διάγραμμα 5-10: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-246 στην DMA 1 για 24 ώρες

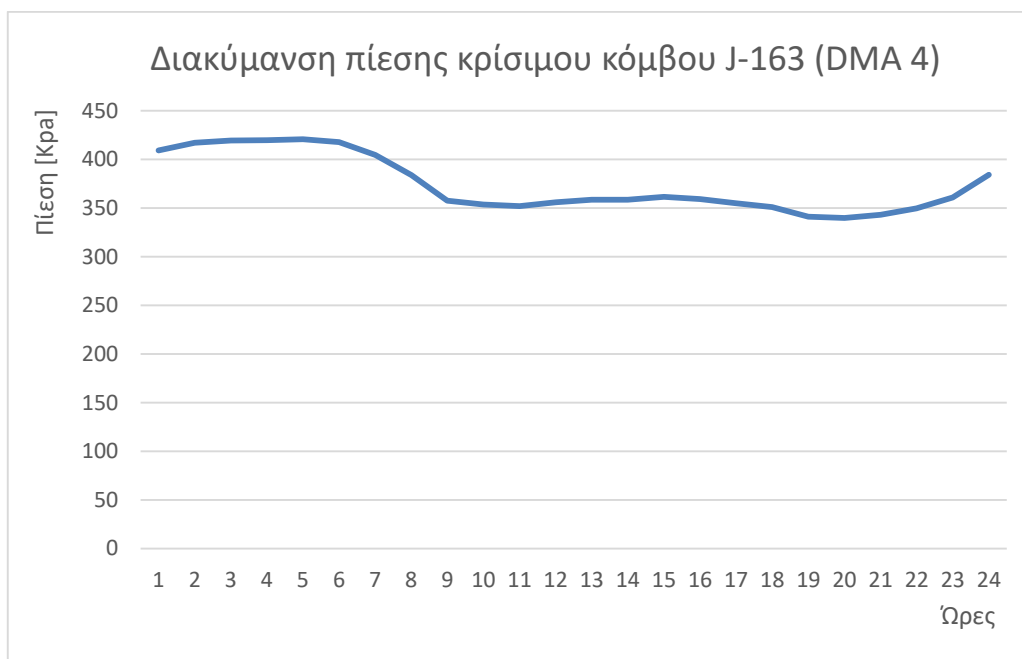


Διάγραμμα 5-11: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-372 στην DMA 2 για 24 ώρες



Διάγραμμα 5-12: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 3 για 24 ώρες

Στην τρίτη υποπεριοχή ο κρίσιμος κόμβος για όλες τις ώρες της ημέρας είναι ο J-555. Ωστόσο, κατά την τρίτη ώρα της ημέρας παρατηρούνται άλλοι 4 κόμβοι να σημειώνουν αντίστοιχες τιμές πίεσης, οι J-634, J-641, J-642, J-644.



Διάγραμμα 5-13: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-163 στην DMA 4 για 24 ώρες

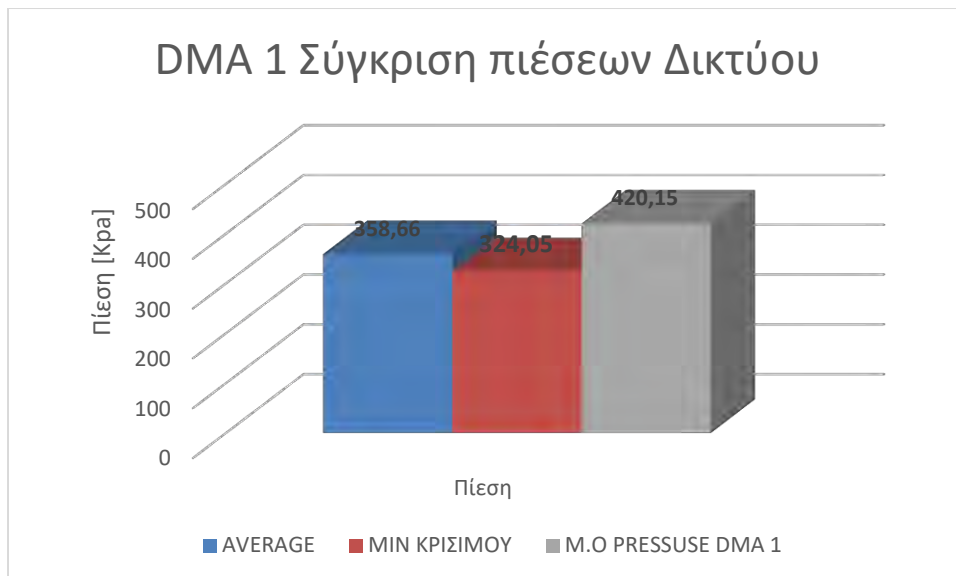
Παρατηρούμε ότι όλες οι υποπεριοχές έχουν φυσιολογική πίεση σύμφωνα με τον κανονισμό δικτύων ύδρευσης (όριο τα 200 kPa). Στην DMA 3 παρατηρούνται όπως και στα προηγούμενα σενάρια αλλά και στην αρχική κατάσταση χαμηλές πιέσεις, κυρίως στην περιοχή η οποία πλήττεται από μεγάλες ηλικίες νερού.

DMAs	Κρίσιμοι Κόμβοι	ΠΙΕΣΗ [kPa]		ΗΛΙΚΙΑ [hours]	
		AVERAGE	MIN ΚΡΙΣΙΜΟΥ	AVERAGE	MAX ΚΡΙΣΙΜΟΥ
1	J-246	358,66	324,05	17,9	18,92
2	J-372	249,2525	204,86	101,43	136,65
3	J-555	102,3129	57,81	168	336
4	J-163	374,0533	339,96	18,31	19,36

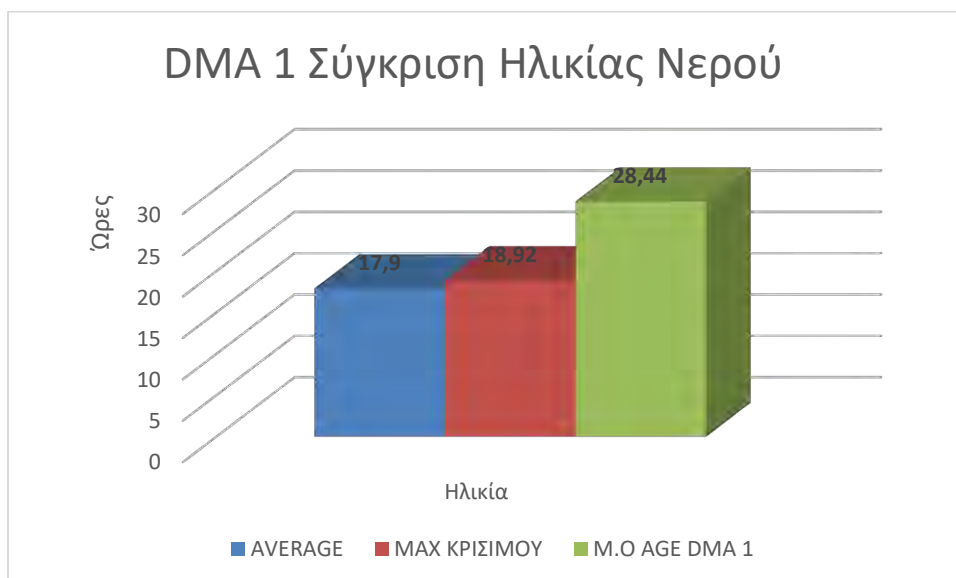
Πίνακας 5-3: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Κρίσιμοι κόμβοι με βάση την πίεση και η ηλικία νερού

Παρακάτω επισυνάπτονται τα διαγράμματα 5-14 έως 5-21 συγκρίσεων που αφορούν τους κρίσιμους κόμβους για κάθε υποπεριοχή (DMA) :

DMA 1

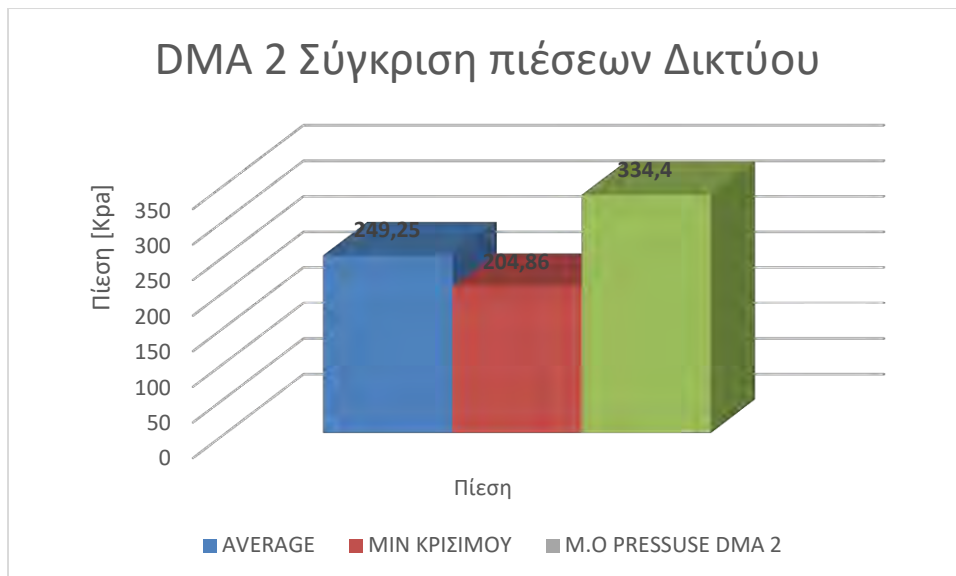


Διάγραμμα 5-14: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 1

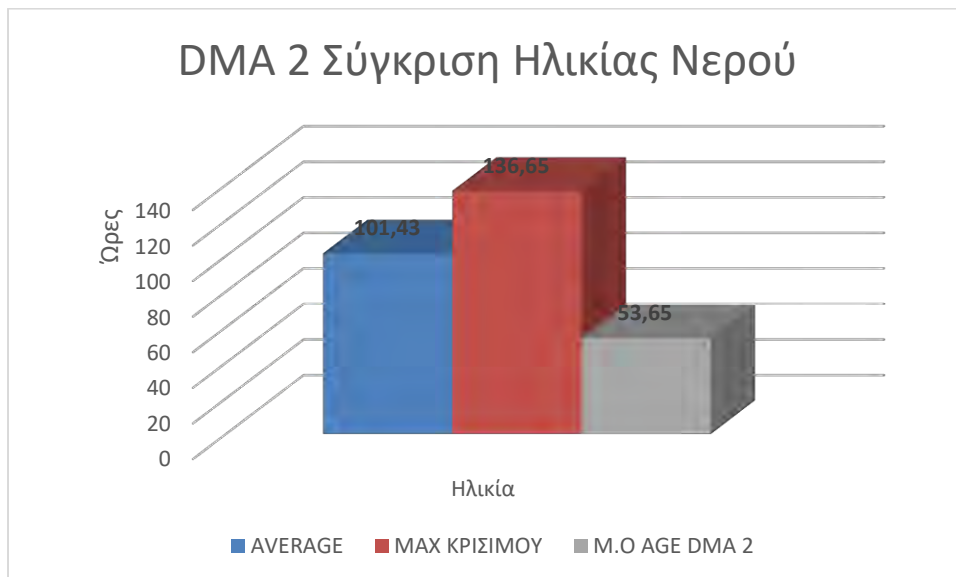


Διάγραμμα 5-15: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 1

DMA 2

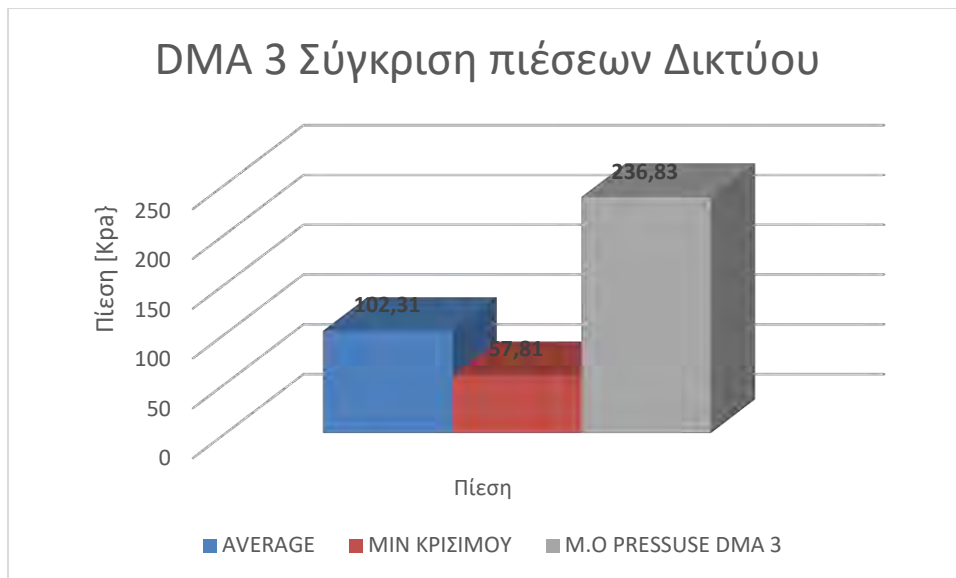


Διάγραμμα 5-16: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 2

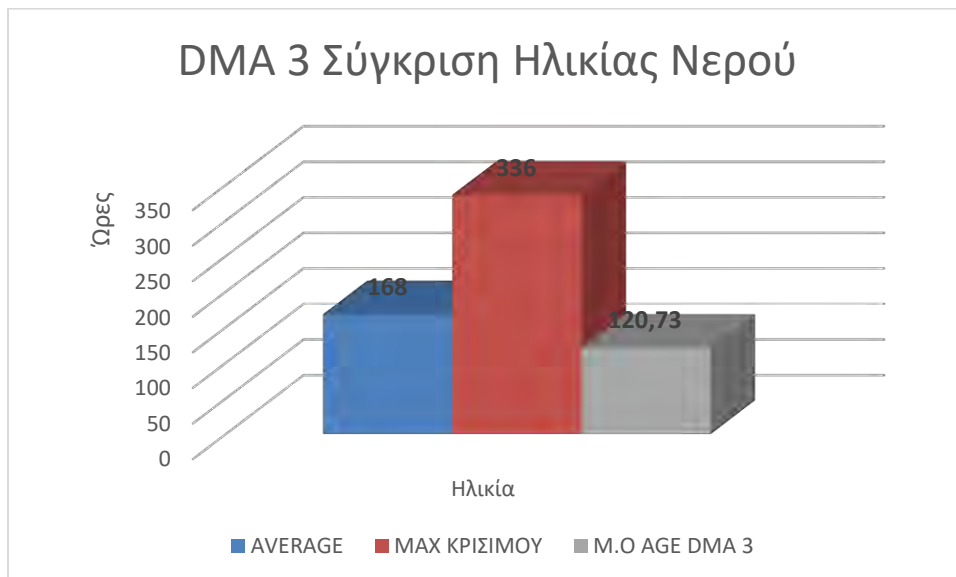


Διάγραμμα 5-17: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 2

DMA 3

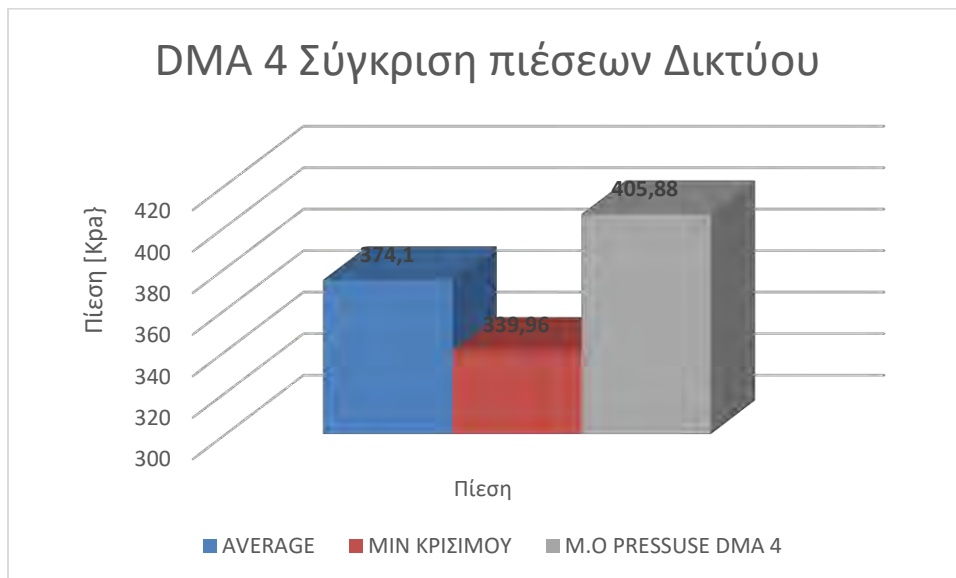


Διάγραμμα 5-18: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 3

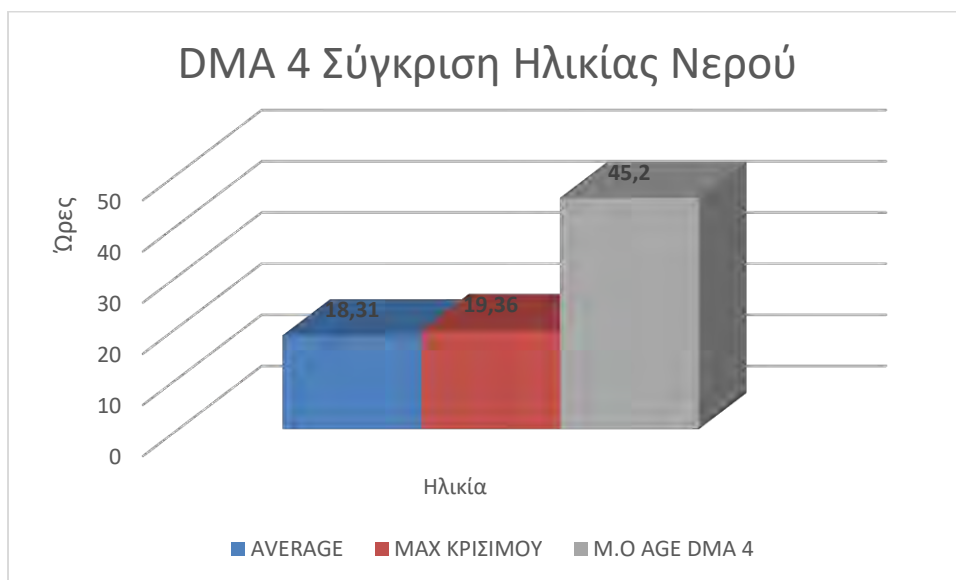


Διάγραμμα 5-19: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 3

DMA 4



Διάγραμμα 5-20: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων πιέσεων δικτύου και κρίσιμων κόμβων στην DMA 4



Διάγραμμα 5-21: Σενάριο 3 – 4 DMAs. Σύγκριση μέσων όρων ηλικίας νερού στο δίκτυο και στους κρίσιμους κόμβους πίεσης στην DMA 4

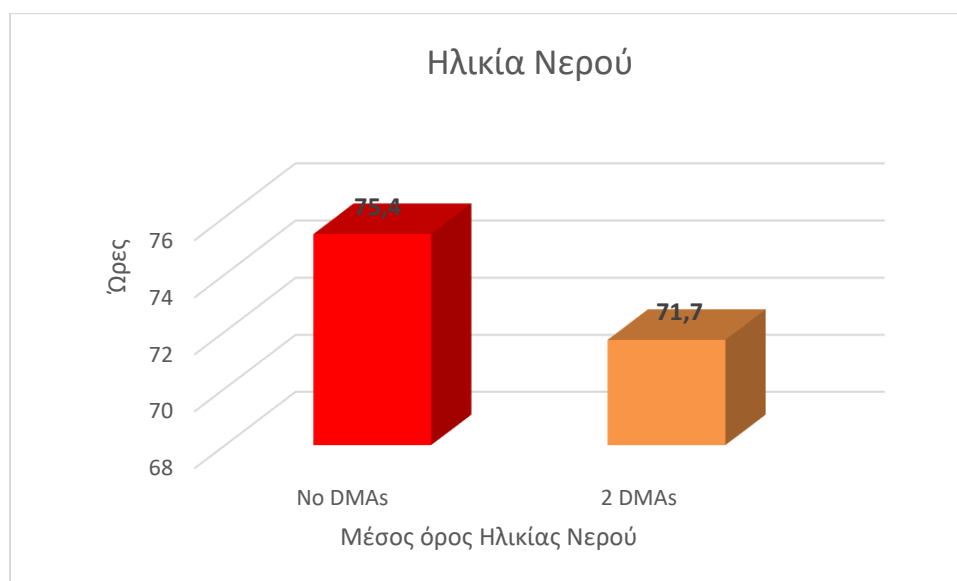
6. Αντιμετώπιση προβλημάτων δικτύου – Πρόταση λύσης και κοστολόγηση

Στο κεφάλαιο αυτό θα προταθούν τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος που συναντάται στην περιοχή της Νέας Δημητριάδας, χωρίζοντας τις κινήσεις εξυγίανσης του δικτύου σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο θα επιλεγεί ο πιο κατάλληλος διαχωρισμός σε υποπεριοχές του δικτύου και στο δεύτερο στάδιο θα προταθεί μια τροποποίηση του δικτύου με σκοπό την βελτίωση της ηλικίας του νερού στην ανατολική περιοχή της Νέας Δημητριάδας αλλά και την αύξηση της πίεσης στους κόμβους της ίδιας περιοχής.

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας του δικτύου, θα εφαρμοστούν επιλεκτικά δύο PRVs με σκοπό να μειώσουν σε συγκεκριμένα τμήματα την πίεση του δικτύου ώστε η συνολική ζήτηση για νερό να μειωθεί και η Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β να ‘κερδίζει’ χρήματα από την μείωση του όγκου του νερού που αντλείται, μεταφέρεται και δεσμεύεται.

6.1.Στάδιο 1^ο : Επιλογή τρόπου διαχωρισμού του δικτύου σε DMAs

Κρίνοντας με βάση την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο καταλληλότερος διαχωρισμός του δικτύου είναι σε 2 DMAs. Με το κλείσιμο των αγωγών που αναφέρθηκαν παραπάνω επιτεύχθηκε μείωση της ηλικίας του νερού κατά **4,3 ώρες** φτάνοντας τις 71,7 ώρες (μείωση 5% από την αρχική κατάσταση) διατηρώντας τα επίπεδα της πίεσης σταθερά (Διάγραμμα 6-1).



Διάγραμμα 6-1: Σύγκριση ηλικίας νερού της αρχικής κατάστασης του δικτύου με την κατάσταση διαχωρισμού σε 2 DMAs

Ο μέσος όρος της πίεσης ολόκληρου του δικτύου και στην υφιστάμενη κατάσταση αλλά και μετά τον διαχωρισμό ανέρχεται στα 340 kPa. Ωστόσο, ακόμη παρατηρούνται χαμηλές τιμές πίεσης στην ανατολική περιοχή της Νέας Δημητριάδας, κάτω από τον ορεινό όγκο της Γορίτσας. Συνεπώς θα πρέπει να προταθεί μια λύση που να παρέχει καλύτερες τιμές ηλικίας αλλά και υψηλότερες τιμές πίεσης.

6.2. Στάδιο 2^ο : Κατασκευή αγωγού υδροδότησης – Είσοδος νερού από την Οδό Αλκίπης (συνολικά τρεις εισοδοί νερού)

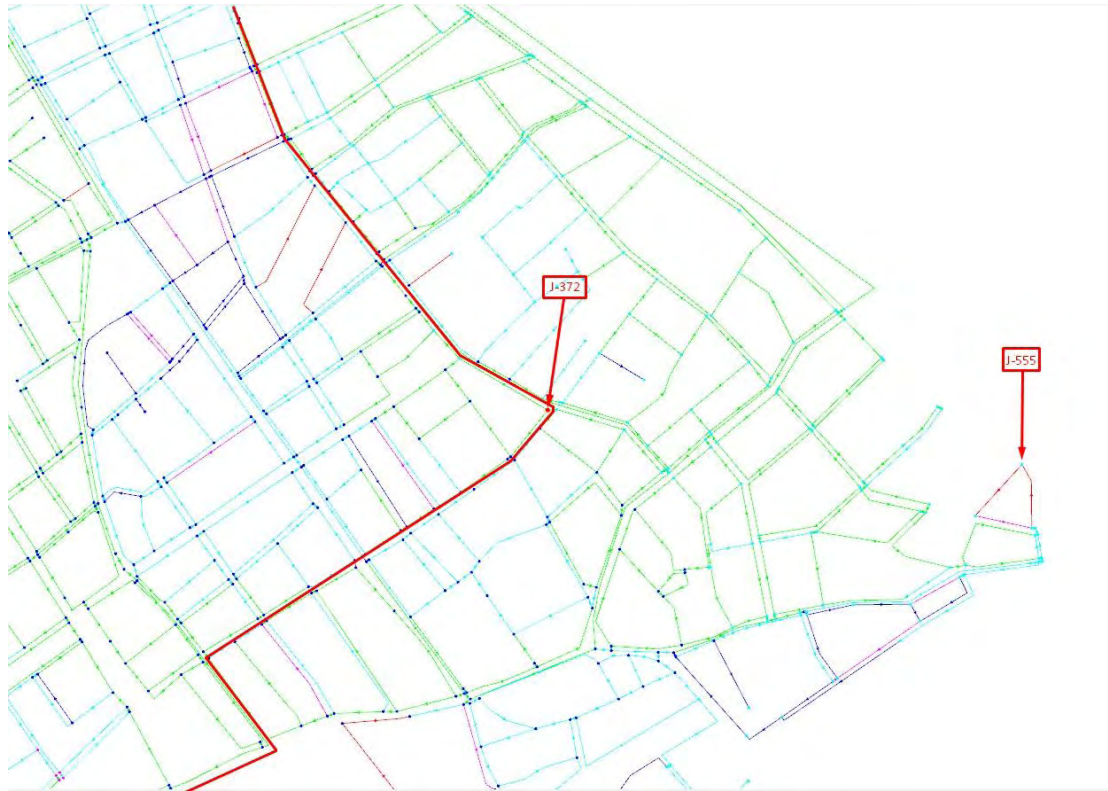
Μια από τις προτάσεις βελτίωσης της ηλικίας νερού σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία είναι η χρήση πολλαπλής εισόδου νερού. Στην περίπτωση της Νέας Δημητριάδας, για την υφιστάμενη κατάσταση, η είσοδος του νερού πραγματοποιείται από τις οδούς Ορμινίου και Αγίου Δημητρίου.

Η κατασκευή ενός νέου αγωγού ο οποίος θα μεταφέρει το νερό από την είσοδο της Ορμινίου σε κάποιο άλλο σημείο πιο κοντά στην περιοχή του προβλήματος θα δώσει νέες βελτιωμένες τιμές πίεσης και ηλικίας για την περιοχή. Επιλέχθηκε η είσοδος νερού από την οδό Αλκίπης. Πρόκειται για μια κεντρική οδό της περιοχής στην οποία εκτείνεται ένας αγωγός μεγάλης διαμέτρου (Φ200). Τοποθετώντας στην άκρη του αγωγού την νέα είσοδο μελετήθηκε η απόκριση του δικτύου στην αλλαγή αυτή.



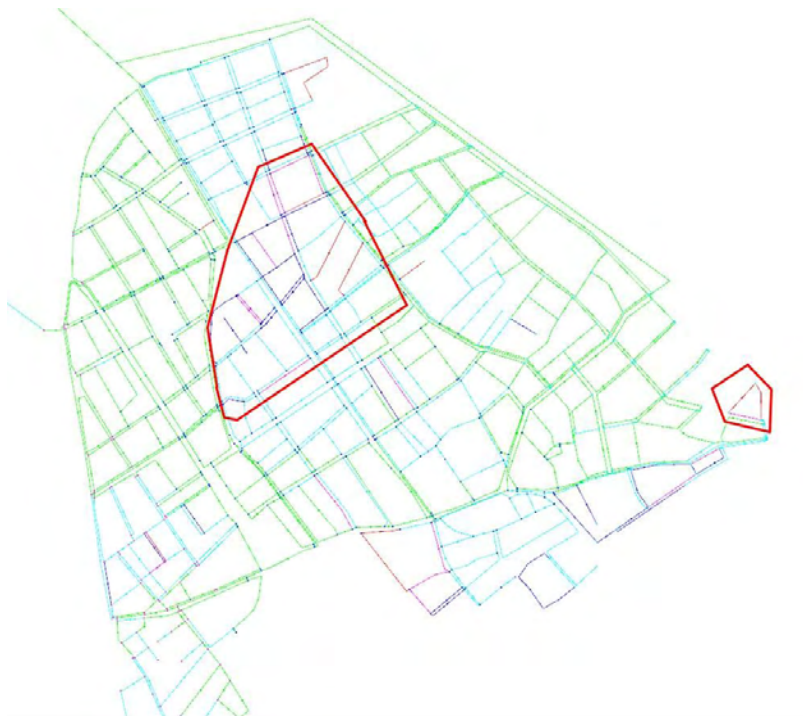
Εικόνα 6-1: Επισήμανση θέσης νέου αγωγού και χρωματική απεικόνιση ηλικίας νερού μετά την αλλαγή.

Ο αγωγός που τοποθετήθηκε σύμφωνα με το σχέδιο παραπάνω (Εικόνα 6-1) πρόκειται για ένα αγωγό διαμέτρου Φ300 όπως ακριβώς είναι και οι αγωγοί μεταφοράς (μήκος αγωγών από την δεξαμενή μέχρι την είσοδο) του δικτύου.



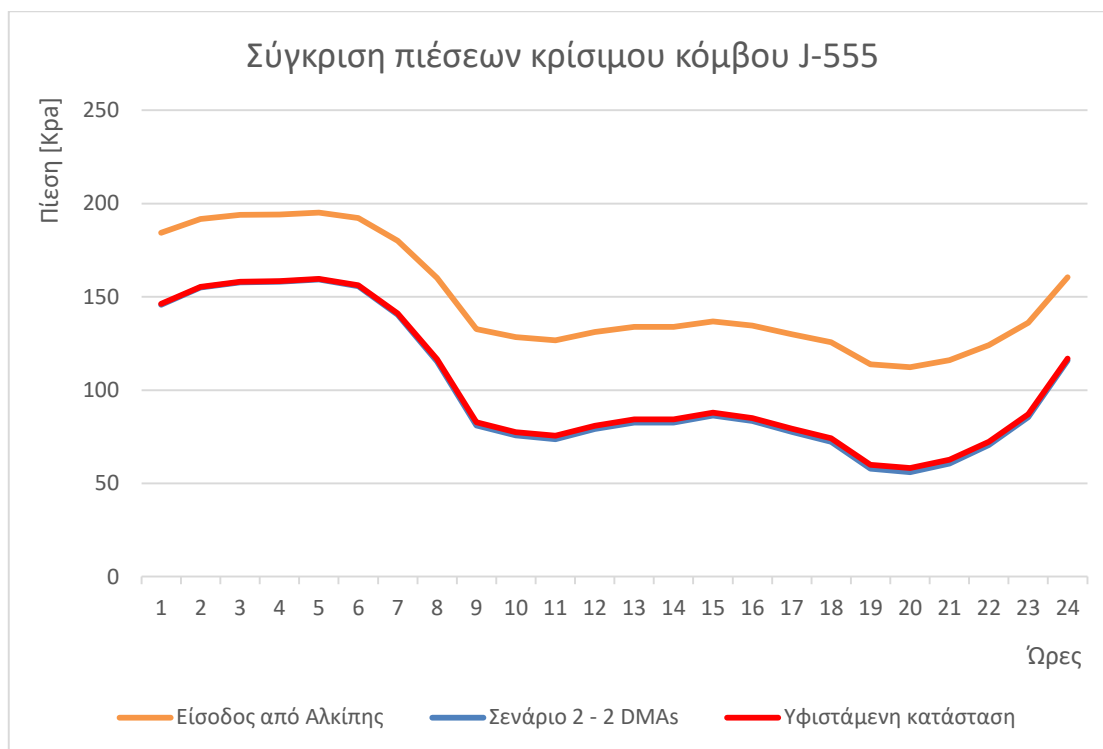
Εικόνα 6-2: *Επισήμανση κρίσιμων κόμβων δικτύου με βάση την πίεση μετά την μετατροπή του με τον αγωγό στην Αλκίπης*

Με την μετατροπή αυτή καθώς και με την εφαρμογή του διαχωρισμού της Νέας Δημητριάδας σε 2 DMAs όπως περιεγράφηκε στο σενάριο 2, επιτεύχθηκε μείωση της ηλικίας του νερού φτάνοντας τις **61,5 ώρες** (συνολική μείωση της τάξης του **20%**) αλλά και αύξηση της πίεσης του κρίσιμου κόμβου κατά **31%** (τελική τιμή μέσου όρου πίεσης **148,7 kPa**) (Εικόνα 6-2).

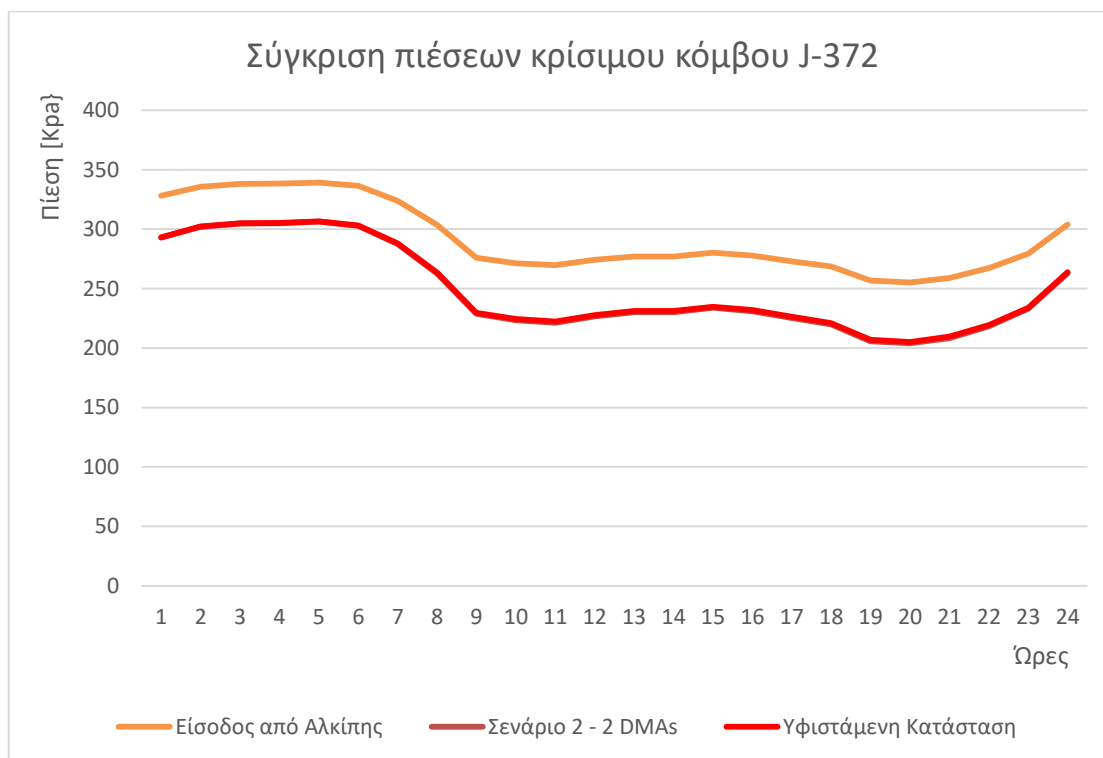


Εικόνα 6-3: *Επισήμανση κρίσιμων περιοχών του μοντέλου της Νέας Δημητριάδας με είσοδο νερού και από την οδό Αλκίπης*

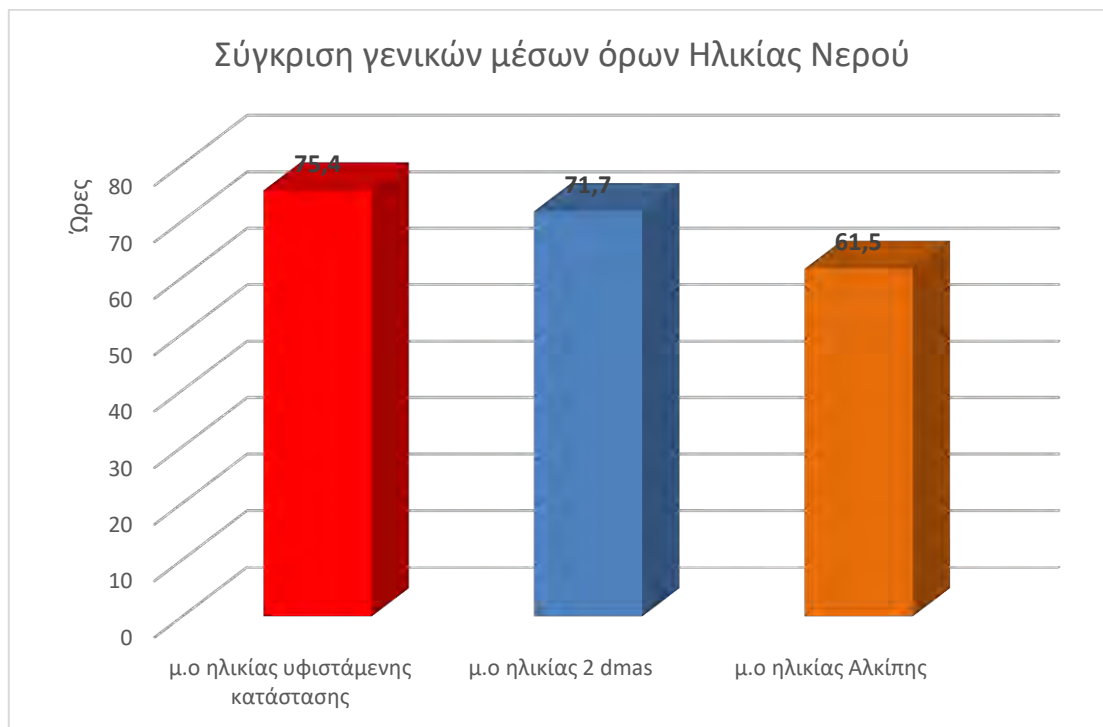
Η κρίσιμη περιοχή παραμένει η ανατολική της Νέας Δημητριάδας με πολύ βελτιωμένες τιμές πίεσης και ηλικίας (Εικόνα 6-3). Επιπλέον, εντοπίστηκαν ανεβασμένες οι τιμές της ηλικίας στο κέντρο της Νέας Δημητριάδας.



Διάγραμμα 6-2: Σύγκριση πιέσεων κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1 και στις τρεις καταστάσεις

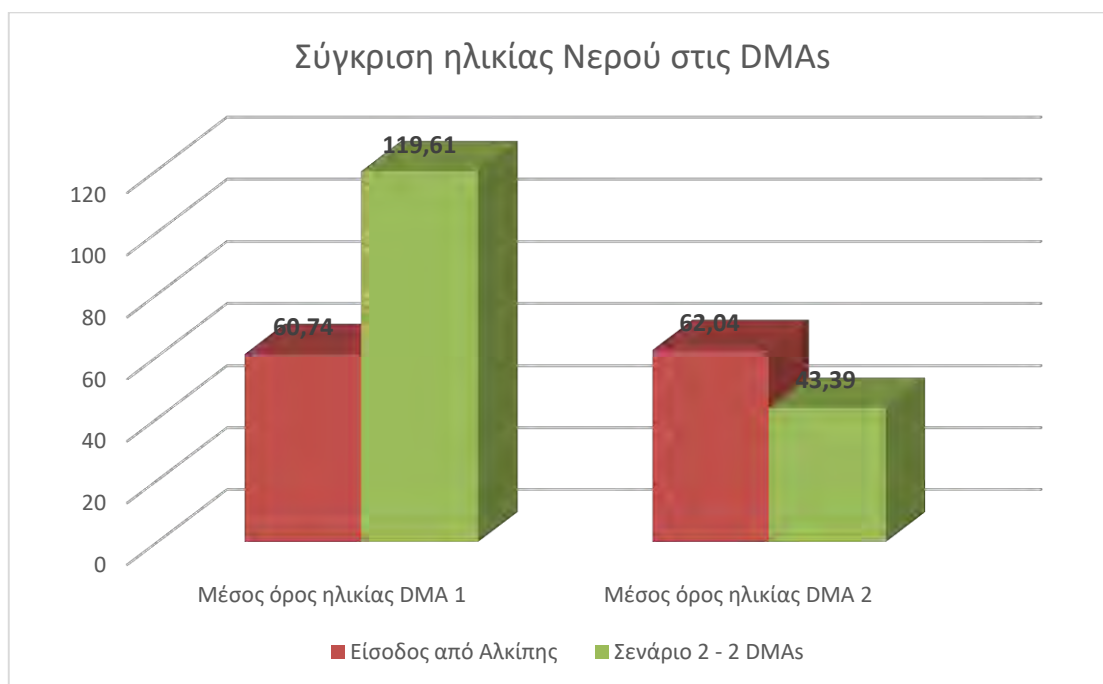


Διάγραμμα 6-3: Σύγκριση πιέσεων κρίσιμου κόμβου J-372 στην DMA 2 και στις τρεις περιπτώσεις



Διάγραμμα 6-4: Σύγκριση ηλικίας νερού Νέας Δημητριάδας και στις περιπτώσεις

Συγκρίνοντας το μέσο όρο της ηλικίας του νερού στις DMAs ξεχωριστά, επιτυγχάνεται μια ισότιμη κατανομή της ηλικίας και στις δύο υποπεριοχές (Διάγραμμα 6-5). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχουν μεγάλες αυξομειώσεις της ηλικίας του νερού εντός της Νέας Δημητριάδας.

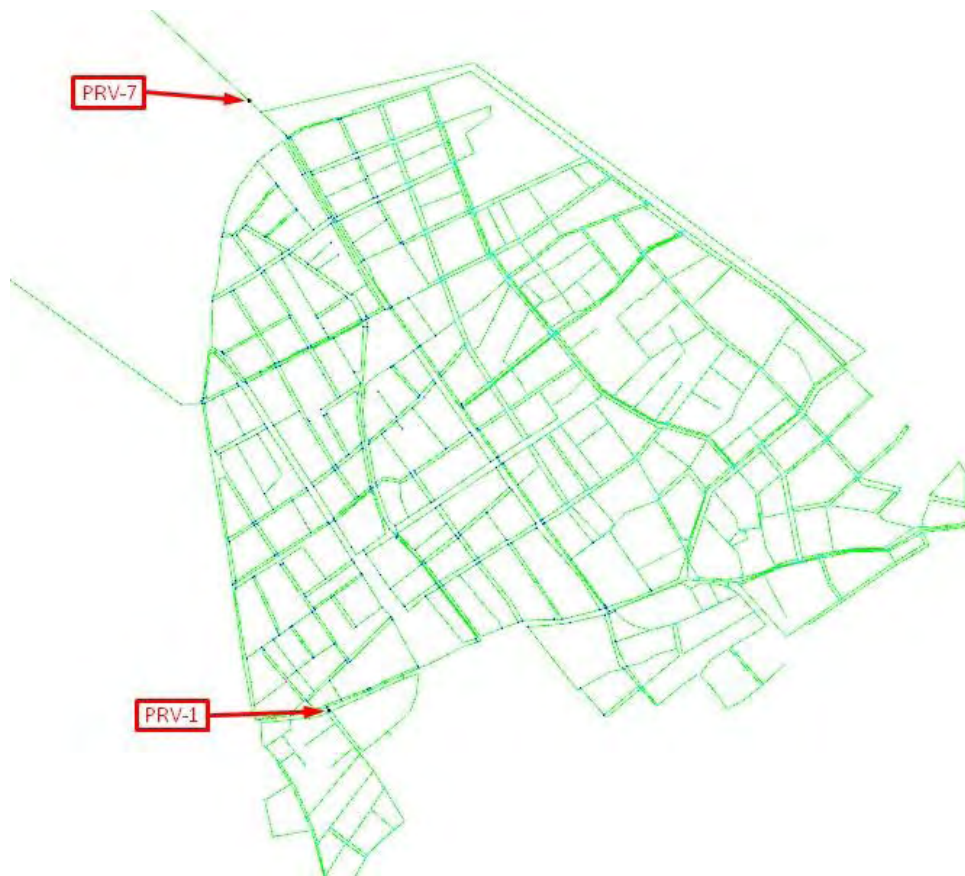


Διάγραμμα 6-5: Σύγκριση ηλικίας νερού στις DMAs και στις δύο περιπτώσεις

6.3. Στάδιο 3^ο : Εφαρμογή PRVs για επιλεκτική απομείωση πίεσης

6.3.1. Εφαρμογή 2 PRVs στο τροποποιημένο δίκτυο

Στο σημείο αυτό εκτιμούνται οι περιοχές που εντοπίζονται με αυξημένα επίπεδα πίεσης. Η εφαρμογή βαλβίδων απομείωσης πίεσης να πραγματοποιηθεί σε κεντρικούς αγωγούς με σκοπό να μειώσουν την πίεση του εισερχόμενου νερού.



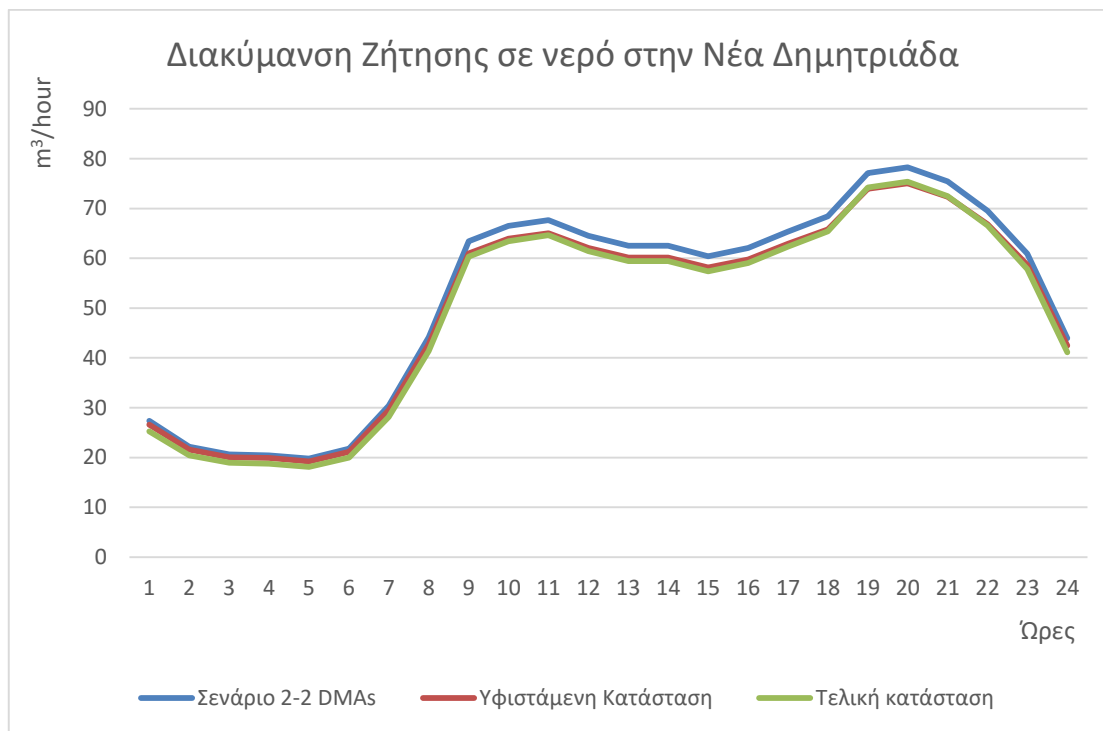
Εικόνα 6-4: Επισημάνση περιοχής τοποθέτησης PRVs

Τα σημεία των PRVs επιλέχθηκαν με βάση την πίεση που δέχονταν οι κόμβοι στα σημεία αυτά (Εικόνα 6-4).

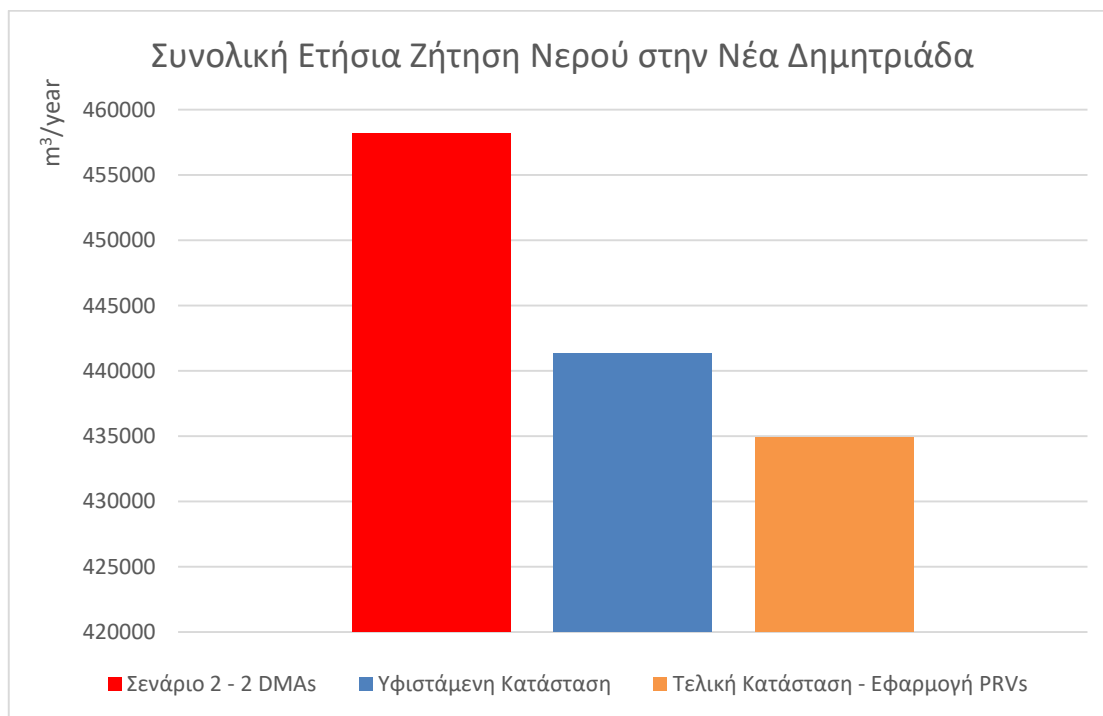
Στην PRV-1 ορίστηκε η κατάντη πίεση στα **200 kPa** (στο κατώτατο όριο του κανονισμού) διότι λόγω του βαρυστατικού δικτύου, όσο το νερό συνέχιζε την ροή του ανακτούσε την πίεση.

Στην PRV-7 ορίστηκε η κατάντη πίεση στα **370 kPa**, η μικρότερη τιμή που θα μπορούσε να πάρει η πίεση ώστε να εμφανίζεται επαρκής πίεση ο κρίσιμος κόμβος J-555.

Σύμφωνα με αυτές τις τροποποιήσεις της πίεσης, μεταβάλλεται κατά ένα μικρό ποσοστό και η συνολική πίεση του δικτύου, που από 340 Kpa της υφιστάμενης κατάστασης, η πίεση ορίστηκε στα **328 kPa**. Ο λόγος για τον οποίο μειώθηκε την πίεση είναι διότι το δίκτυο είναι PDD (Pressure Dependent Demand) οπότε για να είναι ανταποδοτικό το έργο, θα πρέπει να μειωθεί ο αριθμός των κυβικών μέτρων νερού που μεταφέρονται μέχρι το σημείο εισόδου του δικτύου, Διάγραμμα 6-6.



Διάγραμμα 6-6: Παρουσίαση της ζήτησης νερού πριν και μετά την τροποποίηση του δικτύου

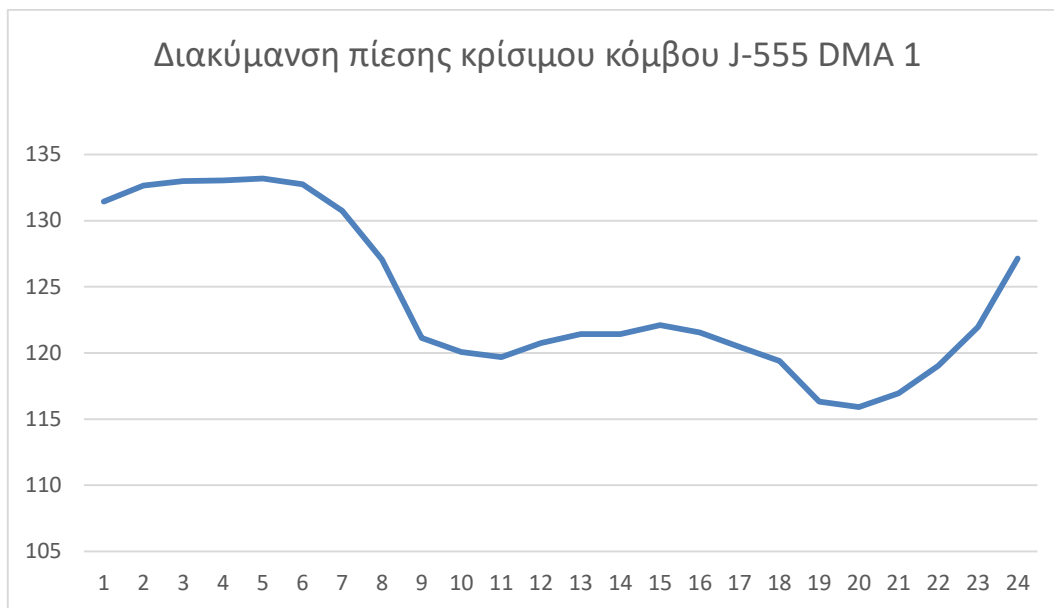


Διάγραμμα 6-7: Συνολική Ετήσια Ζήτηση Νερού στην Νέα Δημητριάδα

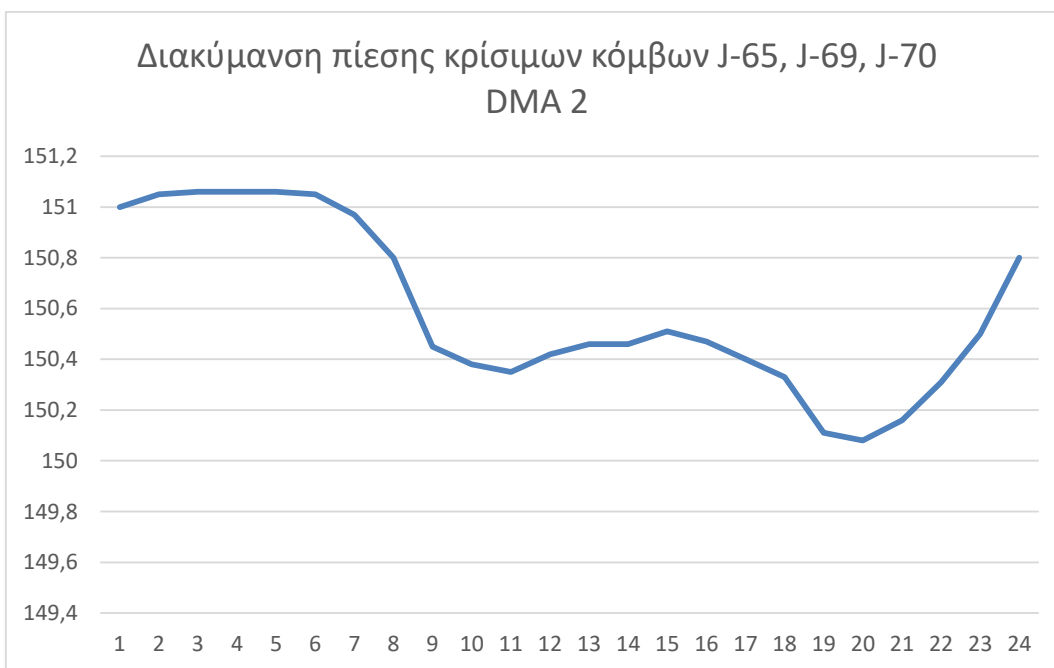
Οι κρίσιμοι κόμβοι στην DMA 2 τροποποιήθηκαν λόγω της PRV 1. Πιο συγκεκριμένα, οι κρίσιμοι κόμβοι είναι οι :

- J-555 για την DMA 1
- J-65, J-69, J-70 για την DMA 2

Αναλυτικά, η διακύμανση της πίεσης τους επισημαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα:



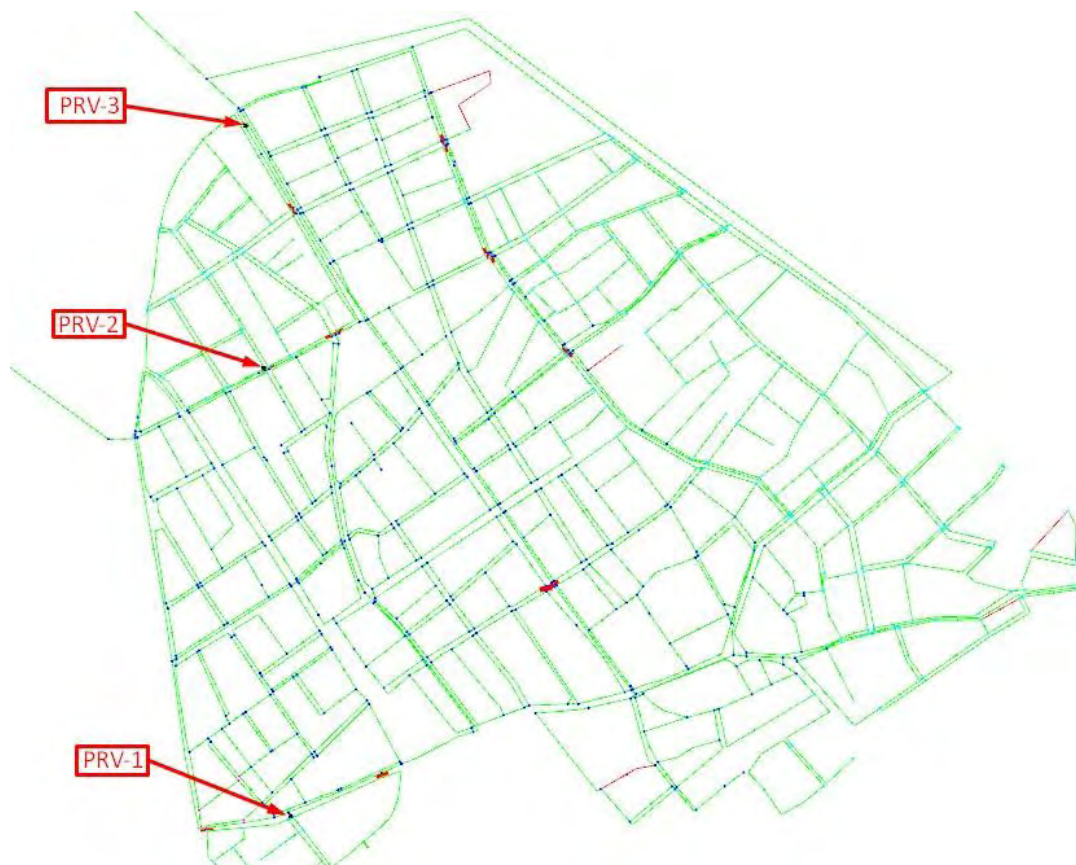
Διάγραμμα 6-8: Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1



Διάγραμμα 6-9: Διακύμανση πίεσης κρίσιμων κόμβων J-65, J-69, J-70 στην DMA 2

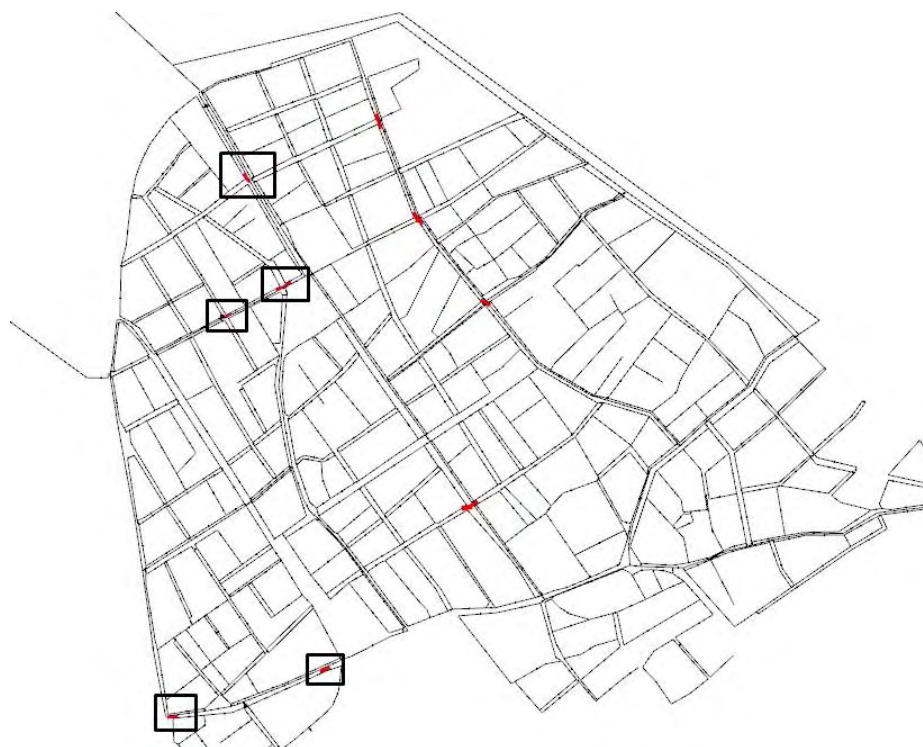
6.3.2. Εφαρμογή 3 PRVs στο τροποποιημένο δίκτυο

Μια επιπλέον επιλογή εφαρμογής βαλβίδων απομείωσης πίεσης είναι οι τρεις βαλβίδες. Σε αυτή την περίπτωση επιλέγονται πιο μικρές περιοχές, απομονώνονται και στην είσοδό τους τοποθετείται μια βαλβίδα (Εικόνα 6-5).



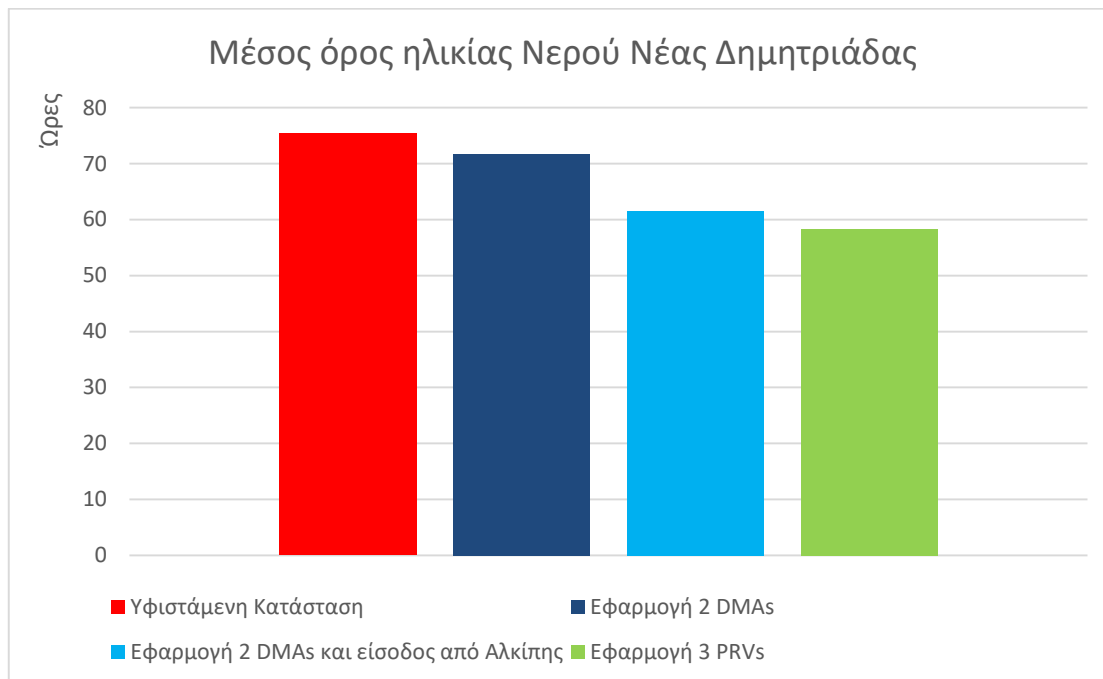
Εικόνα 6-5: *Επισημανση θέσης των βαλβίδων απομείωσης πίεσης*

Για να επιτευχθεί η σωστή λειτουργία των βαλβίδων θα πρέπει να κλειστούν περιμετρικοί αγωγοί μικρών περιοχών ώστε να διατηρήσουμε μια είσοδο σε αυτές. Πιο συγκεκριμένα, απομονώθηκαν 6 επιπλέον αγωγοί που επισημαίνονται στην παρακάτω εικόνα 6-6.

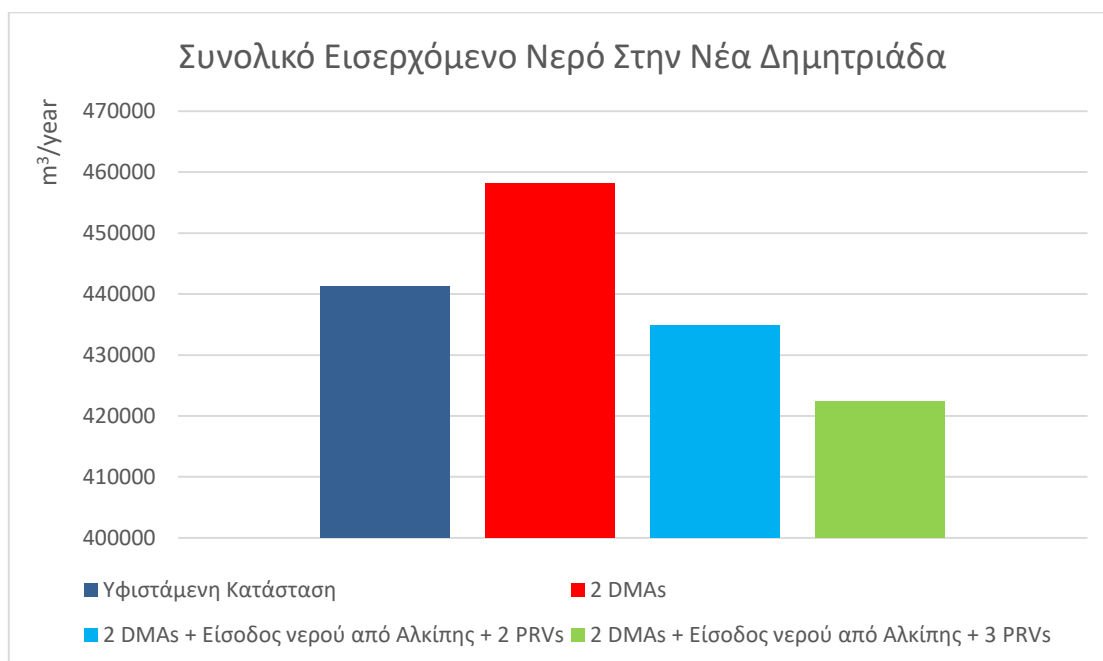


Εικόνα 6-6: *Επισημανση κλειστών αγωγών για την εφαρμογή των βαλβίδων*

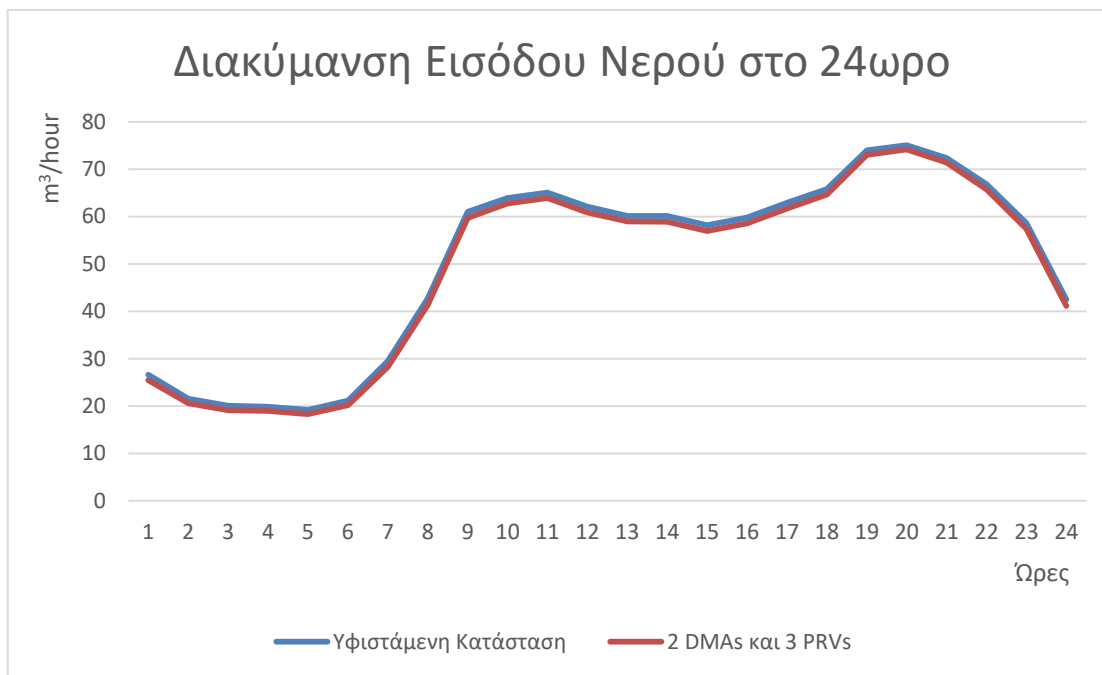
Με την τροποποίηση του σχεδίου κατά αυτό τον τρόπο, επιτεύχθηκε νέα μείωση στην ηλικία του νερού αλλά και στο συνολικό εισερχόμενο νερό. Πιο αναλυτικά, η ηλικία του νερού έφτασε τις **58,4 ώρες** σε ανάλυση 336 ωρών (Διάγραμμα 6-10) και το συνολικό εισερχόμενο νερό για το οικονομικό έτος 2015 μειώθηκε κατά **19.000 m³** (Διάγραμμα 6-11). Η πίεση του δικτύου μειώθηκε στα 336 kPa αλλά ‘μεταφέρθηκε’ σε περιοχές που στην υφιστάμενη κατάσταση είχαν πολύ χαμηλές πιέσεις, μικρότερες από τα 200 kPa που επιτρέπει ο κανονισμός.



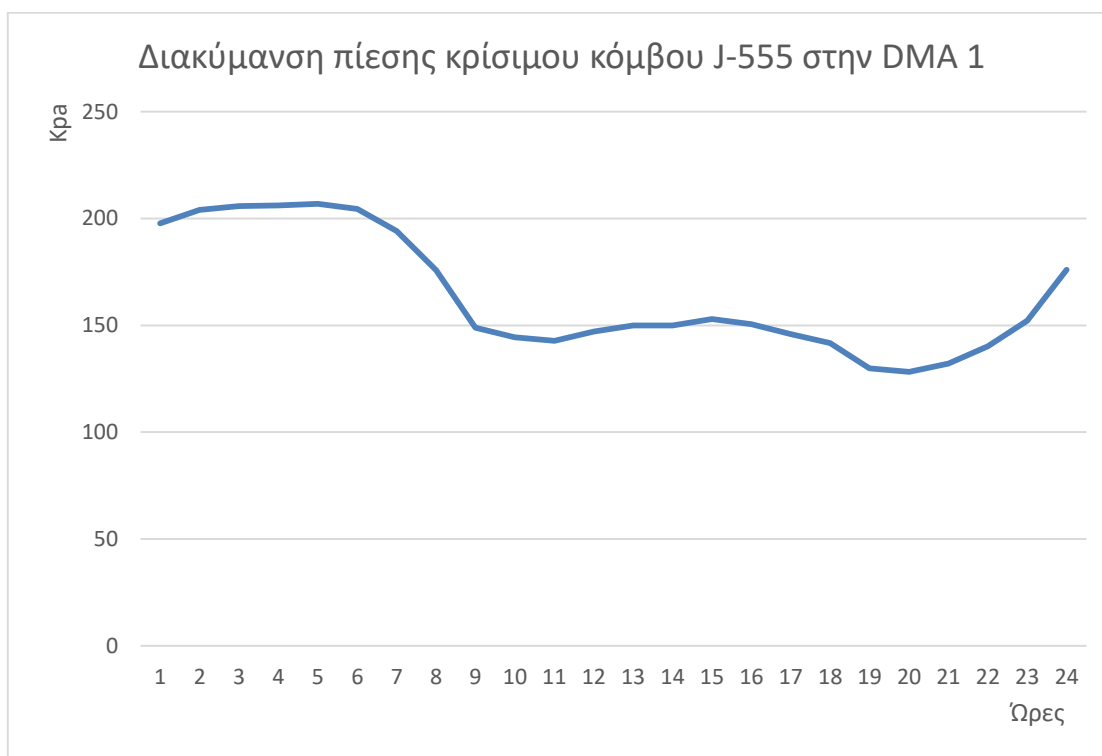
Διάγραμμα 6-10: Κατάσταση ηλικίας νερού Νέας Δημητριάδας στην υφιστάμενη κατάσταση και σε όλα τα βήματα τροποποίησης



Διάγραμμα 6-11: Στάδια επεξεργασίας του Δικτύου και το συνολικό ετήσιο εισερχόμενο νερό για κάθε στάδιο



Διάγραμμα 6-12: Διακύμανση Εισερχόμενου Νερού στο 24ωρο στην υφιστάμενη κατάσταση και στην τροποποιημένη

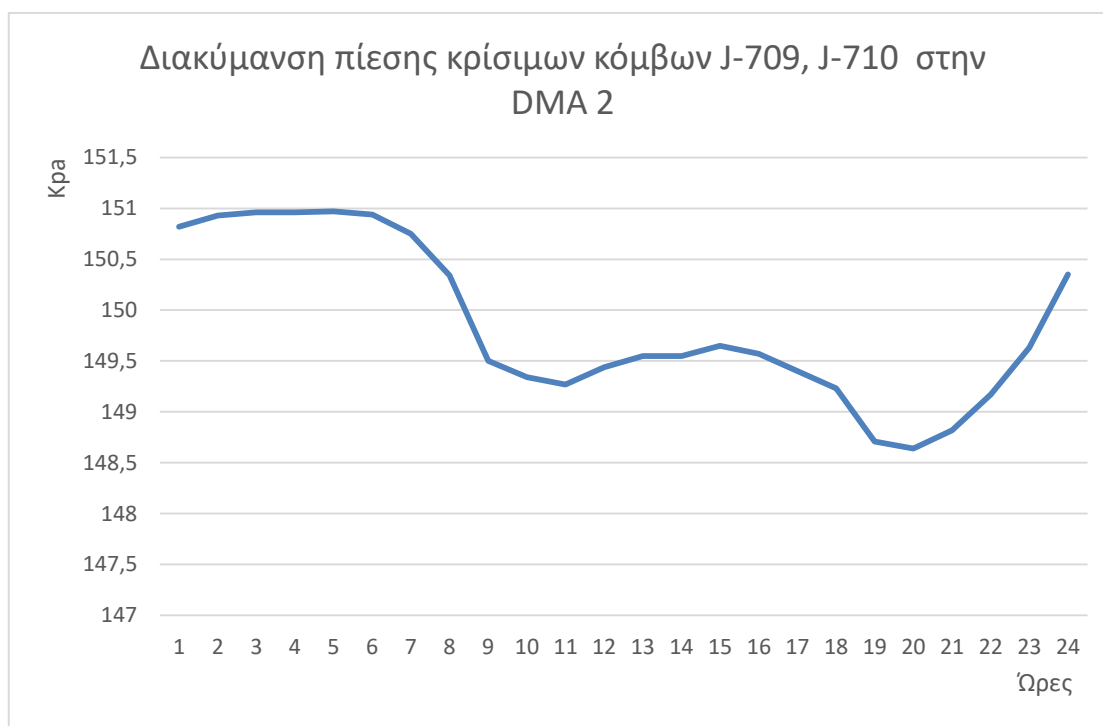


Διάγραμμα 6-13: Διακύμανση πίεσης κρίσιμου κόμβου J-555 στην DMA 1 κατά την διάρκεια μιας ημέρας

Οι κρίσιμοι κόμβοι την DMA 2 άλλαξαν σε σχέση με τον Σενάριο 2 γιατί οριοθετήθηκε μια μικρή περιοχή (Εικόνα 6-7) με σκοπό την ρύθμιση της πίεσης της.



Εικόνα 6-7: Επισήμανση κρίσιμων κόμβων για την DMA 2



Διάγραμμα 6-14: Διακύμανση πίεσης των κρίσιμων κόμβων στην DMA 2

6.4. Κοστολόγηση Έργου

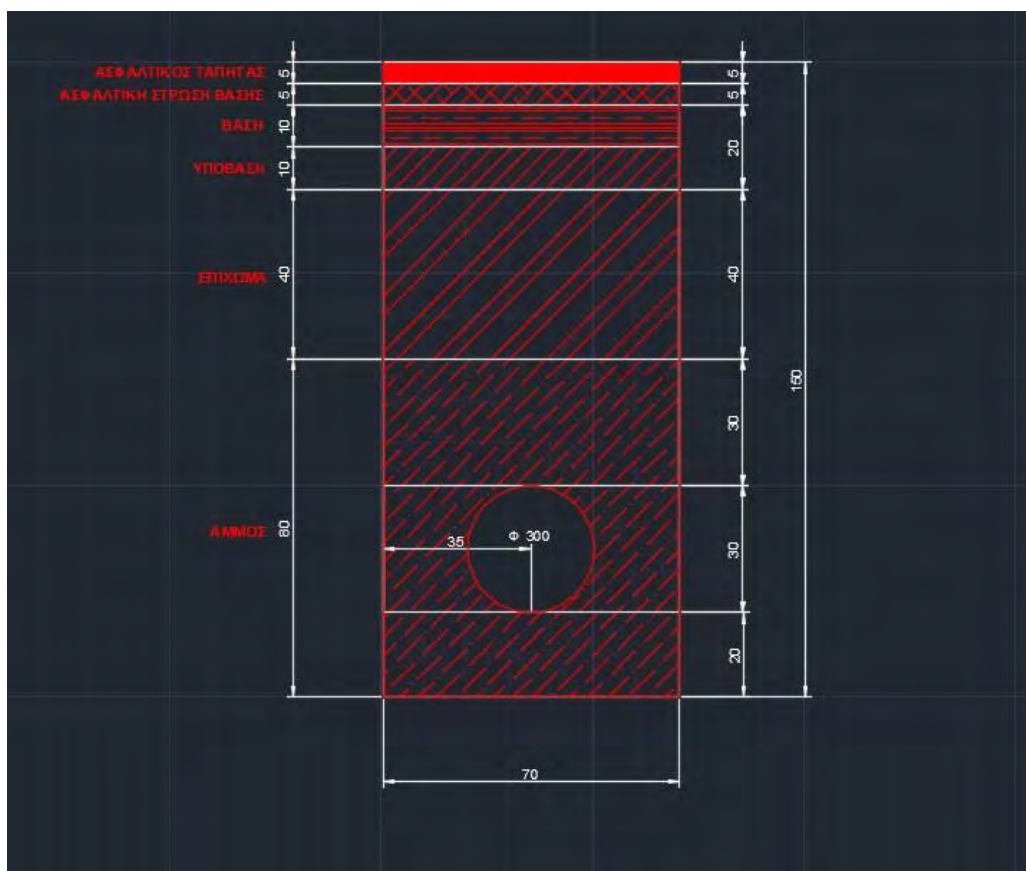
6.4.1. Κατασκευή Αγωγού για είσοδο στην Αλκίπης

Ανατρέχοντας στον κανονισμό κατασκευών ύδρευσης και αποκατάστασης οδοστρώματος, λαμβάνεται ως χερίστο σενάριο, η εκσκαφή του έργου να συνεπάγεται με καταστροφή μόνο ασφάλτου.

Σε αστικές περιοχές	
- απόσταση < 5 km	0,28
- απόσταση ≥ 5 km	0,21
Με παρατεταμένη αναμονή φορτοεκφόρτωσης (ασφαλτικά, εκσκαφές θεμελίων και χανδάκων, μικρής κλίμακας εκσκαφές)	
- απόσταση < 5 km	0,22
- απόσταση ≥ 5 km	0,18
Εκτός πόλεως	
- οδοί καλής βατότητας	
- απόσταση < 5 km	0,20
- απόσταση ≥ 5 km	0,19
- οδοί κακής βατότητας	
- απόσταση < 5 km	0,25
- απόσταση ≥ 5 km	0,21
- εργοταξιακές οδοί	
- απόσταση < 3 km	0,22
- απόσταση ≥ 3 km	0,20

Εικόνα 6-8: Συντελεστές τιμολόγησης μεταφοράς υλικών

Πρόκειται για ένα τμήμα 1100 μέτρων ασφάλτινου δρόμου ο οποίος θα πρέπει να σκαφθεί, να τοποθετηθεί ο αγωγός πολυαιθυλενίου (PE) Φ315, αντοχής 10 Μρα και πίεσης μέχρι 16 atm. Η διατομή της εκσκαφής επισυνάπτεται παρακάτω, περιγράφεται επακριβώς οι ποσότητες και τα υλικά που κρίνονται απαραίτητα για την επιχωμάτωση του φρεατίου (Εικόνα 6-9).



Εικόνα 6-9: Διατομή εκσκαφής για την τοποθέτηση του αγωγού και η αποκατάσταση του ασφαλτικού

Διπλωματική Εργασία: “Μοντελοποίηση αστικών δικτύων ύδρευσης σε λογισμικό WaterGEMS και βελτίωση της ηλικίας του νερού με χρήση τεχνικών ρύθμισης πίεσης – Η περίπτωση της Νέας Δημητριάδας Βόλου.

Συνοπολογίζοντας τα κόστη εκσκαφής (Εικόνα 6-8), τοποθέτησης του αγωγού, στρώσεων έδρασης και εγκιβωτισμού των σωληνώσεων, τοποθέτησης αμμοχάλικου για στράγγιση υδάτων και το κόστος αποκατάστασης ασφαλτικού στρώματος, η τιμολόγηση του έργου πραγματοποιείται ως εξής (Εικόνα 6-10) :

A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΘΡΟΥ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ	
1	Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες, με πλάτος πυθμένα έως 3,00 m, με την φόρτωση των προϊόντων εκσκαφής επί αυτοκινήτου, την σταλία του αυτοκινήτου και την μεταφορά σε οποιαδήποτε απόσταση, για βάθος ορύγματος έως 4,00 m	ΥΔΡ 3.10.02.01	M3	7,50	1.155,00	8.662,50	+MET
2	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 315 mm / PN 16 atm	ΥΔΡ 12.14.01.55	MM	92,00	1.100,00	101.200,00	
3	Στρώσεις έδρασης και εγκιβωτισμός σωλήνων με άμμο προελεύσεως λατομείου	ΥΔΡ 5.07	M3	11,30	538,34	6.083,24	+MET
4	Επιχώσεις ορυγμάτων υπογείων δικτύων με διαβαθμισμένο θραυστό αμμοχάλικο λατομείου, για συνολικό πάχος επίχωσης έως 50 cm	ΥΔΡ 5.05.01	M3	12,40	440,00	5.456,00	+MET
5	Υπόβαση οδοστρώσας συμπυκνωμένου πάχους 0,10 m	ΟΔΟ Γ-1.2	M2	1,10	770,00	847,00	+MET
6	Βάση πάχους 0,10 m (Π.Τ.Π. Ο-155)	ΟΔΟ Γ-2.2	M2	1,20	770,00	924,00	+MET
7	Ασφαλτική προεπάλειψη	ΟΔΟ-Δ.3	M2	1,20	770,00	924,00	
8	Ασφαλτική στρώση βάσης συμπυκνωμένου πάχους 0,05 m	ΟΔΟ-Δ.5.1	M2	7,10	770,00	5.467,00	+MET
9	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	ΟΔΟ-Δ.4	M2	0,45	770,00	346,50	
10	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0,05 m με χρήση κοινής ασφάλτου	ΟΔΟ-Δ.8.1	M2	7,70	770,00	5.929,00	+MET
11	Μεταφορές με αυτοκίνητο εκτός πόλεως, δια μέσου οδών καλής βατότητας, και απόσταση μεγαλύτερη των 5 Km		M3.KM	0,19	47.286,90	8.984,51	
						144.823,75	
					+ΓΕ 18%	26.068,28	
					Σ1	170.892,03	
					+ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 15%	25.633,80	
					Σ2	196.525,83	
					+ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	5.895,77	
					Σ3	202.421,61	
					+ΦΠΑ 24%	48.581,19	
					ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	251.002,79	

Εικόνα 6-10: Προϋπολογισμός έργου τοποθέτησης αγωγού

Υπόθεση κατά τον υπολογισμό του κόστους είναι ότι οι μεταφορές των υλικών θα είναι εκτός πόλεως και σε οδόστρωμα καλής βατότητας με απόσταση μεγαλύτερη των 5 χιλιομέτρων.

Το συνολικό κόστος του έργου ανέρχεται στις **251.000 €** με όλες τις νόμιμες προσαυξήσεις και επιβαρύνσεις φόρων που προβλέπονται σύμφωνα με τον κανονισμό από το κράτος.

6.4.2. Κόστος απόκτησης Βαλβίδων απομείωσης πίεσης (PRVs)

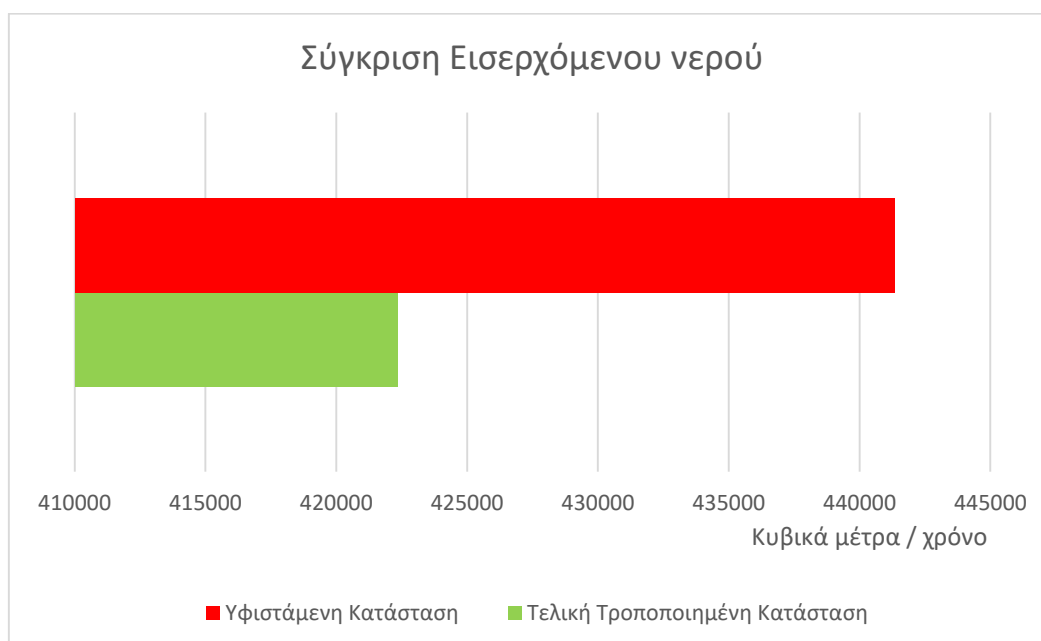
ΒΑΛΒΙΔΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ PR-V	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΙΜΗ (€)
DN 50 ΜΕ ΣΠΕΙΡΩΜΑ	395,00
DN 65 ΜΕ ΣΠΕΙΡΩΜΑ	430,00
DN 50 ΜΕ ΦΛΑΝΤΖΑ	468,00
DN 65 ΜΕ ΦΛΑΝΤΖΑ	504,00
DN 80	685,00
DN 100	768,00
DN 125	860,00
DN 150	1.505,00
DN 200/150	1.872,00
DN 250	4.077,00
DN 300	5.704,00

Εικόνα 6-11: Τιμοκατάλογος βαλβίδων ανά διάμετρο (ΤΕΧΝΟΡΟΗ)

Οι βαλβίδες απομείωσης πίεσης (PRVs) δεν έχουν μεγάλο κόστος αγοράς και τοποθέτησης. Στον σχεδιασμό χρησιμοποιήθηκαν 3 PRVs σταθερής πίεσης με διάμετρο 200 mm και μια με διάμετρο 100 mm. Το κόστος τους ανέρχεται στα **4512 €** (Εικόνα 6-11).

6.5. Απόσβεση χρημάτων – Ανταποδοτικότητα Εγχειρήματος

Η άντληση του νερού από γεωτρήσεις ή η παραλαβή αυτού από πηγές περιγράφεται από μια ενδεικτική τιμή συνολικού κόστους του νερού (full water cost) η οποία είναι 1 €/m³.



Διάγραμμα 6-15: Σύγκριση εισερχόμενου νερού ετησίως για την αρχική και την τελική κατάσταση

Μεταφράζοντας το παραπάνω διάγραμμα 6-15, η διαφορά του νερού που εισέρχεται ετησίως στην περιοχή την Νέας Δημητριάδας ανέρχεται στα **19.000 m³**. Ανάγοντας το μέγεθος σε ευρώ πρόκειται για ετήσια εξοικονόμηση της Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β **19.000 €** ετησίως από μια πολύ μικρή περιοχή δικτύου.

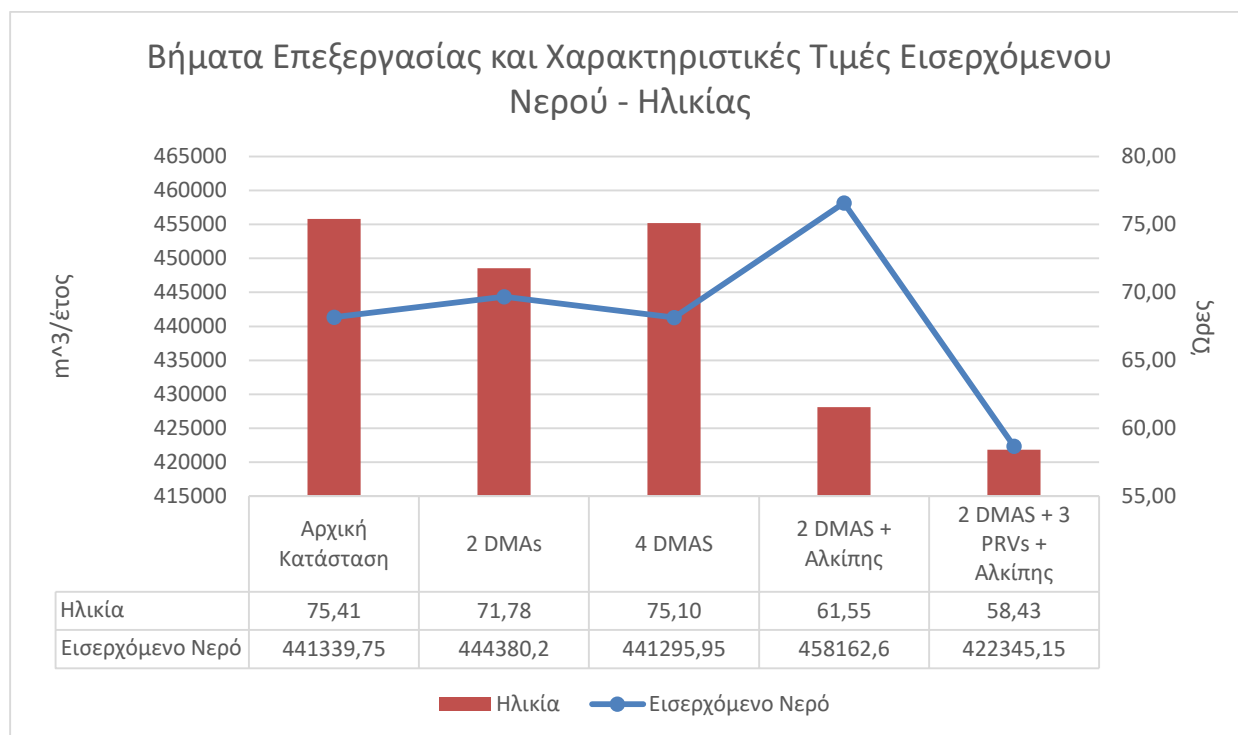


Διάγραμμα 6-16: Παρουσίαση ανταποδοτικότητας εγχειρήματος σε ετήσια βάση

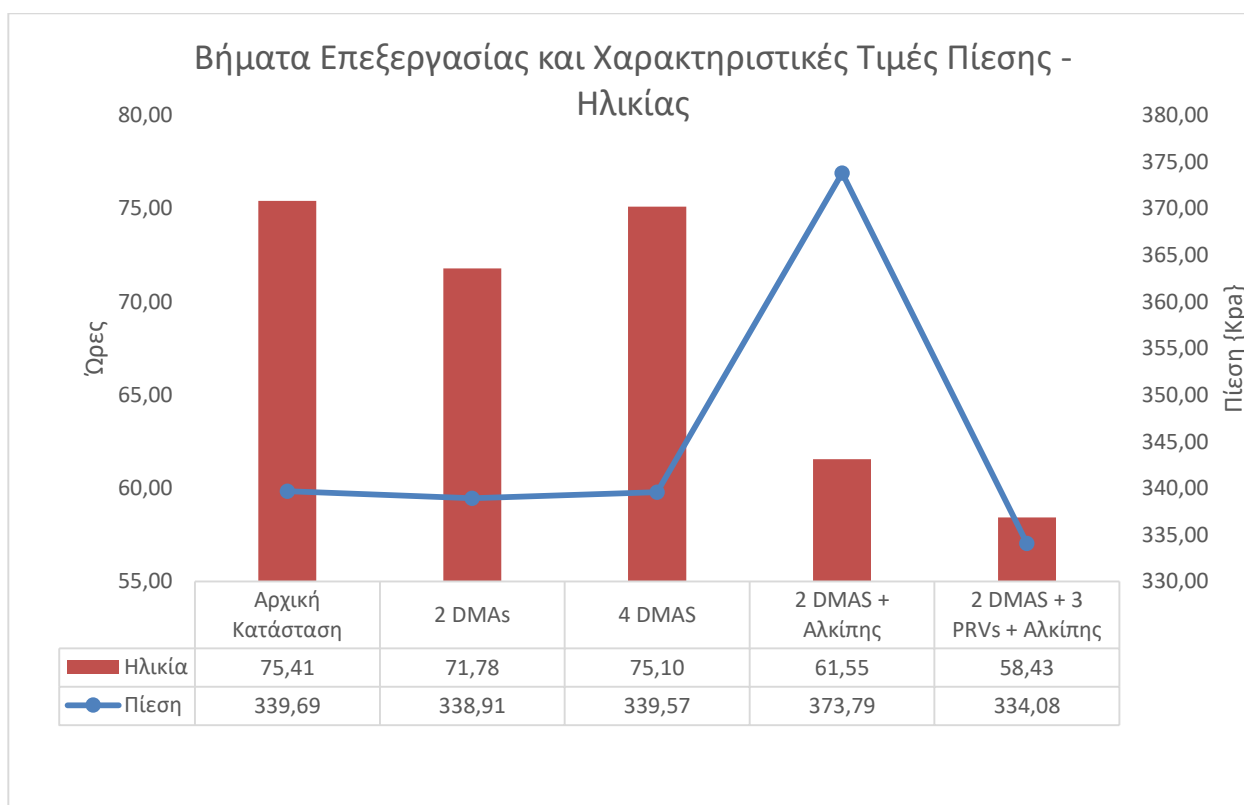
Συνοπλοποιώντας το ετήσιο κόστος συντήρησης και λειτουργίας των βαλβίδων απομείωσης πίεσης, το οποίο ανέρχεται στο 10% της ονομαστικής αξίας αγοράς τους, το καθαρό ποσό απόσβεσης ετησίως ανέρχεται στα 18548,8 €. Το διάγραμμα 6-16 περιγράφει την εξέλιξη της απόσβεσης ανά έτος. Η απόσβεση του έργου ολοκληρώνεται σε 15 έτη έχοντας συνοπλογοίσει όλες τις πιθανές χρεώσεις λειτουργίας και συντήρησης που προκύπτουν από την επεξεργασία του δικτύου. Περιορίζοντας κι άλλο την πίεση μέσω των εγκατεστημένων βαλβίδων είναι εφικτό να εξοικονομηθούν περισσότερα χρήματα αλλά θα έβλαπτε την ηλικία του δικτύου αφού θα επανέρχονταν στις αρχικές της τιμές.

6.6.Συμπεράσματα

Δοκιμάζοντας τα προαναφερθέντα σενάρια, μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι η καλύτερη πειραματικά λύση μας εξασφαλίζει 20 % μείωση στην ηλικία του νερού, ανακατανομή της πίεσης και ανταποδοτικότητα του δικτύου. Κάθε τμήμα της επεξεργασίας περιγράφεται από τα χαρακτηριστικά μεγέθη της πίεσης, της ηλικίας και του ετήσιου εισερχόμενου νερού στο δίκτυο. Λαμβάνοντας τον καλύτερο συνδυασμό από τις προαναφερθείσες τιμές, η λύση που προτείνεται είναι ο διαχωρισμός της περιοχής της Νέας Δημητριάδας σε 2 DMAs, η χρήση ενός bypass για επιπρόσθετη είσοδο νερού στην οδό Αλκίτης και η εφαρμογή 3 PRVs όπως ακριβώς περιγράφονται από τα τρία στάδια παραπάνω.



Διάγραμμα 6-17: Παρουσίαση χαρακτηριστικών τιμών Εισερχόμενου Νερού – Ηλικίας ανά βήμα επεξεργασίας



Διάγραμμα 6-18: Παρουσίαση χαρακτηριστικών τιμών Πίεσης – Ηλικίας ανά βήμα επεξεργασίας

Η επένδυση που απαιτείται για την επίτευξη του έργου μπορεί να είναι μεγάλη αλλά ακολουθείται από πολλαπλά οφέλη. Η ηλικία του νερού βελτιώνεται και έχει άμεσο αντίκτυπο και στην χρήση χλωρίου αφού θα χρειάζονται λιγότερες ποσότητες του απολυμαντικού για να καθίσταται το νερό ασφαλές για πόση. Τέλος, μετά το πέρας της δεκαπενταετίας, το έργο θα αποκτήσει καθαρά ανταποδοτικό χαρακτήρα ολοκληρώνοντας την απόσβεση χρημάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κανακούδης & Τσιτσιφλή (2009) Ερευνητικό έργο: προσδιορισμός των δεικτών λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης Δ.Ε.Υ.Α. ΚΩ σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο της IWA
2. Κανακούδης & Τσιτσιφλή (2015). “Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αστικών Δικτύων Ύδρευσης”
3. Πατέλης Μ. (2013). “Μείωση των απωλειών νερού σε αστικά δίκτυα ύδρευσης με διαμόρφωση στεγανών υποζωνών (District Metered Areas-DMAs) για την αποτελεσματικότερη διαχείριση της πίεσης: η περίπτωση της πόλης της Κοζάνης”, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
4. Γκονέλας Κ. (2015). “Μείωση πραγματικών απωλειών νερού δικτύων ύδρευσης μέσω διαχείρισης πίεσης και προσδιορισμός του σημείου ισορροπίας αποδοτικής και ανταποδοτικής χρήσης νερού”, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
5. Μακρής Κ. (2013). “Μείωση του μη ανταποδοτικού νερού σε αστικά δίκτυα ύδρευσης μέσω διαχείρισης της πίεσης – η περίπτωση της πόλης της Κω”, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
6. WaterGEMS Programmer’s Toolkit , <http://www.communities.bentley.com>
7. Dan Barr, PE (2013). “Dealing with high water age in a water distribution system”, Ohio AWWA Southeast District Fall Meeting.
8. American Water Works Association with assistance from Economic and Engineering Services, Inc. (2002). “Effects of water age on distribution system water quality”, Office of Water (4601M), prepared for U.S. Environmental Protection Agency, NW Washington DC 20004.
9. The National Academic Press, (2006). “Drinking Water Distribution Systems: Assessing and Reducing Risks”, Chapter5: Hydraulic Integrity
10. AWWA. (2005). AWWA Manual M32: “Computer modeling of water distribution systems. Denver”.
11. Shamsaei H. et al., (2013). “Disadvantage pressure changes on the decline of water quality in water distribution systems”, University Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia, Article ID: 27079, DOI:10.4236/eng.2013.51015
12. Cruickshank R. (2010), “Hydraulic models shed light on water age”, Opflow Magazine, Office of Water (4601M)
13. Shamsaei H. et al., (2013). “Effects residence time to water quality in large water distribution systems”, University Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia, DOI: 10.4236/eng.2013.54054
14. Jespersion K., (2012), West Virginia University , “How old is your water?”, EPA’s web site
15. AWWA. (1986). “Introduction to Water Distribution Principles and Practices of Water Supply Operations”.
16. Tarnowski et al., (2014). 16th Conference on water distribution system analysis, WDSA 2014, “Online model for hydraulic and water quality analysis in ‘Hangzone Sonnenberg’, Zurich”.
17. Avi Ostfeld & Elad Salomons, (2014). 16th Conference on water distribution system analysis, WDSA 2014, “Optimal disinfection of water distribution networks following a contamination event”

18. Shweta Rathi & Rajesh Gupta. (2014). 16th Conference on water distribution system analysis, WDSA 2014, “Sensor placement methods for contamination detection in water distribution networks: areview”.

19. Διαδίκτυο:

- www.nomoskopio.gr
- www.geokosmos.blogspot.gr
- www.bentley.com/en/products/watergems
- www.et.gr
- www.deyamv.gr
- www.who.int/en/

Παράρτημα

Τροποποίηση της Υ2/οικ.2600/2001 ΚΤΑ (ΥΕΚ 892/Β/11-7-01

Άρθρο 1: Τροποποιήσεις

1. Το άρθρο 2 της κοινής υπουργικής απόφασης

Υ2/2600/2001 τροποποιείται ως εξής:

Ορισμοί

Κατά την έννοια της παρούσας Υγ. Διάταξης νοούνται ως:

1. «νερό ανθρώπινης κατανάλωσης»:

α) το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο, ή σε φιάλες ή δοχεία.

β) το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων για την παρασκευή, επεξεργασία,

συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών, που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Κατά την έννοια των ανωτέρω το «νερό ανθρώπινης κατανάλωσης», δεν εντάσσεται στην έννοια του τροφίμου, παρέχεται με υποχρέωση της Πολιτείας σε όλους τους πολίτες της επικράτειας ως «δημόσιο αγαθό», μη

υπαγόμενο στους κανόνες της αγοράς και διέπεται από τους νόμους της υγειονομικής μηχανικής.

2. «οικιακές χρήσεις»: χρήσεις του νερού, κατά τρόπο που να έρχεται σε άμεση ή έμμεση επαφή με τον ανθρώπινο οργανισμό

3. «οικιακά συστήματα διανομής»: οι σωληνώσεις ,τα εξαρτήματα και οι συσκευές που έχουν εγκατασταθεί μεταξύ των κρουνών που συνήθως χρησιμοποιούνται για παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και του δικτύου διανομής, αλλά μόνον εφόσον αυτά δεν υπάγονται στην ευθύνη του φορέα ύδρευσης, υπό την ιδιότητά του αυτή.

4. «επικύρωση»: ως επικύρωση μεθόδων (validation) ορίζεται η διαδικασία που αποδεικνύει ότι η μέθοδος

δίνει το σωστό αποτέλεσμα όσον αφορά π.χ. σε προκαθορισμένα όρια ανίχνευσης, εκλεκτικότητας/επιλεκτικότητας, επαναληψιμότητας και αναπαραγωγιμότητας και γραμμικότητας. Ο όρος αυτός προσδιορίζεται περαιτέρω στο πρότυπο ISO/IEC 17025.

Γ3α/761/68 Υγ. Διάταξη

Υποχρεώσεις υπευθύνων ύδρευσης

Υπεύθυνοι ύδρευσης (πρώτος βαθμός ευθύνης)

Σύμφωνα με το άρθρο 12 της Υ2/2600/01ΚΥΑ και το άρθρο 9 της Γ3α/761/68 Υγ. Διάταξης Υπεύθυνοι ύδρευσης είναι :

- Για τις υδρεύσεις Δήμων η Δημοτική Αρχή, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο άρθρο 23 παρ. 1 του Ν. 1065/80 <Περί κυρώσεως Δημοτικού και Κοινοτικού Κώδικα> (ΦΕΚ 168Α), ή ο αντίστοιχος για την ύδρευση τοπικός Οργανισμός ή Επιχείρηση ή Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων και κατά τα προβλεπόμενα από τον Ν. 1416/84 (λ.χ. Δ.Ε.Υ.Α.)
- Για τις βιομηχανίες, ιδρύματα κ.λπ., , τα οποία διαθέτουν δική τους ύδρευση οι νόμιμοι εκπρόσωποι τους.
- Για τις βιομηχανίες, που βρίσκονται εγκατεστημένες μέσα σε βιομηχανικές περιοχές που διαθέτουν κεντρικό δίκτυο ύδρευσης η ΕΤΒΑ
- Για τις ιδιωτικές υδρεύσεις οι ιδιοκτήτες ή οι νομείς των εγκαταστάσεων ύδρευσης.

Οι ως άνω Υπεύθυνοι ύδρευσης φέρουν την ευθύνη της μελέτης, 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 και υποχρεούνται :

- να θέτουν στην διάθεση των αρμόδιων υγειονομικών αρχών το αρχείο υγειονομικών αναγνωρίσεων, εργαστηριακών εξετάσεων, το ημερολόγιο ύδρευσης (που οφείλουν να τηρούν), καθώς και κάθε πληροφορία και στοιχείο που αφορά στην εκλογή της πηγής υδροληψίας, και την μελέτη κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση του συστήματος ύδρευσης, και το χρησιμοποιούμενο προσωπικό.
- να γνωστοποιούν αμέσως στην Δ/ση Υγείας της Ν.Α. κάθε υγειονομικό κίνδυνο που εμφανίζεται, καθώς και τα μέτρα που θα ληφθούν για την εξουδετέρωσή του.
- να συμμορφώνονται στις υποδείξεις και οδηγίες των οικείων Υπηρεσιών υγείας.
- να διενεργούν την προβλεπόμενη σύμφωνα με την ΥΜ/5673/57 (ΦΕΚ 5/58Β) Υγ. Διάταξη υποχρεωτική απολύμανση που επιβάλλεται για υδρεύσεις, που εξυπηρετούν οικισμούς άνω των 3000 κατοίκων.
- να αναθέσουν σε συγκεκριμένο πρόσωπο (με μόνιμο αναπληρωτή του για τις περιπτώσεις απουσίας του), την παρακολούθηση της κανονικής λειτουργίας και συντήρησης του εξοπλισμού απολύμανσης του πόσιμου νερού για τη σωστή εφαρμογή της απολύμανσης. Τα ονόματα των ως άνω προσώπων (τακτικού και αναπληρωτή) θα αποστέλλονται εγγράφως στην Δ/ση υγείας της Ν.Α., η οποία μπορεί να μην τα εγκρίνει και να ζητήσει την αντικατάστασή τους, εφόσον κριθούν ανεπαρκή για την εργασίας αυτή. Τα ως άνω στοιχεία κοινοποιούνται υποχρεωτικά και στην οικεία Περιφέρεια.
- να τηρούν ειδικό βιβλίο, στο οποίο θα καταχωρούνται τα αποτελέσματα μετρήσεων υπολειμματικού χλωρίου, οι οποίες θα γίνονται με συχνότητες που καθορίζονται στην ΥΜ/5673/57 (ΕΚ 5/58) Υγ. Διάταξη και προσδιορίζεται με τη μέθοδο DPD (χρωματομετρική) και όχι της ορθοτολιδίνης.
- να διενεργούν δειγματοληπτικούς και εργαστηριακούς ελέγχους σε αντιπροσωπευτικά προκαθορισμένα σημεία ολοκλήρου του δικτύου διανομής από την πηγή υδροληψίας μέχρι τη διάθεση στον καταναλωτή. Προς τούτο πρέπει να καταρτίσουν προγράμματα παρακολούθησης, τα οποία θα αναφέρονται μεταξύ άλλων και στον καθορισμό των σημείων δειγματοληψίας.
- Ένα ποσοστό των δειγμάτων πρέπει να λαμβάνεται από σταθερό σημεία (αντλιοστάσια, δεξαμενές αποθήκευσης) ως επίσης και σε μέρη όπου υπήρξαν προβλήματα στο παρελθόν.

Άλλα δείγματα να λαμβάνονται τυχαίο στο δίκτυο μεταξύ των οποίων θα περιλαμβάνονται κατά προτεραιότητα πολυσύχναστα κτίρια λ.χ. νοσοκομεία, σχολεία, δημόσια κτίρια, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία, εργοστάσια και άλλες θέσεις που υπάρχει μεγάλη πιθανότητα κινδύνου μόλυνσης λ.χ. διακλαδώσεις, σημεία υποπίεσης. Τα προγράμματα αυτά υποβάλλονται στην Δ/ση υγείας, της Ν.Α. προς έγκριση, μαζί με την κατάλληλη απεικόνιση σε σχέδια των σημείων δειγματοληψίας, και κοινοποιούνται στις Περιφέρειες.

Για την παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

1. Οι όροι <υποχρεωτικές> και <ενδεικτικές> παράμετροι αναφέρονται στην έννοια των τιμών των αντίστοιχων παραμέτρων και ειδικότερα ότι :

α. στις υποχρεωτικές παραμέτρους οι ανώτατες τιμές τους, είναι αυστηρότητα καθορισμένες και οποιαδήποτε υπέρβασή τους πρέπει να ανακοινώνεται στο κοινό και να διακόπτεται (υπό προϋποθέσεις) αμέσως η παροχή του νερού.

β. στις ενδεικτικές παραμέτρους η υπέρβαση της ανώτατης τιμής είναι δυνατόν να επιτραπεί ανάλογα με το χρονικό διάστημα έκθεσης, την ομάδα πληθυσμού, το ποσοστό (%) υπέρβασης και μόνον μετά από τη σύμφωνη γνώμη των συναρμοδίων Αρχών.

2. Οι όροι <δοκιμαστική>, <ελεγκτική> , Άλλα και <συμπληρωματική> παρακολούθηση, αναφέρονται σε όλες τις περιπτώσεις στους <υπεύθυνους> και η διαφοροποίηση τους συνίσταται κυρίως στη συχνότητα παρακολούθησης.

Συγκεκριμένα οι παράμετροι της δοκιμαστικής παρακολούθησης ελέγχονται σε τακτική βάση οι παράμετροι της <ελεγκτικής> με πιο αραιά συχνότητα και πάντοτε σε συσχετισμό με τον πληθυσμό της υδρευόμενης περιοχής (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας Β1 της Υ2/2600/01), ενώ οι παράμετροι της <συμπληρωματικής>, ελέγχονται με την συχνότητα που καθορίζεται από τις συναρμοδίες Αρχές.

3.- Ως σημείο δειγματοληψίας καθορίζεται η βρύση του καταναλωτή που χρησιμοποιείται για παροχή ποσίμου νερού.

Ως σημείο αναφοράς για την παρακολούθηση της ποιότητας πόσιμου νερού λαμβάνεται ο υδροδοτούμενος πληθυσμός ανά μονάδα υδροδότησης (π.χ. δεξαμενή), στην οποία η ποιότητα του νερού είναι ομοιόμορφη και όχι αναγκαστικά ο πληθυσμός ενός Δημ. Διαμερίσματος, ή Δήμου, ο οποίος πιθανόν υδροδοτείται από περισσότερες της μιας παροχών, με ανομοιόμορφη ποιότητα πόσιμου νερού.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Οι εργαστηριακές αναλύσεις για την δοκιμαστική και ελεγκτική παρακολούθηση του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση σύμφωνα με το παράρτημα ΙΙ, διενεργούνται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία από τους υπεύθυνους (ΟΤΑ, Δ.Ε.Υ.Α. κ.λπ.):

α. σε οργανωμένα εργαστήρια των Ο.Τ.Α., Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης και Αποχέτευσης και

β. σε ιδιωτικά διαπιστευμένα εργαστήρια και εφόσον όλα τα ανωτέρω πληρούν τις απαιτήσεις του παραρτήματος ΙΙΙ και με συχνότητα που αναφέρεται στο παράρτημα ΙΙ της προαναφερόμενης ΚΥΑ, σε συνάρτηση:

- με το είδος της παρακολούθησης (δοκιμαστική ή ελεγκτική)
- με την παροχή του πόσιμου νερού ή του υδρευόμενου πληθυσμού.

Υγειονομική διάταξη 14/11/38

Άρθρο 8: Πηγές - υδραγωγεία - φρέατα

1. Πηγές υδροληψίας και υδραγωγεία.

Οι πηγές υδροληψίας, τα υδραγωγεία και το δίκτυον διανομής του ύδατος, το οποίον προορίζεται προς πόση ή οικιακή χρήση, θα προστατεύονται αποτελεσματικώς από πάσης επιφανειακής και υπογείου ρυπάνσεως και μολύνσεως δια της εκτελέσεως των απαιτουμένων έργων προστασίας και λήψεως των ενδεδειγμένων εκάστοτε μέτρων, κατόπιν μελέτης των τοπικών συνθηκών, με μέριμνα και δαπάνες της Δημοτικής ή Κοινοτικής Αρχής ή του αντί αυτών αρμοδίου οργανισμού υδρεύσεως.

2. Φρέατα.

2.1. Φρέατα εκσκαφής κοινόχρηστα δημοτικά ή κοινοτικά ή ιδιωτικά πωλούνται ύδωρ εις Δήμους και Κοινότητας ή ανήκοντα εις καταστήματα που εξυπηρετούν το κοινόν (εστιατόρια, καφενεία κ.λπ.) ή φρέατα εκσκαφής, των οποίων το ύδωρ πωλείται δια βυτίων δέον, δαπάναις του Δήμου ή της Κοινότητος δια τα Δημοτικά ή Κοινοτικά, ή του ιδιοκτήτου δια τα λοιπά, να προστατεύονται υγειονομικά από πάσης επιφανειακής ή υπογείου μολύνσεως, ως κάτωθι:

α) Το φρέαρ και η περί αυτό επιφάνεια του εδάφους, μέχρις αποστάσεως 2,0 m τουλάχιστον από των χειλιών αυτού θα είναι κεκαλυμμένα δι' ισχυρές μονίμου, υδατοστεγούς πλάκας επικαλύψεως, με κλίση προς τα έξω τουλάχιστον 2% δια την ταχεία απορροή των επιφανειακών υδάτων.

β) Το εσωτερικόν του φρέατος μέχρι βάθους 3,0 τουλάχιστον m από της επιφανείας του εδάφους θα φέρει μόνιμη υδατοστεγή επένδυση.

Εις περιπτώσεις υφισταμένων ήδη φρεάτων, εις ας κρίνεται τεχνικώς δυσχερής η κατασκευή της ανωτέρω επενδύσεως, θα συνεχίζεται αντί αυτής η προβλεπομένη υπό του προηγουμένου εδαφίου α' πλάκα επικαλύψεως άνευ αρμού διακοπής εντός του εδάφους, υπό μορφήν υδατοστεγούς περιφερειακού δακτυλίου, κατασκευαζόμενου εις απόσταση 2,0 m τουλάχιστον από των ορίων εκσκαφής του φρέατος και που εκτείνεται εις βάρος 1,50 m τουλάχιστον από της επιφανείας του φυσικού εδάφους.

γ) Επί της πλάκας επικαλύψεως του φρέατος θα αφήνεται φρεάτιον επιθεωρήσεως και επισκέψεως, το στόμιον του οποίου θα είναι υπερυψωμένο κατά 35 cm από της επιφανείας της πλάκας. Τούτο

θα φέρει μονίμως στεγανό και ανθεκτικό κάλυμμα, με χείλη περιμετρικά, εντεινόμενα προς τα κάτω κατά 5 cm τουλάχιστον και θα ασφαρίζεται δια κλείθρου ασφαλείας ή δι' άλλης αποδεκτής διατάξεως.

δ) Η λήψις του ύδατος θα γίνεται δι' αντλίας μη απαιτούσης κατά προτίμηση αρχική τροφοδότηση προς εκκίνηση ή κατ' άλλον υγειονομικά αποδεκτό τρόπον, αποκλειόμενης πάντως της εμβάπτισης δοχείων ή κάδων. Η εγκατάστασις της αντλίας δέον όπως αποκλείει την είσοδο εντός του φρέατος επιφανειακών υδάτων.

Εις περίπτωσιν αναπότρεπτου ανάγκης χρησιμοποίησεως αντλίας απαιτούσης αρχική τροφοδότηση, το ύδωρ εκκινήσεως θα προέρχεται εκ μονίμως εγκατεστημένου υδατοστεγούς δοχείου ή δεξαμενής, καλυπτομένου καθ' ον τρόπον και το φρέαρ και τροφοδοτούμενου ασφαλώς δι' υγιεινού ποσίμου ύδατος.

ε) Ολόκληρος η περί το φρέαρ περιοχή εις ακτίνα τουλάχιστον 15 m θα διατηρείται απολύτως καθαρά, θα προστατεύεται εκ κατάκλυσης υπό υδάτων και θα αποστραγγίζεται καλώς και ταχέως.

Ξηρά αποχωρητήρια, σταυλισμοί ζώων και ορνιθώνες, σωροί κόπρου και οιαδήποτε απορρίμματα θα ευρίσκονται εις απόστασις μεγαλύτερη των 15 m από του φρέατος και εις περίπτωσιν δυσμενών τοπικών υγειονομικών συνθηκών, διαπιστουμένων κατά την επιτόπια υγειονομική έρευνα και αναφερομένων εν τη οικεία αιτιολογική εκθέσει, πέραν των 30 m.

Ειδικότερα, προκειμένου περί απορροφητικών βόθρων, τα ανωτέρω όρια καθορίζονται εις 30 m και 50 m αντιστοίχως.

στ) Εκ της τοπικής υγειονομικής έρευνας, σε συνδυασμό μετά της εργαστηριακής εξετάσεως δεν θα προκύπτει υποψία μολύνσεως του ύδατος.

2.2. Γεώτρητα φρέατα των στο εδάφιο 2.1 κατηγοριών θα προστατεύονται ομοίως έναντι πάσης επιφανειακής ή υπογείου ρυπάνσεως ή μολύνσεως. Τα λαμβανόμενα μέτρα προστασίας θα καθορίζονται κατ' αναλογίαν προς τα ισχύοντα δια τα φρέατα εκσκαφής, με κατάλληλη εκάστοτε προσαρμογή, αναλόγως των ειδικών τοπικών συνθηκών (βάθος υδραυλικού στρώματος, φύσις υπεδάφους κ.λ.π.) υπό των υγειονομικών υπηρεσιών.

3. Ιδιωτικά φρέατα που πωλούνται ύδωρ εις Δήμους ή Κοινότητας.

Ιδιωτικά φρέατα των οποίων το ύδωρ πωλείται μερικώς ή ολικώς εις Δήμους και Κοινότητας προς διανομή μέσω των δικτύων υδρεύσεως, θα πληρούν, με μέριμνα και δαπάνες των ιδιοκτητών αυτών, τις απαιτήσεις της προηγουμένης παραγράφου 2.

Ειδικότερα το σύστημα ασφαλίσεως της καλύψεως του φρέατος θα είναι αποδεκτό υπό της Υγειονομικής και Δημοτικής ή Κοινοτικής Αρχής.

Τούτο θα είναι διπλόν με δύο διαφορετικά κλείθρα, εξ ων το εν θα τηρείται υπό της Δημοτικής ή Κοινοτικής Αρχής. Η παροχή του ύδατος προς το Δημοτικόν ή Κοινοτικό υδραγωγείον θα διακόπτεται υπό ειδικής (δευτέρας) δικλείδας, ασφαλισμένης, της οποίας το κλείθρον θα τηρείται μονίμως υπό του Δήμου ή της Κοινότητος.

Οιαδήποτε ενέργεια ή επέμβασις εις το εσωτερικό του φρέατος, τα έργα προστασίας αυτού ή επί του συστήματος αντλήσεως, δυναμένη να εκθέσει εις κίνδυνον ρυπάνσεως ή μολύνσεως το ύδωρ (επίσκεψις, επισκευή, εκβάθυνσις, συντήρησις κ.λ.π.) θα πραγματοποιείται υπό του ιδιοκτήτου μόνον κατόπιν εγγράφου ενημερώσεως παρ' αυτού του Δήμου ή της Κοινότητος και συμφώνου γνώμης τούτων.

Καθ' όλον τον χρόνον εκτελέσεως των ως άνω εργασιών, εφ' όσον κριθή απαραίτητον υπό της υγειονομικής υπηρεσίας ή της Δημοτικής ή Κοινοτικής Αρχής, θα διακόπτεται η παροχή ύδατος εκ του φρέατος προς την ύδρευση, με μέριμνα του Δήμου ή Κοινότητος, μέσω της ειδικής ασφαλισμένης δικλείδας.

Η εκ νέου παροχή ύδατος προς την ύδρευση θα επαναλαμβάνεται μετά το πέρας των εργασιών, τον πλήρη καθαρισμό και αποκατάστασιν των κανονικών συνθηκών υγειονομικής προστασίας του φρέατος και, εάν κριθή απαραίτητον, υπό των Υγειονομικών ή των Αρχών τοπικής αυτοδιοικήσεως, μετά εργαστηριακή εξέτασιν του ύδατος, της οποίας τα αποτελέσματα θα είναι αποδεκτά από υγειονομικής απόψεως.

Άρθρο 9

1. Τα δημοτικά ή κοινοτικά φρέατα, τα φρέατα τα ανήκοντα εις καταστήματα εξυπηρετήσεως του κοινού και εκείνα των το ύδωρ πωλείται θα διαρρυθμιστούν συμφώνως προς το άρθρο 8 εντός προθεσμίας τριών μηνών. Δια τα δημοτικά ή κοινοτικά η αντλία θα τοποθετηθεί εντός διμήνου, προτιμώμενης της δαπάνης ταύτης πάσης άλλης.

2. Τα ιδιωτικά φρέατα των μεν ευπόρων θα διαρρυθμιστούν ως άνω εντός 6 μηνών, των δε απόρων κατά την γνώμη της Υγειονομικής Επιτροπής θα απαλλαγούν του όρου της αντλίας και δύναται να τύχουν δευτέρας ισοχρόνου προθεσμίας δια τις λοιπές βελτιώσεις.

Πάντως όμως το φρέαρ θα καλύπτεται δια μετάλλινου καλύμματος, το ύδωρ δ' αυτού θα χρησιμοποιείται μόνον υπό του ιδιοκτήτου.

3. Τα ανωτέρω, σε φρέατα τα οποία θα χρησιμοποιούν περισσότερες της μιας οικογένειες, θα εφαρμοσθούν με δαπάνη των συνιδιοκτητών.

Άρθρο 10

Τα ύδατα των πηγών, κρηνών και φρεάτων θα παροχετεύονται καλώς επί της επιφανείας του εδάφους ή υπεδάφια εις τρόπον ώστε να μη λιμνάζουν εις τα πέριξ.

Άρθρο 11

1. Απαγορεύεται η ύπαρξις πλυντηρίων και πλύσις ιματισμού ή άλλων ακαθάρτων ειδών πλησιέστερον των 50 m τουλάχιστον από υδραγωγείων Δημοτικών ή Κοινοτικών, κρηνών και φρεάτων ως και η ύδρευσις λαχανόκηπων δι' υδάτων προερχομένων εκ πλύσεως ιματισμού ή άλλων αντικειμένων.

2. Απαγορεύεται η κατασκήνωσις ή εγκατάστασις παραθεριστών εις απόστασις μικροτέρα των 100 m από πηγών ή ρευμάτων δι' ων υδρεύεται η περιφέρεια.

Άρθρο 12

1. Οι δεξαμενές ομβρίων υδάτων θα είναι εκ σκυροδέματος μετ' επαλείψεως εκ τσιμεντοκονίας κατ' αναλογίαν 1:2, πάχους δε εσωτερικώς μεν 0,02, εξωτερικώς δε 0,01 m κεκαλυμμένες στεγανά, θα προφυλάσσονται από πάσης εξωτερικής μόλυνσεως και θα έχουν στόμιον καθαρισμού.

2. Το πρώτον ύδωρ της βροχής δεν θα εισέρχεται εις την δεξαμενή. Το ύδωρ θα παρέχεται δι' αντλίας ή δια στρόφιγγας.

Άρθρο 13

Εάν η επιτόπιος και εργαστηριακή έρευνα ύδατος πηγών, φρεάτων, δεξαμενών, παρέχει υπόνοιες ότι μολύνεται, απαγορεύεται η χρήσις του ύδατος αυτών προς πόση προσωρινώς ή και οριστικώς.

Άρθρο 14: Τα πωλούμενα πόσιμα ύδατα

Δια να πωλεί τις ύδωρ ιδιοκτήτου πηγής, ή φρέατος προς πόση, πρέπει να λάβει άδεια της Αστυνομικής Αρχής μετά σύμφωνον γνωμάτευση της Υγειονομικής Υπηρεσίας. Προς τούτο θα υποβάλει αίτηση εις την αρμόδια Υγειονομική Υπηρεσία η οποία υποχρεούται όπως προβεί εις την επιτόπια εξέτασιν της πηγής ή του φρέατος και εις δειγματοληψία του ύδατος δια χημική και μικροβιολογική εξέτασιν, Εάν η επιτόπιος έρευνα και η εργαστηριακή εξέτασις είναι ευνοϊκές, δίδεται άδεια πώλησεως ύδατος, άλλως απαγορεύεται μεν η πώλησις του ύδατος δια πόση ή πλύση μαγειρικών σκευών, επιτρέπεται όμως η χρησιμοποίησις του ύδατος τούτου δι' άλλες ανάγκες, πλην

της αρδεύσεως λαχανόκηπων κ.λ.π. Προς τούτο θα τεθεί επιγραφή ΥΔΩΡ ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟΝ ΠΡΟΣ ΠΟΣΙΝ. Και δια μεν την περιοχὴν Ἀθηνῶν και τις περίξ Κοινότητας θα γνωματεύσει το Υγειονομικό Κέντρον, δια δε τους λοιπούς Δήμους και Κοινότητας η οικεία Δημοτική ή Κοινοτική Υγειονομική Υπηρεσία.

Άρθρο 15

Ο ιδιοκτήτης πηγής ή φρέατος ούτινος το ύδωρ πωλείται είναι υποχρεωμένος να διασκευάσει ταύτα και να διατηρεί συμφώνως προς το άρθρο 8 του παρόντος και προς τα υποδείξεις της Υγειονομικής Υπηρεσίας εις τρόπον ώστε να αποκλείεται ο κίνδυνος μόλυνσεως. Η Υγειονομική Υπηρεσία παρακολουθεί την κατάστασιν του ανωτέρω ύδατος δια τακτικών επιτόπιων και εργαστηριακών εξετάσεων των πηγών, φρεάτων και του κυκλοφορούντος ύδατος. Εάν παρουσιασθούν ενδείξεις μόλυνσεως του ύδατος, απαγορεύεται προσωρινῶς ή και οριστικῶς η πώλησις αυτού προς πόση. Η παράβασις των ανωτέρω επιφέρει το σφράγισμα του φρέατος εκτός των ποινικών κυρώσεων.

Άρθρο 16

1. Αυτοί που πωλούν ύδωρ δι' ειδικών πλοίων, βυτίων, υδριών ή άλλων δοχείων, υποχρεούνται να έχουν άδεια της αστυνομικής αρχής μετά βεβαιώσεως που αναγράφει την προέλευση του υπ' αυτών πωλουμένου ύδατος και να προμηθεύονται ύδωρ μόνον εκ των πηγών ή φρεάτων δι' ά έχουν άδεια.
2. Επί του βυτίου ή δοχείου θ' αναγράφεται το είδος του ύδατος και η προέλευσις και θα επιβεβαιώνεται τούτο υπό της οικείας Αστυνομικής Αρχής.
3. Τα βυτία θα είναι κατασκευασμένα εκ μετάλλου μη επιδεικτικού οξειδώσεως και μη φέροντος εσωτερικές συγκολλήσεις δια μολύβδου, θα έχουν εις τον πυθμένα στόμιον ευρύ επιτρέπον τον ευχερή καθαρισμό και στόμιον πληρώσεως που κλείνει στεγανά δια σιδηρού κοχλιωτού πώματος.
4. Τα βυτία και τα δοχεία θα πληρούνται ουχί δια κουβάδων αλλά δι' αντλίας και σιδηρών σωλήνων.
5. Η παροχή του ύδατος θα γίνεται δια στρόφιγγας και σιδηρών σωλήνων.

Ταύτα καθ' εκάστην μεν θα καθαρίζονται και θα πλένονται καλῶς δια του ιδίου μεταφερομένου ύδατος, άπαξ δε της εβδομάδος κατά Σάββατον θ' απολυμαίνονται και θα καθαρίζονται υπό τον έλεγχο της Υγειονομικής και Αστυνομικής Υπηρεσίας είτε δι' αναφλέξεως οινόπνεύματος ή δια χλωριούχου ασβέστου, χορηγούμενης σχετικής εγγράφου βεβαιώσεως.

Άρθρο 17

Η πλήρωσις και η σφράγισις των υδριών ή φιαλών γίνεται εν τη πηγῇ και υπό καθαρῶν εργατῶν υπό τον έλεγχο και ευθύνη επιτροπής εκ του Προέδρου του Δήμου ή της Κοινότητος, του Αστυνόμου και του Αστιάτρου.

Υπό τον αυτόν έλεγχο είναι και η πλήρωσις βυτίων.

E1B/221/65 (ΥΕΚ 138/τ.β/24-2-65)

ΔΙΑΘΕΣΙΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΥΔΑΤΑ

Άρθρον 3

Όροι δια την διάθεσιν λυμάτων η βιομηχανικών αποβλήτων εις επιφανειακά ύδατα.

Επιτρέπεται η διάθεσις λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων εις επιφανειακά ύδατα, εφ' όσον:

- α) Τα ύδατα του αποδέκτου διατηρούν άπαντα τα κατωτέρω εν άρθρω 4 καθοριζόμενα χαρακτηριστικά δια την εκάστοτε προβλεπομένην ανωτέρας τάξεως χρήσιν και μετά την διάθεσιν

Διπλωματική Εργασία: “Μοντελοποίηση αστικών δικτύων ύδρευσης σε λογισμικό WaterGEMS και βελτίωση της ηλικίας του νερού με χρήση τεχνικών ρύθμισης πίεσης – Η περίπτωση της Νέας Δημητριάδας Βόλου.

των λυμάτων ή των βιομηχανικών αποβλήτων εις αυτά. Εις περιπτώσεις καθ’ ας υφίστανται ειδικαί διατάξεις, επιβάλλουσαι αυστηροτέρους ή προσθέτους όρους, θα τηρώνται και οι όροι ούτοι.

β) Πληρούνται οι εν άρθρω 5 καθοριζόμενοι ελάχιστοι όροι.

γ) Πληρούνται οι ειδικοί όροι, οι καθορισθησόμενοι δι’ έκαστον αποδέκτην ή τμήμα αυτού, συμφώνως προς το άρθρον 6 της παρούσης.

