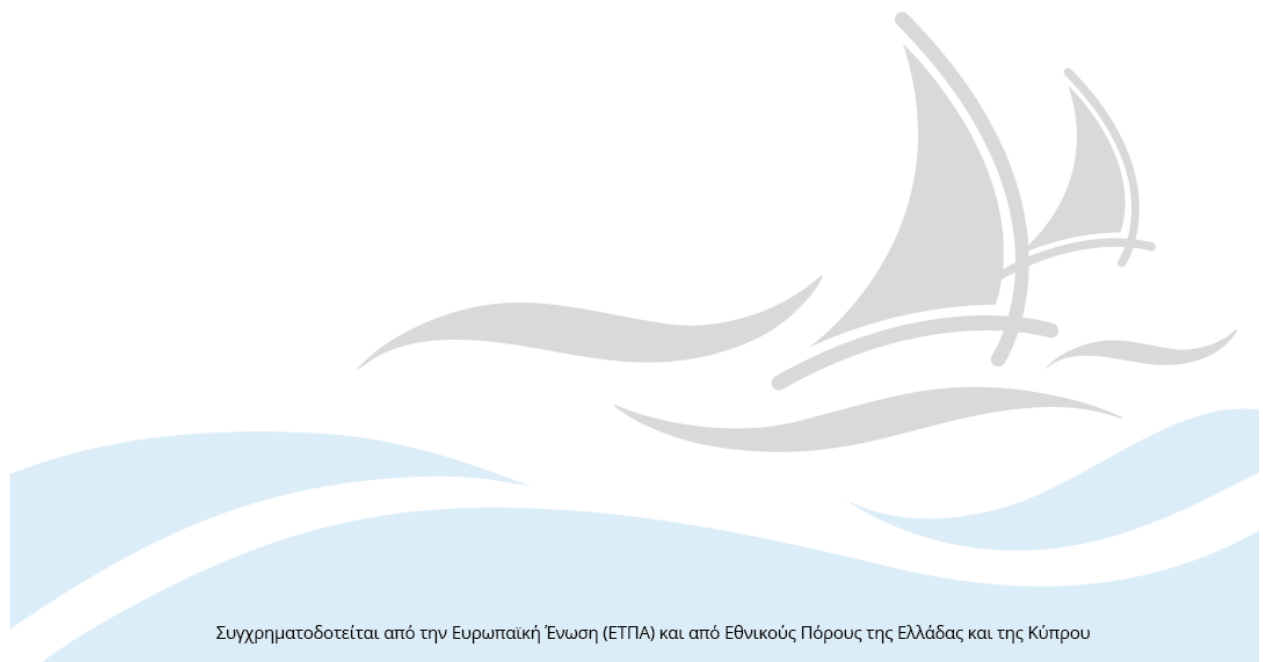




Διόρθωση και τελική ρύθμιση συστήματος (ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5.3)
Συγγραφή έκθεσης αποτίμησης λειτουργίας συστήματος
(ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5.4)

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

31 Οκτωβρίου, 2019



Πληροφορίες Αρχείου:

Εκδότης :	Σπύρος Λοΐζου (ΤΕΠΑΚ), Μιχάλης Πίγγος (ΤΕΠΑΚ), Παναγιώτης Χριστοδούλου (ΤΕΠΑΚ), Ανδρέας Ανδρέου (ΤΕΠΑΚ)
Συνεισφορές :	Σπύρος Λοΐζου (ΤΕΠΑΚ), Μιχάλης Πίγγος (ΤΕΠΑΚ), Παναγιώτης Χριστοδούλου (ΤΕΠΑΚ), Ανδρέας Ανδρέου (ΤΕΠΑΚ), Αντρέας Χριστοφόρου (ΤΕΠΑΚ), Σάββας Χ΄Χριστοφής (ΤΕΠΑΚ), Λάμπρος Οδυσσέως (ΤΕΠΑΚ), Σολωμός Χαραλάμπους (ΣΥΛ), Μανόλης Διαμαντάκης (ΙΤΕ), Πουλίκος Πραστάκος (ΙΤΕ), Μανόλης Κοσμάδακης (ΔΕΥΑΧ), Χριστόδουλος Χριστοδούλου (ΤΕΠΑΚ), Γιάννης Δαφέρμος (ΙΤΕ), Γιαννης Καμαριανάκης (ΙΤΕ), Γιάννης Πανταζής (ΙΤΕ), Γιώργος Μακράκης (ΙΤΕ), Γιάννης Παπαχαριλάου (ΙΤΕ), Πάνος Παπαδάκης (ΙΤΕ), Δημητρης Σφυρής (ΙΤΕ)
Ημερομηνία:	31 Οκτωβρίου, 2019
Έκδοση:	4.0

Ιστορικό Αρχείου:

Έκδοση	Ημερομηνία	Συγγραφείς	Σχόλια
1.0	05/08/2019	Χριστόδουλος Χριστοδούλου (ΤΕΠΑΚ), Σολωμός Χαραλάμπους (ΣΥΛ), Παναγιώτης Χριστοδούλου (ΤΕΠΑΚ)	Αρχική έκδοση
2.0	17/09/2019	Μανόλης Διαμαντάκης (ΙΤΕ), Πουλίκος Πραστάκος (ΙΤΕ)	Επεκτάσεις
3.0	21/10/2019	Παναγιώτης Χριστοδούλου (ΤΕΠΑΚ), Ανδρέας Ανδρέου (ΤΕΠΑΚ)	Τελικές διορθώσεις και επεκτάσεις
4.0	30/10/2019	Σολωμός Χαραλάμπους (ΣΥΛ), Μανόλης Διαμαντάκης (ΙΤΕ), Πουλίκος Πραστάκος (ΙΤΕ), Μανόλης Κοσμαδάκης (ΔΕΥΑΧ)	Τελική Έγκριση

Ακρωνύμια:

ΤΕΠΑΚ: Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

ΣΥΛ: Συμβούλιο Υδατοπρομήθειας Λεμεσού

ΔΕΥΑΧ: Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Χερσονήσου (Κρήτης)

ΙΤΕ: Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΛΟΤΟΣ ΣΥΛ.....	7
1.1 Περιγραφή Περιοχής	7
1.2 Επιλογή Θέσεων Αισθητήρων	9
1.3 Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας	10
1.4 Αποτελέσματα Εντοπισμού Διαρροών στο ΣΥΛ.....	11
1.5 Εντοπισθείσες Διαρροές	11
1.6 Φωτογραφίες αποκατάστασης	13
1.7 Εξοικονόμηση νερού.....	15
1.8 Προβλήματα	17
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΛΟΤΟΣ ΔΕΥΑΧ	19
2.1 Περιγραφή περιοχής.....	19
2.2 Επιλογή θέσεων αισθητήρων	21
2.3 Ιστορικό προμήθειας και τοποθέτησης αισθητήρων στην περιοχή πιλότο της Δ.Ε.Υ.Α.Χ.	21
2.4 Αποτελέσματα εντοπισμού διαρροών στη Δ.Ε.Υ.Α. Χερσονήσου.....	24
2.5 Εντοπισθείσες διαρροές.....	24
2.6 Εξοικονόμηση νερού	26
2.7 Προβλήματα	27
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	28

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Πιλοτική Περιοχή Λεμεσού	7
Εικόνα 2: Επιλογή θέσεων αισθητηρων	10
Εικόνα 3: Εσκαφές.....	13
Εικόνα 4: Η απώλεια της φλάντζας σύνδεσης των αμιαντοσωλήνων	13
Εικόνα 5: Αποκατάσταση διαρροής νερού	14
Εικόνα 6: Αποστράγγιση	14
Εικόνα 7: Επιδιόρθωση διαρροής	15
Εικόνα 8: Γράφημα Ελάχιστης Νυχτερινής Κατανάλωσης	17
Εικόνα 9: Πιλοτική Περιοχή: «Οικισμός Μοχού».....	19
Εικόνα 10:: Επιλογή θέσεων αισθητήρων.....	22
Εικόνα 11: Εικόνα από λογισμικό αισθητήρων	22

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ερευνητικό πρόγραμμα «ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ» του Προγράμματος Συνεργασίας Interreg V-A «Ελλάδα-Κύπρος 2014-2020» έχει σαν παραδοτέα το 5.3 - Διόρθωση και τελική ρύθμιση συστήματος και το 5.4 - Συγγραφή έκθεσης αποτίμησης λειτουργίας συστήματος. Λόγω του ότι τα δύο αυτά παραδοτέα έχουν άμεση σχέση μεταξύ τους αποφασίστηκε όπως γραφεί ένα έγγραφο το οποίο να περιλαμβάνει τόσο τα προβλήματα που έχει φανερώσει η λειτουργία του συστήματος στις 2 πιλοτικές περιοχές όσο και την τελική έκθεση αποτίμησης της λειτουργίας.

Στο εξής παραδοτέο το οποίο είναι το αποτέλεσμα των παραδοτέων 5.3 και 5.4 για κάθε πιλοτική περιοχή παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή της περιοχής και αναφέρονται τυχόν προβλήματα που είχαν παρουσιαστεί κατά την πιλοτική λειτουργία του συστήματος καθώς και τρόπους βελτίωσής τους. Στην συνέχεια πάλι για κάθε πιλοτική περιοχή αναγράφεται η συγγραφή της έκθεσης αποτίμησης της λειτουργίας του συστήματος η οποία αναφέρει λεπτομερώς τα τελικά συμπεράσματα αναφορικά με την επάρκεια και την αποτελεσματικότητά του συστήματος.

Η διαδικασία επιλογής της περιοχής πιλότου καθώς και η επιλογή των σημείων εγκατάστασης των αισθητήρων, όπως και η όλη διαδικασία εγκατάστασης, διεκπεραιώθηκε στην Κύπρο από το ΣΥΛ σε συνεργασία με το ΤΕΠΑΚ και στην Ελλάδα από την ΔΕΥΑΧ σε συνεργασία με το ΙΤΕ. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι για την επιλογή της βέλτιστης θέσης εγκατάστασης των αισθητήρων στις περιοχές αυτές χρησιμοποιήθηκε ένας έξυπνος αλγόριθμος ο οποίος λάμβανε υπόψη του μια σειρά από κριτήρια.

Για την επιλογή της περιοχής πιλότου στην Λεμεσό όσο και στην Χερσόνησο λήφθηκαν υπόψη τα εξής κριτήρια καθώς η περιοχή πιλότος έπρεπε να ήταν αντιπροσωπευτική της γενικής εικόνας του δικτύου ύδρευσης των οργανισμών. Τα κριτήρια περιγράφονται πιο κάτω.

- Τα υλικά κατασκευής των αγωγών
- Το ποσοστό χρήσης αυτών των υλικών στο δίκτυο.
- Τις ηλικίες των αγωγών
- Το συνολικό μήκος του δικτύου καθώς και τα ποσοστά χρήσης διαφορετικών υλικών κατασκευής των αγωγών

1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΛΟΤΟΣ ΣΥΛ

1.1 Περιγραφή Περιοχής

Εκτός από τα γενικά κριτήρια που περιγράφονται πιο πάνω το ΣΥΛ προτίμησε να χρησιμοποιηθεί η περιοχή που φαίνεται στην Εικόνα 1 για τους εξής λόγους:

- Μεγάλο ιστορικό διαρροών και ψηλό ποσοστό ατιμολόγητου νερού.
- Αρκετά σημεία πρόσβασης στους αγωγούς (δικλίδες και πυροσβεστικοί κρουνοί).
- Αστική περιοχή με κυρίως οικιστική χρήση νερού.
- Επαρκής κάλυψη της περιοχής πιλότου χρησιμοποιώντας τον αριθμό των αισθητήρων που σχεδιάστηκε να προμηθευτεί ο οργανισμός.



Εικόνα 1: Πιλοτική Περιοχή Λεμεσού

Η περιοχή που επιλέγηκε βρίσκεται στο κέντρο της Λεμεσού, με την έκτασή της ανέρχεται στα 0.669 km². Η έκταση των γεωγραφικών συντεταγμένων με βάση το Κυπριακό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (ΓΣΑ'93) είναι 203400m,339800m - 205000m,339000m. Η περιοχή πιλότος περικλείεται από τις οδούς Θεσσαλονίκης, Αρχ. Μακαρίου Γ', Γρίβα Διγενή και Γλάδστωνος. Το υλικό κατασκευής οι διάμετροι, το μήκος σε μέτρα αγωγών που χρησιμοποιούνται στη περιοχή πιλότο φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα. Σε σχέση με την ηλικία των αγωγών, λόγω του ότι δεν υπάρχουν ακριβή δεδομένα, οι ηλικίες που αναφέρονται στο πιο κάτω πίνακα είναι κατά προσέγγιση, όπως έχουν δοθεί από το ΣΥΛ Λεμεσού.

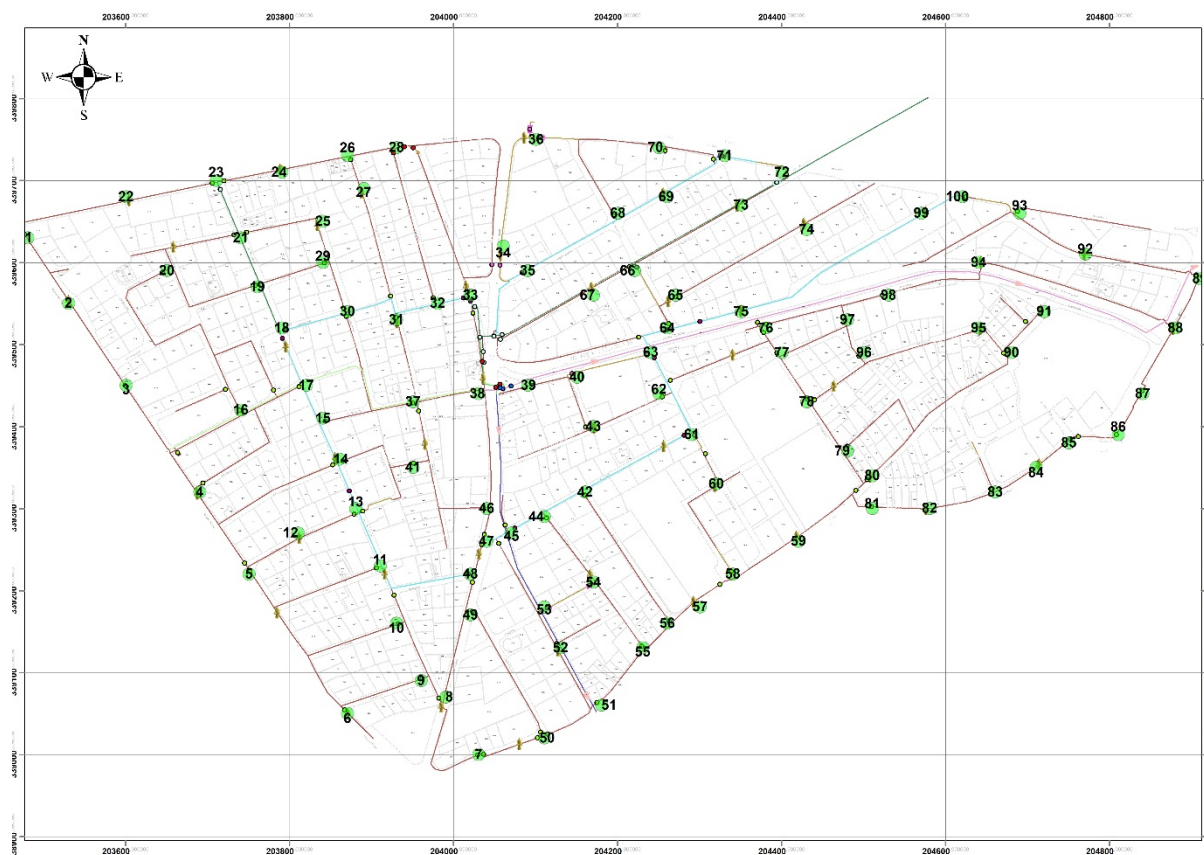
Διάμετρος	Υλικό	Μήκος σε μέτρα
100	Αμιαντοσιμεντοσωλήνας	12306,58
150	Αμιαντοσιμεντοσωλήνας	1971,53
200	Αμιαντοσιμεντοσωλήνας	732,22
250	Αμιαντοσιμεντοσωλήνας	98,31
300	Αμιαντοσιμεντοσωλήνας	7,96
450	Αμιαντοσιμεντοσωλήνας	448,26
200	Ελατό Χυτοσίδηρο	35,68
250	Ελατό Χυτοσίδηρο	414,72
300	Ελατό Χυτοσίδηρο	940,24
100	UPVC Pipe	927,47
Συνολικό μήκος αγωγών περιοχής πιλότου		17882,98
Συνολικός αριθμός παροχών		1292

1.2 Επιλογή Θέσεων Αισθητήρων

Η επιλογή των θέσεων εγκατάστασης των αισθητήρων έγινε μετά από μελέτη του δικτύου ύδρευσης της κάθε περιοχής πιλότου. Η μελέτη έγινε από το ΣΥΛ και το ΤΕΠΑΚ με χρήση και ενός έξυπνου αλγορίθμου. Για την επιλογή των θέσεων εγκατάστασης λήφθηκαν υπόψη τα ακόλουθα κριτήρια:

- Αποφυγή σημείων όπου υπάρχει θόρυβος περιβάλλοντος που ενδεχομένως να προκαλέσει παρεμβολές στη καταγραφή των αισθητήρων.
- Οι μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των αισθητήρων από τον κατασκευαστή των αισθητήρων.
- Η πυκνότητα των σημείων πρόσβασης (δικλίδες και κρουνοί πυρόσβεσης).
- Τα αποτελέσματα από την εκτέλεση του ειδικού αλγόριθμου

Συνολικά 100 αισθητήρες προβλέφθηκε να εγκατασταθούν στο δίκτυο του ΣΥΛ. Οι αισθητήρες αυτοί αναφέρονται στην Εικόνα 2 αριθμητικά με βάση το χάρτη των τεμαχίων. Η Εικόνα 2 αντικατοπτρίζει την επιλογή των τελικών θέσεων εγκατάστασης αισθητήρων στην περιοχή πιλότο για την Λεμεσό.



Εικόνα 2: Επιλογή θέσεων αισθητηρων

1.3 Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας

Έχει αναπτυχθεί κινητή εφαρμογή που χρησιμοποιεί την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για την απεικόνιση των υπόγειων υποδομών των Υπηρεσιών Κοινής Ωφελείας (ΥΚΩ). Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιεί την κάμερα της συσκευής για να στοχεύσει στο σημείο ενδιαφέροντος και με βάση τη γεωγραφική θέση της συσκευής κατεβάζει από την εφαρμογή GIS όλες τις πληροφορίες σχετικά με τις υπόγειες υποδομές στο σημείο ενδιαφέροντος και τις απεικονίζει στην οθόνη της συσκευής. Στην οθόνη της συσκευής απεικονίζονται όλα τα στοιχεία και οι θέσεις των υποδομών (τύπος υπηρεσίας, διάμετρος, βάθος, κλπ).

Η εφαρμογή αυτή στόχευε στο να βοηθήσει τα συνεργεία αποκατάστασης των διαρροών του δικτύου ύδρευσης ώστε να γίνονται εκσκαφές στο σωστό σημείο και να αποφεύγονται ζημιές σε άλλες ΥΚΩ (πχ. τηλεφωνίας, αποχέτευσης, ηλεκτρισμού).

Συνοπτικά, οι στόχοι της ανάπτυξης της εφαρμογής ήταν οι ακόλουθοι:

- Να απεικονίζει στο χρήστη τις υπόγειες υποδομές που υπάρχουν στο σημείο ενδιαφέροντος
- Να παρέχει πληροφορίες / χαρακτηριστικά των υπόγειων υποδομών όπως τύπος υπηρεσίας, βάθος, διατομή, τύπος αγωγού, υλικό αγωγού κ.α.
- Να απεικονίζει τη διάταξη των υπόγειων υποδομών στον τρισδιάστατο χώρο επιτρέποντας στον χρήστη να έχει καλύτερη αντίληψη της κατάστασης σε περίπτωση προβλήματος
- Να παρέχει στοιχεία αλληλεπίδρασης στο χρήστη που να τον βοηθούν στην προσέγγιση και επίλυση τυχόν προβλημάτων

1.4 Αποτελέσματα Εντοπισμού Διαρροών στο ΣΥΛ

Η πιλοτική λειτουργία των αισθητήρων ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2019 και διήρκεσε 9 μήνες, μέχρι το τέλος Οκτωβρίου 2019. Οι αισθητήρες στέλνουν στο λογισμικό διαχείρισής τους, τις μετρήσεις που καταγράφουν κάθε βράδυ. Ο αισθητήρας, μετά από επεξεργασία και ανάλυση των τελευταίων μετρήσεων, υπολογίζει κατά πόσο εντοπίζει ή όχι διαρροή στην ακτίνα δράσης του. Η εκτίμηση αυτή στέλνεται στο λογισμικό διαχείρισης μαζί με τις μετρήσεις.

Μετά το πέρας της πιλοτικής λειτουργίας, οι αισθητήρες παραμένουν στην πιλοτική περιοχή και συνεχίζουν να παρακολουθούν την λειτουργία του δικτύου και να εντοπίζουν νέες διαρροές.

Το λογισμικό διαχείρισης δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να πραγματοποιεί συσχετισμούς μεταξύ των μετρήσεων που λαμβάνει από γειτονικούς αισθητήρες και να υπολογίζει την θέση της διαρροής μεταξύ των αισθητήρων. Η ακρίβεια της ένδειξης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το μήκος, το υλικό και η διάμετρος του αγωγού, η πίεση λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης και τα διάφορα υλικά κατασκευής του υπό διερεύνηση αγωγού. Η ακρίβεια με την οποία το λογισμικό υποδεικνύει τη θέση της διαρροής εξαρτάται και από την ακρίβεια των πληροφοριών που ο οργανισμός έχει σε σχέση με το δίκτυο ύδρευσης. Για την κάθε υπόδειξη από το λογισμικό διαχείρισης ήταν απαραίτητο να διερευνηθεί περαιτέρω από το εξειδικευμένο προσωπικό του ΣΥΛ με χρήση συσχετιστή και γαιώφωνου για να επιβεβαιωθεί με ακρίβεια το σημείο της διαρροής.

1.5 Εντοπισθείσες Διαρροές

Όπως φαίνεται στον πιο Πίνακα 1, κατά τη διάρκεια της πιλοτικής λειτουργίας εντοπίστηκαν εννέα (9) διαρροές, έξι (6) διαρροές σε φλάντζα σύνδεσης του αγωγού, δύο (2) σε κρουνοί πυρόσβεσης και μια (1) διαρροή εντοπίστηκε σε δίκτυο εντός υποστατικού.

Table 1 - Εντοπισθείσες Διαρροές στην περιοχή μελέτης Λεμεσού

A/A	Τύπος Διαρροής	Εξάρτημα	Υλικό Αγωγού / Εξαρτήματος	Διάμετρ. Αγωγού	Υπολογιζ. Απώλεια	Ημ/νία
1	Διαρροή από κεντρικό αγωγό 33 μ από το αισθητήριο 132-014	Φλάντζα	Αμιαντοσωλήνας	100mm	≈ 1m ³ /h	4/3/2019
2	Διαρροή από κεντρικό αγωγό 44 μ από το αισθητήριο 132-012	Φλάντζα	Αμιαντοσωλήνας	150mm	≈ 1m ³ /h	5/3/2019
3	Διαρροή από κεντρικό αγωγό 8 μ από το αισθητήριο 132-108	Φλάντζα	Αμιαντοσωλήνας	100mm	≈ 1m ³ /h	5/3/2019
4	Διαρροή από κεντρικό αγωγό 4 μ από το αισθητήριο 132-011	Φλάντζα	Αμιαντοσωλήνας	100mm	≈ 1m ³ /h	6/3/2019
5	Διαρροή από κεντρικό αγωγό 16 μ από το αισθητήριο 132-1024	Φλάντζα	Αμιαντοσωλήνας	100mm	≈ 1m ³ /h	6/3/2019
6	Διαρροή υδροστομίου πυρόσβεσης	Υδροστόμιο πυρόσβεσης	Χυτοσίδηρος	80mm	≈ 0.3m ³ /h	7/3/2019
7	Διαρροή υδροστομίου πυρόσβεσης	Υδροστόμιο πυρόσβεσης	Χυτοσίδηρος	80mm	≈ 0.3m ³ /h	7/3/2019
8	Διαρροή από κεντρικό αγωγό 2 μ από το αισθητήριο 132-038	Φλάντζα	Αμιαντοσωλήνας	100mm	≈ 1m ³ /h	7/3/2019
9	Βλάβη εντός υποστατικού (ιδιωτικό δίκτυο) περίπου 8 μ από το αισθητήριο	Αγωγός παροχέτευσης	Αγωγός PE	15mm	≈ 0.3m ³ /h	7/8/2019

1.6 Φωτογραφίες αποκατάστασης



Εικόνα 3: Εσκαφές



Εικόνα 4: Η απώλεια της φλάντζας σύνδεσης των αμιαντοσωλήνων



Εικόνα 5: Αποκατάσταση διαρροής νερού



Εικόνα 6: Αποστράγγιση



Εικόνα 7: Επιδιόρθωση διαρροής

1.7 Εξοικονόμηση νερού

Κατά την υποβολή της πρότασης είχε οριστεί ο ακόλουθος δείκτης εκρών σαν μια μετρική η οποία θα μας βοηθούσε στο να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα εάν πετύχαμε τους στόχους που είχαμε θέσει από την αρχή.

CO18: Πρόσθετος πληθυσμός που εξυπηρετείται από βελτιωμένη παροχή νερού

Ορισμός: Ο δείκτης αυτός μετράει τους κατοίκους στις περιοχές όπου αναβαθμίζονται τα συστήματα διαχείρισης υδατικών πόρων.

Παραδοχές: Δεν θα κατασκευαστούν δίκτυα διανομής πόσιμου νερού παρά μόνο ως σημειακές βελτιώσεις. Οι περισσότερες παρεμβάσεις θα είναι βελτιώσεις της απόδοσης και βιωσιμότητας (sustainability) υφιστάμενων συστημάτων διανομής με στόχο τον περιορισμό των απωλειών νερού (non-revenue water, NRW).

Στόχος μας ήταν η εξοικονόμηση νερού η οποία θα μπορούσε να εξυπηρετεί έναν αριθμό επιπρόσθετων καταναλωτών. Όπως θα δούμε στην συνέχεια ο στόχος έχει επιτευχθεί πλήρως καθώς καταφέραμε μετά την εγκατάσταση των correlating noise loggers και τον εντοπισμό και επιδιόρθωση εννέα (9) άδηλων διαρροών (non reported leaks) η νυκτερινή κατανάλωση της πιλοτικής περιοχής έχει μειωθεί (και παραμένει χαμηλή).

Το δίκτυο του ΣΥΛ λόγω των υψομετρικών διαφορών είναι χωρισμένο σε τρεις διακριτές ζώνες πίεσης, τροφοδοτούμενες από δική τους υδατοδεξαμενή. Η κάθε ζώνη πίεσεως είναι χωρισμένη σε ένα αριθμό DMAs. Η πιλοτική περιοχή ήταν μια DMA, ανάμεσα στις 20 DMAs στις οποίες χωρίζεται η ζώνη πίεσης. Η περιοχή πιλότος είναι ένα μικρό αυτόνομο δίκτυο (DMA) το οποίο έχει ένα και μοναδικό σημείο σύνδεσης με τον κεντρικό παροχτετευτικό αγωγό της δεξαμενής.

Η σύνδεση με τον κεντρικό παροχτετευτικό αγωγό της δεξαμενής γίνεται μέσω κεντρικού υδρομέτρου το οποίο είναι συνδεδεμένο σε ηλεκτρονικό σύστημα τηλεμετρίας που στέλνει κάθε 5 λεπτά όλες τις μετρήσεις στον διακομιστή (server) του συστήματος όπου επεξεργάζονται, αρχειοθετούνται και οπτικοποιούνται για χρήση από τους τεχνικούς του Συμβουλίου Υδατοπρομήθειας Λεμεσού ΣΥΛ.

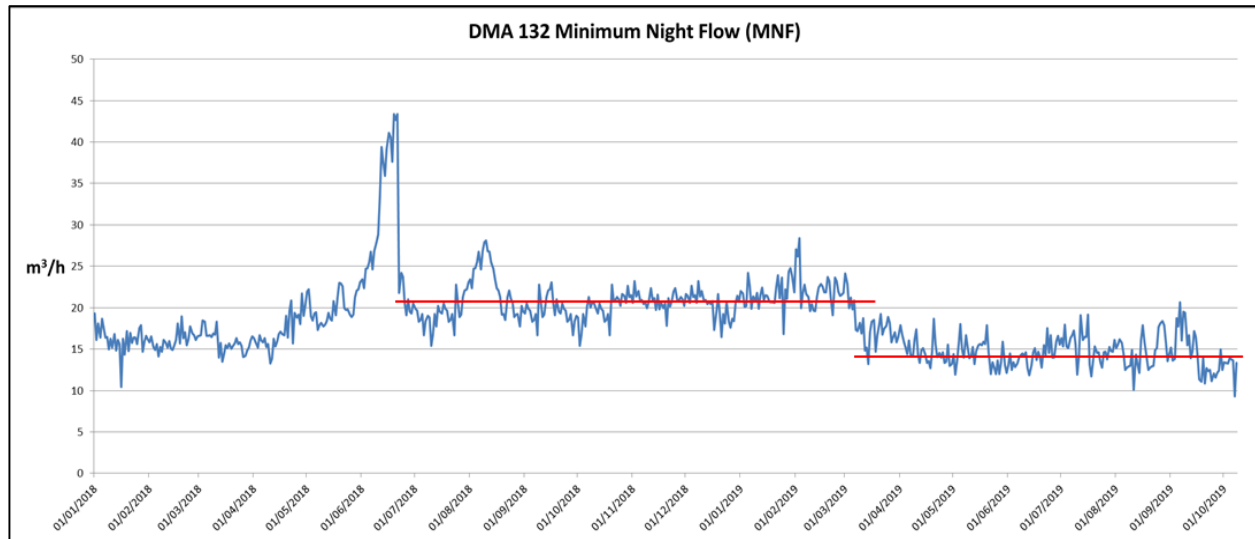
Με βάση τις μετρήσεις από το σύστημα Τηλεμετρίας του ΣΥΛ, πριν την έναρξη της πιλοτικής λειτουργίας η ελάχιστη νυκτερινή ροή⁽¹⁾ ήταν περίπου $21\text{m}^3/\text{h}$, (η πάνω κόκκινη γραμμή στο γράφημα της Εικόνας 8 πιο κάτω). Μετά τον εντοπισμό και την επιδιόρθωση των διαρροών η ελάχιστη νυκτερινή κατανάλωση μειώθηκε στα $14\text{m}^3/\text{h}$ (κάτω κόκκινη γραμμή δεξιά στο γράφημα της Εικόνας 8 πιο κάτω).

Συνολικός Αριθμός Ατόμων που έχουν ωφεληθεί στην περιοχή της Λεμεσού

Ο πληθυσμός της περιοχής πιλότου, ανέρχεται σε 4,600 άτομα και αποτελεί το 2.71% του συνολικού πληθυσμού που εξυπηρετείται από το ΣΥΛ. Επίσης η συνολική προμήθεια νερού προς τη περιοχή πιλότο αποτελεί 2.07% της συνολικής προμήθειας προς το δίκτυο ύδρευσης. Η ζώνη πίεσης στην οποία ανήκει η περιοχή πιλότος εξυπηρετεί συνολικό πληθυσμό 52,566 ατόμων.

Το συνολικό κόστος του προγράμματος για τους Κυπριακούς φορείς και την πιλοτική περιοχή στη Λεμεσό ήταν €385,051. Αν το κόστος εντοπισμού των άδηλων διαρροών είναι €0.40, τότε $\frac{€385,051.00}{0.4} = 962,627.50\text{m}^3$ εξοικονομούμενου NRW. Εάν το ποσοστό απωλειών είναι 35% (στοιχεία ΣΥΛ), τότε αυτή η ποσότητα αντιστοιχεί σε συνολική ετήσια κατανάλωση (μετά την εξοικονόμηση) $\approx 2,750,364.50\text{m}^3$. Εάν υποθέσουμε ότι η μέση ετήσια κατανάλωση ανά άτομο στη διασυνοριακή περιοχή είναι 169m^3 (στοιχεία του ΣΥΛ), τότε το νερό αυτό αντιστοιχεί σε $\frac{2,750,364.50}{169} = 16,264.34$ κατοίκους $\approx 16,265$ κατοίκους.

Η συνολική επένδυση του ΣΥΛ για αγορά εξοπλισμού και λογισμικού από το πρόγραμμα ανέρχεται σε €75,954. Το πιλοτικό σενάριο απέδειξε ότι το κόστος αυτό είναι ανακτήσιμο σε χρόνο λιγότερο του ενός έτους (περίπου 8.5 μήνες) με την εξοικονόμηση νερού αξίας €98,100.



Εικόνα 8: Γράφημα Ελάχιστης Νυκτερινής Κατανάλωσης

(1) Η Ελάχιστη Νυκτερινή Ροή (Minimum Night Flow - MNF) είναι ο δείκτης με τον οποίο μπορούμε να υπολογίσουμε τις διαρροές νερού από το δίκτυο. Κατά τις πρώτες πρωινές ώρες η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι στο ελάχιστο. Οι διαρροές σε ένα DMA υπολογίζεται με την αφαίρεση της δικαιολογημένης κατανάλωσης νερού από την ελάχιστη νυκτερινή ροή.

1.8 Προβλήματα

Κάποια προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά τη λειτουργία των εφαρμογών περιγράφονται πιο κάτω:

- Η ακρίβεια στον υπολογισμό της θέσης μιας διαρροής από το λογισμικό του συστήματος εξαρτάται από την ακρίβεια των πληροφοριών που υπάρχουν για το δίκτυο ύδρευσης. Λόγω του πιο πάνω, μπορεί να υπάρξει απόκλιση από την πραγματική θέση μιας διαρροής.

Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος η θέση της διαρροής θα πρέπει να επιβεβαιώνεται με τη χρήση Συσχετιστή και Γεώφωνου.

- Κατά τις επιδιορθώσεις αγωγών που έγιναν στο παρελθόν δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία για το υλικό του αγωγού που είχε χρησιμοποιηθεί. Αυτό επηρεάζει την ακρίβεια στην καταχώρηση σωστών δεδομένων στα λογισμικά συστήματα υπολογισμού της θέσης των διαρροών με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται απόκλιση από την πραγματική θέση.

Η χρήση λογισμικού GIS και η συλλογή όλο και περισσότερων στοιχείων για όλες τις φάσεις λειτουργίας και συντήρησης των υποδομών θα λύσει αυτό το πρόβλημα.

- Κατά περιόδους κάποια αισθητήρια διαρροών δεν επικοινωνούσαν με τον κεντρικό διακομιστή (server) του συστήματος. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται στην εγκατάσταση των αισθητήρων μέσα στα φρεάτια των δικλίδων και των πυροσβεστικών κρουών τα οποία καλύπτονται από μεταλλικά καπάκια.

Η μετακίνηση της αντένας του αισθητήρα στην ή κοντά στην επιφάνεια του δρόμου ή πεζοδρομίου βελτιώνει σημαντικά την επικοινωνία.

- Οι αισθητήρες όταν εντοπίσουν διαρροές αυτόματα καταγράφουν και τον ήχο της διαρροής για να διενεργείται και η σχετική συσχέτιση για τον εντοπισμό της θέσης της διαρροής. Όμως σε αρκετές περιπτώσεις τα διπλανά αισθητήρια δεν εντοπίζουν τον θόρυβο της διαρροής οπότε δεν γίνεται και η καταγραφή του ήχου. Αυτό καθιστά αδύνατη την διενέργεια συσχέτισμού μεταξύ των γειτονικών αισθητήρων.

Για την αποφυγή του πιο πάνω μπορεί να προγραμματιστούν οι αισθητήρες να καταγράφουν καθημερινά τον ήχο (το μέτρο αυτό μειώνει τη διάρκεια της μπαταρίας του αισθητήρα), ή να προγραμματιστούν οι συγκεκριμένοι γειτονικοί αισθητήρες να καταγράψουν τον ήχο σε καθορισμένη ημερομηνία και ώρα.

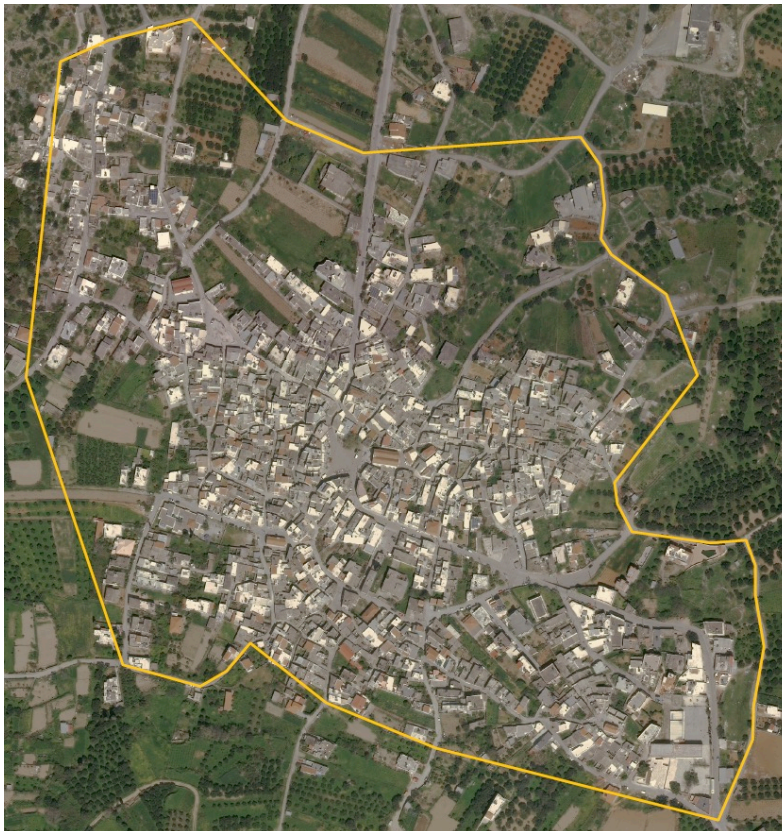
Κατά την πιλοτική λειτουργία του συστήματος η ακρίβεια του συστήματος ήταν ικανοποιητική με μέσο όρο απόκλισης 1 μέτρο. Η απόκλιση αυτή δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα καθώς για την επισκευή βλάβης σε αγωγό γίνεται εκσκαφή μήκους 1,5 μέτρων περίπου.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΛΟΤΟΣ ΔΕΥΑΧ

2.1 Περιγραφή περιοχής

Η ΔΕΥΑΧ επέλεξε ως πιλοτική περιοχή για την εγκατάσταση των αισθητήρων την περιοχή του οικισμού του Μοχού, οικισμός του δήμου Χερσονήσου με πληθυσμό 825 άτομα. Οι λόγοι επιλογής του Μοχού (Εικόνα 9) ως πιλοτική περιοχή έγινε για τους εξής λόγους:

- Ο Οικισμός του Μοχού και συγκεκριμένα το σύνολο του δικτύου ύδρευσης του Οικισμού αποτελεί μια αυτόνομη και στεγανή (υδραυλικά απομονωμένη) ζώνη, με ελεγχόμενη και μετρούμενη παροχή.
- Μεγάλο ιστορικό διαρροών και ψηλό ποσοστό ατιμολόγητου νερού.
- Αστική περιοχή με κυρίως οικιστική χρήση νερού.
- Επαρκής κάλυψη της περιοχής πιλότου χρησιμοποιώντας τον αριθμό των αισθητήρων που προμηθεύθηκε ο οργανισμός.



Εικόνα 9: Πιλοτική Περιοχή: «Οικισμός Μοχού»

Ο Μοχός είναι οικισμός της ενδοχώρας του Δήμου Χερσονήσου, σε υψόμετρο 400 μέτρων, με μόνιμο πληθυσμό 825 κατοίκους (απογραφή 2011). Ο οικισμός Μοχός είναι προϋφιστάμενος του 1923. Έτσι, αναπτύχθηκε χωρίς ρυμοτομικό σχέδιο όπως όλοι οι παρόμοιοι οικισμοί. Με το από 24-4-1985 ΠΔ (ΦΕΚ 181Δ/3-5-1985) «Περί τρόπου καθορισμού ορίων οικισμών της χώρας κατηγορίες αυτών και καθορισμός όρων και περιορισμών δόμησης» έγινε επέκταση των ορίων του οικισμού σε συνολική έκταση 1250 στρεμμάτων περίπου. Από αυτά σήμερα είναι πυκνοδομημένα τα 235 στρέμματα και αποτελούν το συνεκτικό τμήμα του οικισμού.

Η περιοχή μελέτης εκτείνεται στην περιοχή που βρίσκεται μεταξύ των συντεταγμένων (Χ/Υ) 629000 – 629600 m και 3902600 – 3903200 m του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς ΕΓΣΑ '87.

Τα χαρακτηριστικά του δικτύου ύδρευσης εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΥΛΙΚΟ	ΜΗΚΟΣ(m)
Φ63	PVC	1100
Φ63	PE	1950
Φ90	PVC	390
Φ90	PE	930
Φ110	PE	180
Φ125	PVC	650
Φ125	PE	1100
Φ140	PVC	300
Φ140	PE	530
Συνολικό μήκος αγωγών περιοχής πιλότου=		7130

2.2 Επιλογή θέσεων αισθητήρων

Η επιλογή των θέσεων εγκατάστασης των αισθητήρων έγινε μετά από μελέτη του δικτύου ύδρευσης της περιοχής πιλότου. Η μελέτη έγινε από τη Δ.Ε.Υ.Α.Χ και το Ι.Τ.Ε. Οι θέσεις των αισθητήρων επελέγησαν χρησιμοποιώντας τον μαθηματικό αλγόριθμο που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες του έργου, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις εμπειρικά.

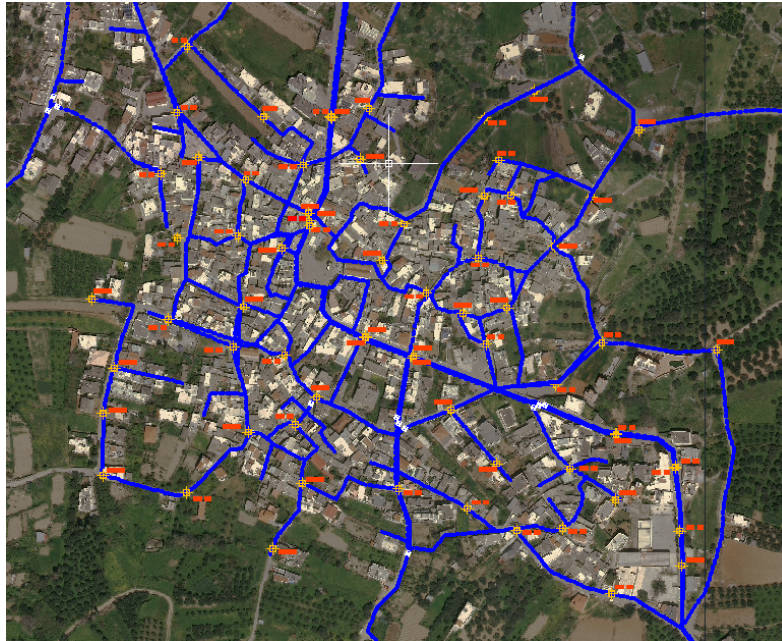
Για την επιλογή των θέσεων εγκατάστασης λήφθηκαν υπόψη τα ακόλουθα κριτήρια:

- Αποφυγή σημείων όπου υπάρχει θόρυβος περιβάλλοντος που ενδεχομένως να προκαλέσει παρεμβολές στη καταγραφή των αισθητήρων.
- Οι μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των αισθητήρων να είναι τέτοιες ώστε να μπορεί να γίνεται συσχέτιση ήχου από δύο γειτονικούς αισθητήρες. Οι μέγιστες αποστάσεις υποδείχθηκαν από τον κατασκευαστή των αισθητήρων.
- Η πυκνότητα των σημείων πρόσβασης (δικλίδες και κρουνοί πυρόσβεσης).
- Τα αποτελέσματα από τον μαθηματικό αλγόριθμο ο οποίος επιλέγει θέσεις για να τοποθετηθούν οι αισθητήρες κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιείται το συνολικό μήκος του δικτύου ύδρευσης που ελέγχεται αλλά και να είναι δυνατή η συσχέτιση ήχου από 2 γειτονικούς αισθητήρες.

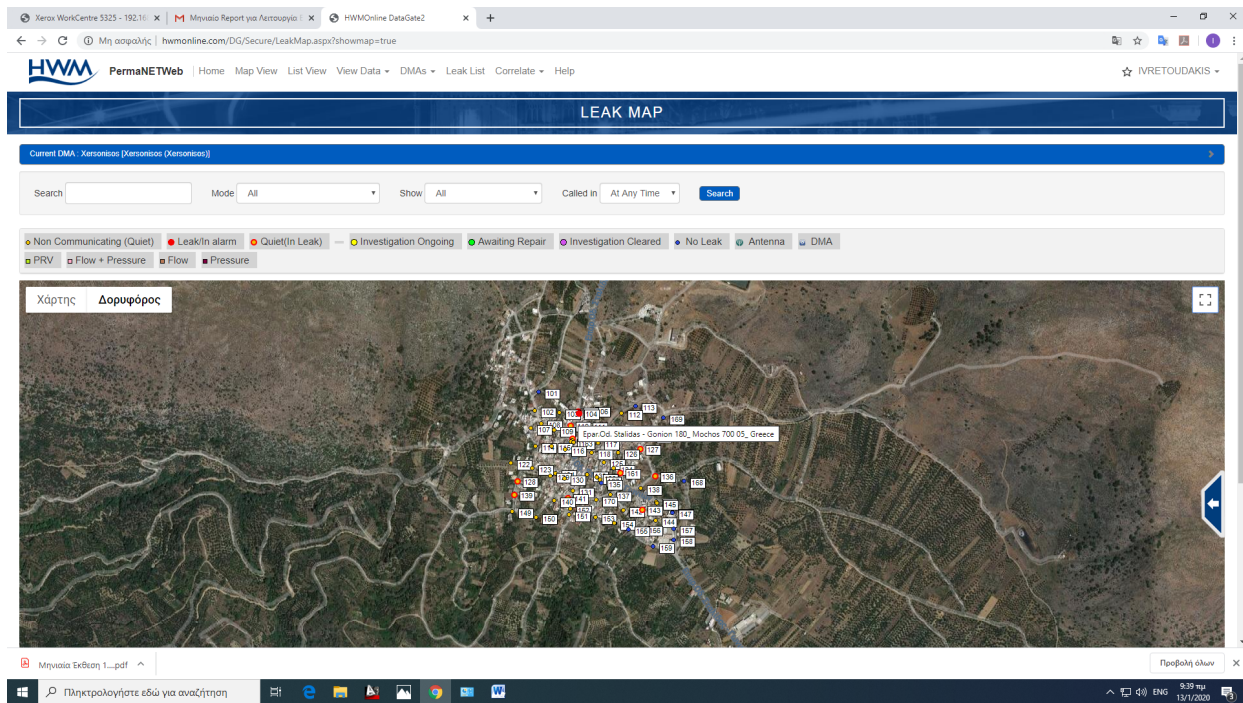
Συνολικά στο δίκτυο ύδρευσης της Δ.Ε.Υ.Α.Χ στον Οικισμό του Μοχού εγκαταστάθηκαν 70 αισθητήρες. Οι αισθητήρες αυτοί αναφέρονται στην εικόνα 2 αριθμητικά με βάση τον χάρτη των τεμαχίων. Η Εικόνα 10 αντικατοπτρίζει την επιλογή των τελικών θέσεων εγκατάστασης αισθητήρων στην περιοχή πιλότο του Οικισμού του Μοχού.

2.3 Ιστορικό προμήθειας και τοποθέτησης αισθητήρων στην περιοχή πιλότο της Δ.Ε.Υ.Α.Χ.

Συνολικά 70 αισθητήρες προβλέφθηκε να εγκατασταθούν στο δίκτυο της Δ.Ε.Υ.Α.Χ., στον Οικισμό του Μοχού. Οι αισθητήρες αυτοί αναφέρονται στην Εικόνα 10 αριθμητικά με βάση το χάρτη των τεμαχίων. Η Εικόνα 10 αντικατοπτρίζει την επιλογή των τελικών θέσεων εγκατάστασης αισθητήρων στην περιοχή πιλότο για τον Οικισμό του Μοχού. Στην Εικόνα 11 παρουσιάζεται εικόνα από το ΓΣΠ διαχείρισης με την θέση των αισθητήρων. Στον Πίνακα 2 δίνονται οι ακριβείς συντεταγμένες των θέσεων εγκατάστασης των αισθητήρων για τον Οικισμό του Μοχού.



Εικόνα 10:: Επιλογή θέσεων αισθητήρων



Εικόνα 11: Εικόνα από λογισμικό αισθητήρων

Table 2 - Θέσεις (συντεταγμένες) των αισθητήρων (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ '87)

ΚΟΜΒΟΣ	X	Y	ΚΟΜΒΟΣ	X	Y	ΚΟΜΒΟΣ	X	Y
A101	629.162,09	3.903.104,76	A125	629.363,65	3.902.897,20	A149	629.091,24	3.902.743,78
A102	629.153,47	3.903.049,02	A126	629.407,88	3.902.926,47	A150	629.161,42	3.902.729,56
A103	629.226,50	3.903.045,49	A127	629.471,90	3.902.936,74	A151	629.259,15	3.902.737,39
A104	629.283,66	3.903.045,60	A128	629.100,50	3.902.834,31	A152	629.234,69	3.902.682,10
A105	629.284,02	3.903.045,20	A129	629.200,89	3.902.852,13	A153	629.340,44	3.902.732,57
A106	629.315,56	3.903.052,42	A130	629.244,43	3.902.845,26	A154	629.398,49	3.902.716,00
A107	629.139,86	3.902.997,96	A131	629.271,37	3.902.809,54	A155	629.440,41	3.902.697,26
A108	629.171,67	3.903.011,49	A132	629.312,75	3.902.860,04	A156	629.479,04	3.902.699,17
A109	629.211,75	3.902.992,83	A133	629.312,65	3.902.860,48	A157	629.577,77	3.902.697,11
A110	629.259,95	3.903.005,11	A134	629.394,68	3.902.880,14	A158	629.579,04	3.902.667,99
A111	629.307,95	3.903.010,09	A135	629.431,67	3.902.885,00	A159	629.520,36	3.902.644,13
A112	629.412,71	3.903.044,57	A136	629.511,97	3.902.855,29	A160	629.470,54	3.902.996,42
A113	629.454,60	3.903.066,96	A137	629.384,74	3.902.799,16	A161	629.412,01	3.902.863,61
A114	629.154,21	3.902.943,40	A138	629.473,31	3.902.820,46	A162	629.268,51	3.902.960,93
A115	629.204,99	3.902.945,39	A139	629.091,20	3.902.795,97	A163	629.271,06	3.902.958,98
A116	629.242,33	3.902.935,10	A140	629.213,79	3.902.780,44	A164	629.264,79	3.902.965,82
A117	629.345,18	3.902.955,49	A141	629.253,42	3.902.786,98	A165	629.266,64	3.902.958,24
A118	629.326,75	3.902.924,54	A142	629.423,34	3.902.753,74	A166	629.351,24	3.902.845,05
A119	629.412,78	3.902.979,16	A143	629.485,25	3.902.749,46	A167	629.352,42	3.902.844,00
A120	629.435,06	3.902.979,70	A144	629.523,87	3.902.723,17	A168	629.543,51	3.903.037,96
A121	629.503,27	3.902.978,45	A145	629.523,90	3.902.778,32	A169	629.543,14	3.903.034,64
A122	629.082,05	3.902.892,04	A146	629.524,02	3.902.778,71	A170	629.343,64	3.902.782,93
A123	629.146,36	3.902.875,27	A147	629.573,74	3.902.750,31			
A124	629.209,89	3.902.885,85	A148	629.573,84	3.902.750,69			

2.4 Αποτελέσματα εντοπισμού διαρροών στη Δ.Ε.Υ.Α. Χερσονήσου

Η πιλοτική λειτουργία των αισθητήρων άρχισε τον Αύγουστο του 2019 και διήρκεσε περίπου 3,5 μήνες, μέχρι το τέλος Νοεμβρίου 2019. Η λειτουργία των αισθητήρων είναι η εξής: ενεργοποιούνται αυτόματα την νύκτα και καταγράφουν τον θόρυβο που γίνεται όταν το νερό φεύγει από το σωλήνα στο σημείο της διαρροής. Το λογισμικό του αισθητήρα μετά από επεξεργασία και ανάλυση των τελευταίων μετρήσεων, υπολογίζει εάν έχει εντοπιστεί διαρροή στην ακτίνα δράσης του. Η εκτίμηση αυτή στέλνεται στο λογισμικό διαχείρισης στον server της εταιρείας μαζί με τις μετρήσεις. Σε αυτό το σύστημα είναι καταγραμμένη η θέση όλων των αισθητήρων.

Εάν δύο γειτονικοί αισθητήρες εντοπίσουν διαρροή, τότε το λογισμικό μπορεί να εκτελέσει συσχέτισμό (correlation) είτε αυτόματα είτε με εντολή του χειριστή για να προσδιοριστεί ακριβώς το σημείο της διαρροής.

Ο χειριστής του συστήματος έχει την δυνατότητα να διαμορφώσει το λογισμικό κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο αισθητήρας να καταγράφει και να στέλνει στον server της εταιρείας πληροφορίες μόνον όταν υπάρχει εκτίμηση διαρροής ή να καταγράφει κάθε βράδυ τον θόρυβο και να τον στέλνει στον server.

Μετά το τέλος του έργου ΕΠΙΡΡΟΗ, οι αισθητήρες παραμένουν στην πιλοτική περιοχή και συνεχίζουν να παρακολουθούν την λειτουργία του δικτύου και να εντοπίζουν νέες διαρροές.

Το λογισμικό διαχείρισης δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να πραγματοποιεί συσχετισμούς μεταξύ των μετρήσεων που λαμβάνει από γειτονικούς αισθητήρες και να υπολογίζει την θέση της διαρροής μεταξύ των αισθητήρων. Όπως προαναφέρθηκε, η ακρίβεια της ένδειξης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως μήκος και διάμετρος του αγωγού, πίεση λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης, και υλικό κατασκευής. Η ακρίβεια με την οποία το λογισμικό υποδεικνύει τη θέση της διαρροής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από την ακρίβεια της γεωγραφικής αποτύπωσης του δικτύου ύδρευσης που έχει γίνει. Στην πιλοτική περιοχή για κάθε υπόδειξη από το λογισμικό διαχείρισης για την ύπαρξη πιθανής διαρροής ήταν απαραίτητο να διερευνηθεί περαιτέρω από το εξειδικευμένο προσωπικό της Δ.Ε.Υ.Α.Χ. με χρήση του συσχετιστή και του γαιώφωνου για να επιβεβαιωθεί με ακρίβεια το σημείο της διαρροής.

2.5 Εντοπισθείσες διαρροές

Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα κατά την διάρκεια της πιλοτικής λειτουργίας εντοπίστηκαν πέντε (5) διαρροές. Όλες οι διαρροές οφείλονταν σε διάρρηξη (σπάσιμο) του σωλήνα.

Στον Πίνακα 3 συνοψίζονται οι θέσεις και τα χαρακτηριστικά των διαρροών.

Table 3 - Θέσεις και χαρακτηριστικά των διαρροών που ανιχνεύθηκαν στον Οικισμό Μοχού

A/A	Τύπος διαρροής	Είδος	Υλικό αγωγού	Διάμετρος αγωγού	Υπολογιζ. απώλεια	Ημ/νία
1	Διαρροή σε κεντρικό αγωγό 25μ από το αισθητήριο 141	Διαρροή σε αγωγό	Αγωγός Πολυαιθυλενίου (PE)	63mm	≈ 1m ³ /h	09-09-2019
2	Διαρροή σε κεντρικό αγωγό 32μ από το αισθητήριο 145	Διαρροή σε αγωγό	Αγωγός Πολυαιθυλενίου (PE)	140mm	≈ 2m ³ /h	12-09-2019
3	Διαρροή σε κεντρικό αγωγό 11μ από το αισθητήριο 131	Διαρροή σε αγωγό	Αγωγός Πολυαιθυλενίου (PE)	90mm	≈ 1m ³ /h	24-09-2019
4	Διαρροή σε κεντρικό αγωγό 17μ από το αισθητήριο 127	Διαρροή σε αγωγό	Αγωγός Πολυαιθυλενίου (PE)	125mm	≈ 1m ³ /h	16-10-2019
5	Διαρροή σε κεντρικό αγωγό 19μ από το αισθητήριο 126	Διαρροή σε αγωγό	Αγωγός Πολυαιθυλενίου (PE)	63mm	≈ 0,5m ³ /h	23-10-2019

2.6 Εξοικονόμηση νερού

Κατά την υποβολή της πρότασης είχε οριστεί ο ακόλουθος δείκτης εκρών σαν μια μετρική η οποία θα μας βοηθούσε στο να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα εάν πετύχαμε τους στόχους που είχαμε θέσει από την αρχή.

CO18: Πρόσθετος πληθυσμός που εξυπηρετείται από βελτιωμένη παροχή νερού

Ορισμός: Ο δείκτης μετράει τους κατοίκους στις περιοχές όπου αναβαθμίζονται στα συστήματα διαχείρισης υδατικών πόρων.

Παραδοχές: Δεν θα κατασκευαστούν δίκτυα διανομής πόσιμου νερού παρά μόνο ως σημειακές βελτιώσεις. Οι περισσότερες παρεμβάσεις θα είναι βελτιώσεις της απόδοσης και βιωσιμότητας (sustainability) υφιστάμενων συστημάτων διανομής με στόχο το περιορισμό των απωλειών νερού (non-revenue water, NRW).

Στόχος μας ήταν η εξοικονόμησή νερού η οποία θα μπορούσε να εξυπηρετεί ένα αριθμό επιπρόσθετων καταναλωτών. Όπως αναφέρεται στην συνέχεια ο στόχος επιτεύχθηκε καθώς με την εγκατάσταση των correlating noise loggers και τον εντοπισμό και επιδιόρθωση πέντε (5) άδηλων διαρροών (non reported leaks) εξοικονομήθηκε ποσότητα νερού $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$ (συνολική απώλεια λόγω των πέντε (5) διαρροών $(2\text{m}^3/\text{h}+1\text{m}^3/\text{h}+1\text{m}^3/\text{h}+1\text{m}^3/\text{h}+0,50\text{m}^3/\text{h}=5,5 \text{ m}^3/\text{h})$).

Το δίκτυο της περιοχής αρμοδιότητας της ΔΕΥΑ Χερσονήσου αποτελείται από τα δίκτυα των περιοχών οι οποίες συνενώθηκαν το 2011 με το πρόγραμμα Καλλικράτης και αποτελούν πλέον μια διοικητική ενότητα. Στις περιοχές αυτές τα δίκτυα ύδρευσης δεν είναι ενοποιημένα, αφού σε πολλές περιπτώσεις αποτελούνται από διαφορετικά χωριά, απομακρυσμένα το ένα από το άλλο. Προφανώς, στα παραλιακά τμήματα του Δήμου, τα δίκτυα ύδρευσης στην δεκαετία αυτή σταδιακά ενοποιούνται.

Συνολικός Αριθμός Ατόμων που έχουν ωφεληθεί στην περιοχή της Χερσονήσου

Η περιοχή πιλότος είναι η Κοινότητα Μοχού της Δημοτικής Ενότητας Μαλίων. Ο πραγματικός πληθυσμός του Δήμου Χερσονήσου είναι 53,337 κάτοικοι ενώ της Ενότητας Μαλίων είναι 11,912 κάτοικοι. Οι ποσότητες του νερού που καταναλώνονται ετησίως είναι 3,313,000 m³ σε ολόκληρο το Δήμο και 1,253,000 m³ στην Δημοτική Ενότητα Μαλίων.

Το συνολικό κόστος του προγράμματος για τους Ελληνικούς φορείς και την πιλοτική περιοχή στη ΔΕΥΑΧ ήταν €301,380 και καθώς το κόστος εντοπισμού των άδηλων διαρροών είναι €0.40, τότε $€301,380.00 / 0.4 = 753,450 \text{ m}^3$ εξοικονομούμενου NRW. Καθώς το ποσοστό απωλειών είναι 40% (στοιχεία ΔΕΥΑΧ), τότε αυτή η ποσότητα αντιστοιχεί σε συνολική ετήσια κατανάλωση (μετά την εξοικονόμηση) $\approx 1,883,625 \text{ m}^3$. Με μέση ετήσια κατανάλωση ανά άτομο στην περιοχή να είναι 150 m^3 , τότε το νερό αυτό αντιστοιχεί σε $1,883,625 / 150 = 12,558$ κατοίκους/καταναλωτές.

Η πιο πάνω βελτίωση στη περιοχή πιλότο επιφέρει και ανάλογη βελτίωση στον συνολικό πληθυσμό του δήμου (53,337 κάτοικοι) αφού, η εξοικονόμηση συμβάλει στην μείωση του λειτουργικού κόστους του συστήματος υδροδότησης, συνεπώς συμβάλλει και στην περίπτωση της ΔΕΥΑΧ σε μελλοντική μείωση της τιμής του νερού ή σε μη μελλοντική αύξησή του, αφού η υπηρεσία ύδρευσης είναι ανταποδοτική υπηρεσία.

2.7 Προβλήματα

Κάποια προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την λειτουργία των εφαρμογών περιγράφονται πιο κάτω:

- η ακρίβεια στον υπολογισμό της θέσης μιας διαρροής από το λογισμικό του συστήματος εξαρτάται από την ακρίβεια των πληροφοριών που υπάρχουν για το δίκτυο ύδρευσης. Λόγω του πιο πάνω, μπορεί να υπάρξει απόκλιση από την πραγματική θέση μιας διαρροής.

Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος η θέση της διαρροής θα πρέπει να επιβεβαιώνεται με τη χρήση Συσχετιστή και Γεώφωνου.

- Για ορισμένες εγκαταστάσεις και επιδιορθώσεις αγωγών που έγιναν στο παρελθόν δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία για το υλικό του αγωγού που είχε χρησιμοποιηθεί. Αυτό επηρεάζει την ακρίβεια στη καταχώρηση σωστών δεδομένων στα λογισμικά υπολογισμού της θέσης των διαρροών με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται απόκλιση από την πραγματική θέση.

Η χρήση λογισμικών ΓΣΠ και η συλλογή όλο και περισσότερων στοιχείων για όλες τις φάσεις λειτουργίας και συντήρησης των υποδομών θα λύσει αυτό το πρόβλημα.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στον αγώνα κατά των απωλειών στα δίκτυα ύδρευσης, ένας πολύ σημαντικός παράγοντας είναι ο χρόνος που μια άδηλη διαρροή είναι ενεργή από τη στιγμή που δημιουργείται μέχρι τη στιγμή που επιδιορθώνεται. Ανάλογα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για ανίχνευση των διαρροών αυτός ο χρόνος μπορεί να είναι από μέρες μέχρι πέραν του έτους.

Στην πράξη ΕΠΙΡΡΟΗ η εγκατάσταση εξελιγμένων αισθητήρων ανίχνευσης διαρροών σε θέσεις στο δίκτυο ύδρευσης της περιοχής πιλότου, η δυνατότητά τους να ανιχνεύουν τη διαρροή σε ελάχιστο χρόνο από την δημιουργία της, καθώς και η ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών οι οποίες βοηθούν τα συνεργεία αποκατάστασης να είναι πιο αποτελεσματικά, μείωσε το χρόνο αυτό στο ελάχιστο. Η μείωση αυτή βοήθησε στην εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων νερού.

Σε γενικές γραμμές η δυνατότητα των αισθητήρων να μεταδίδουν τα δεδομένα σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή ο οποίος μπορούσε να υπολογίσει τη θέση της διαρροής μεταξύ δυο αισθητήρων, βοήθησε τα συνεργεία εντοπισμού των διαρροών στο να είναι πιο παραγωγικά και γρήγορα στις εργασίες αποκατάστασης. Η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, έδειξε ότι η δυνατότητα προβολής των υπόγειων υποδομών, βοηθά και κατευθύνει τα συνεργεία συντήρησης να ολοκληρώνουν την εργασία τους πιο αποτελεσματικά, με ασφάλεια αποφεύγοντας ζημιές στις υποδομές άλλων οργανισμών κοινής ωφελείας.

Από την έναρξη της πράξης στόχος μας ήταν η εξοικονόμηση νερού η οποία θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά την εξυπηρέτηση των καταναλωτών. Όπως θα δούμε πιο κάτω ο στόχος που θέσαμε έχει επιτευχθεί καθώς με τη μόνιμη εγκατάσταση των συσχετιζόμενων αισθητήρων θορύβου και τον εντοπισμό και επιδιόρθωση δεκατεσσάρων (14) άδηλων διαρροών (non reported leaks) στις δυο πιλοτικές περιοχές (9 άδηλες διαρροές στην πιλοτική περιοχή της Λεμεσού και 5 στην πιλοτική περιοχή Χερσονήσου) καταφέραμε η νυκτερινή κατανάλωση της πιλοτικής περιοχής να μειωθεί (και να παραμένει χαμηλή).

Ο υπολογισμός του δείκτη CO18 έγινε σύμφωνα με το Υπόμνημα υπολογισμού τιμών στόχου δεικτών εκροών και αποτελέσματος που είναι αναρτημένο στην ιστοσελίδα του Προγράμματος (http://greece-cyprus.eu/wp-content/uploads/2019/10/GR_CY_indicators-v3-July2015.pdf).

Η βελτίωση του δικτύου που επιτεύχθηκε στις πιλοτικές περιοχές είναι λειτουργική, καθώς δεν έχουμε αναβαθμίσει ή αντικαταστήσει αγωγούς ή άλλα εξαρτήματα του δικτύου. Η αναβάθμιση και η βελτίωση της απόδοσης του δικτύου στην κάθε περιοχή πιλότου προήλθε αποκλειστικά μέσω της μόνιμης τοποθέτησης των αισθητήρων, του έγκαιρου εντοπισμού διαρροών και τη διατήρησή τους σε χαμηλά επίπεδα μέσω της έγκαιρης επιδιόρθωσης.

Από τη βελτίωση της λειτουργικής απόδοσης του δικτύου ωφελείται άμεσα ολόκληρος ο πληθυσμός στις περιοχές πιλότου που ανέρχεται σε 6200 άτομα (4600 στην πιλοτική περιοχή της Λεμεσού και 1600 στην πιλοτική περιοχή Χερσονήσου) μέσω:

- *Της σταθεροποίησης των πιέσεων*
- *Της αύξησης της δυνατότητας παροχής νερού από το δίκτυο*
- *Βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης*

Η πιο πάνω βελτίωση στις περιοχές πιλότου επιφέρει και ανάλογη βελτίωση και στο υπόλοιπο του πληθυσμού της ζώνης στην περιοχή της Λεμεσού που είναι 47966 κάτοικοι αλλά και στον συνολικό πληθυσμό του Δήμου Χερσονήσου που είναι 53337 κάτοικοι μέσω της βελτιωμένης δυνατότητας παροχής και της βελτίωσης του επιπέδου εξυπηρέτησης προς όλους τους καταναλωτές της ζώνης.

Η εξοικονόμηση συμβάλλει στη μείωση του λειτουργικού κόστους του συστήματος υδροδότησης, συνεπώς συμβάλλει και σε μελλοντική μείωση της τιμής του νερού ή σε μη μελλοντική αύξησή του.

Το γεγονός ότι η επένδυση στη μόνιμη εγκατάσταση των συσχετιζόμενων αισθητήρων θορύβου αποδεικνύεται αποδοτική αποτελεί για τους οργανισμούς ύδρευσης ένα κίνητρο για την περαιτέρω επένδυση στη τεχνολογία των συσχετιζόμενων αισθητήρων θορύβου και την σταδιακή επέκταση της χρήσης και εφαρμογής τους σε ολόκληρο το δίκτυο ύδρευσης.