

Πιλοτική λειτουργία συστήματος και ανα-τροφοδότηση

Παραδοτέο 5.3

20/11/2020



Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	3
2	Πιλοτική λειτουργία συστήματος	3
2.1	TAY	3
2.1.1	Επαλήθευση AMR.....	3
2.1.2	Εκτίμηση Υδραυλικής Κατάστασης.....	3
2.1.3	Εκτίμηση Κατάστασης Ποιότητας Νερού	3
2.1.4	Διάγνωση Διαρροών	4
2.2	ΔΕΥΑΜ	5
2.2.1	Επιβεβαίωση μετρήσεων υδρομέτρων	5
2.2.2	Ανίχνευση διαρροών και μηδενικής ροής	5
2.2.3	Αφαίρεση AMR και μπαταρίας	5
2.2.4	Ανίχνευση αντίθετης ροής.....	5
2.2.5	Ανίχνευση αντιστροφής υδρομέτρου	6
2.2.6	Έλεγχος μη κανονικής κατανάλωσης.....	6
2.2.7	Ευρωστία συστήματος.....	6
2.4	ΣΥΛΑ.....	7
2.4.1	Επαλήθευση λειτουργίας LoRaWAN.....	7
2.4.2	Διάγνωση μη κανονικών καταναλώσεων	7
2.5	ΣΥΛΕ	8
2.5.1	Εκτίμηση Υδραυλικής Κατάστασης.....	8
2.5.2	Μείωση Πίεσης.....	8
2.5.3	Ανίχνευση και Εντοπισμός Διαρροών	8
2.5.4	Εκτίμηση Ποιότητας Νερού	9

1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια αυτού του παραδοτέου το σύστημα είχε τεθεί σε αδιάλειπτη λειτουργία ακολουθώντας το πρωτόκολλο. Κατά τη διάρκεια των πιλοτικών δοκιμών, υπήρχε συνεχής καταγραφή των θεμάτων που ανακύπτουν τόσο ως προς την συμπεριφορά του προτεινόμενου συστήματος, όσο και ως προς τη χρήση του από τους συμμετέχοντες διαχειριστές στα κέντρα ελέγχου και το εμπλεκόμενο τεχνικό προσωπικό.

Λόγω της πανδημίας COVID-19, καθώς και απρόβλεπτων τεχνικών ή άλλων λόγων, τα πιλοτικά επηρεάστηκαν, και ως αποτέλεσμα, οι εταίροι στο πλαίσιο της διαχείρισης ρίσκου, πρότειναν εναλλακτικές αναλύσεις για την πιλοτική δοκιμή των συστημάτων.

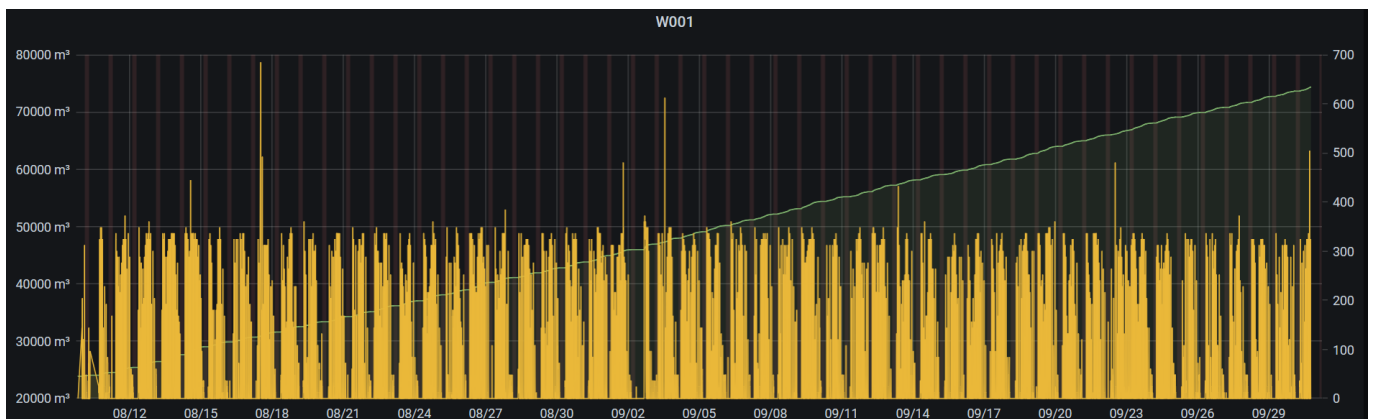
2 Πιλοτική λειτουργία συστήματος

2.1 ΤΑΥ

2.1.1 Επαλήθευση AMR

Το σύστημα δοκιμάστηκε αρχικά με ένα σταθμό τηλεμετρίας, και ακολούθως εγκαταστάθηκαν και οι υπόλοιποι σταθμοί. Παρά την ορθή εγκατάσταση των συστημάτων AMR και την διασύνδεσή τους με τα συστήματα τηλεμετρίας, δεν κατέστη δυνατή τελικά η επικοινωνία των υδρομέτρων λόγω σφάλματος στο υλικό της τηλεμετρίας, και συγκεκριμένα στο σύστημα GPRS. Το σφάλμα διαγνώστηκε από τους μηχανικούς του ΤΑΥ και ΣΥΛΑ, και ως εκ τούτου, δεν μπορούσαν τα υδρόμετρα να αποστείλουν τις απαραίτητες πληροφορίες. Οι συσκευές τηλεμετρίας έχουν αποσταλεί θα έλεγχο και επιδιόρθωση, και αναμένεται ότι θα επανέλθουν σε λειτουργία μέσα στο 2021.

Ως αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, αποφασίστηκε χρησιμοποιηθεί η πληροφορία από την τηλεμετρία που εργάστηκε κατά την περίοδο του έργου.



2.1.2 Εκτίμηση Υδραυλικής Κατάστασης

Εξαιτίας του σφάλματος στην τηλεμετρία, δεν ήταν δυνατή η λήψη δεδομένων από όλους τους αισθητήρες για να μπορέσει να γίνει με ακρίβεια η εκτίμηση υδραυλικής κατάστασης. Ως εκ τούτου, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν ψευδό-μετρήσεις οι οποίες να είναι αντιπροσωπευτικές της κατανάλωσης στις κοινότητες. Επιπρόσθετα, θα χρησιμοποιηθούν αισθητήρες πίεσης που βρίσκονται εγκαταστημένοι κατά μήκος του αγωγού, για υποβοήθηση του calibration. Η αλλαγή αυτή δεν αναμένεται ότι θα επηρεάσει το τελικό αποτέλεσμα.

2.1.3 Εκτίμηση Κατάστασης Ποιότητας Νερού

Έγινε κανονικά η εγκατάσταση των 2 πολύ-παραμετρικών αισθητήρων οι οποίοι συνδέθηκαν με το υφιστάμενο σύστημα τηλεμετρίας του ΤΑΥ. Από τους αισθητήρες χλωρίνης, ο ένας αντιμετωπίζει τεχνικό πρόβλημα ενώ οι άλλοι δεν κατέστη δυνατό να επικοινωνήσουν με το κεντρικό σύστημα εξαιτίας σφάλματος στην τηλεμετρία. Επιπρόσθετα, έγινε η διαπίστωση ότι η ροή του δικτύου αλλάζει κατά περιόδους, ανάλογα με την χρήση της αφαλάτωσης στην Δεκέλεια. Παράλληλα, ισχύει το πρόβλημα εκτίμησης της υδραυλικής κατάστασης.

Ως αντιμετώπιση αυτής της δυσκολίας, αποφασίστηκε να γίνει μελέτη με τα δεδομένα από τους πολύ-παραμετρικούς αισθητήρες και ψευδό-μετρήσεις κατανάλωσης, καθώς και σύγκριση με ιστορικά δεδομένα που λαμβάνονταν μέσω δειγματοληψίας από το ΣΥΛ.

2.1.4 Διάγνωση Διαρροών

Εξαιτίας του σφάλματος στην τηλεμετρία δεν μπορεί να γίνει η εκτίμηση υδραυλικής κατάστασης σε πραγματικό χρόνο. Εντούτοις, αποφασίστηκε γίνει ανάλυση διαρροών και εντοπισμό των σημείων με μεγάλη διακύμανση στη πίεση, με τη χρήση συνθετικών δεδομένων και προσομοιώσεις διαρροών στο δίκτυο.

2.2 ΔΕΥΑΜ

2.2.1 Επιβεβαίωση μετρήσεων υδρομέτρων

Έγινε καταγραφή των μετρήσεων στις 1/4/2020. Στην επιβεβαίωση των μετρήσεων συμμετείχαν τα εξής 20 υδρόμετρα σε 3 διαφορετικές περιοχές:

19T245501	19T246620	19T246440	19T246800
19T245547	19T246656	19T246476	19T246792
19T245622	19T246692	19T246512	19T246718
19T245730	19T246728	19T246548	19T246682
19T246402	19T246764	19T246584	19T246608

Έγινε αντιπαραβολή των μετρήσεων των αισθητήρων και της επί τόπου καταγραφής τους, και δεν εντοπίστηκαν αποκλίσεις. Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

2.2.2 Ανίχνευση διαρροών και μηδενικής ροής

Στην πιλοτική εφαρμογή ανίχνευσης διαρροών χρησιμοποιήθηκε το υδρόμετρο με αναγνωριστικό 19T246671. Επιπρόσθετα, στην πιλοτική εφαρμογή εντοπισμού μηδενικής ροής χρησιμοποιήθηκε το υδρόμετρο με αναγνωριστικό 19T245524. Έγινε τεχνητή διαρροή και ελέγχθηκαν οι υποκειμένες προειδοποιήσεων διαρροής και μηδενικής ροής αντίστοιχα. Με το πέρας του πιλοτικού, έγινε έλεγχος ότι οι προειδοποιήσεις σταμάτησαν. Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

Γενικά πρέπει να τονιστεί ότι η αντικατάσταση των 700 υδρομέτρων με έξυπνα υδρόμετρα στον οικισμό του Κρουσώνα έχει αποδώσει σημαντική μείωση των διαρροών της τάξης του ~30%.

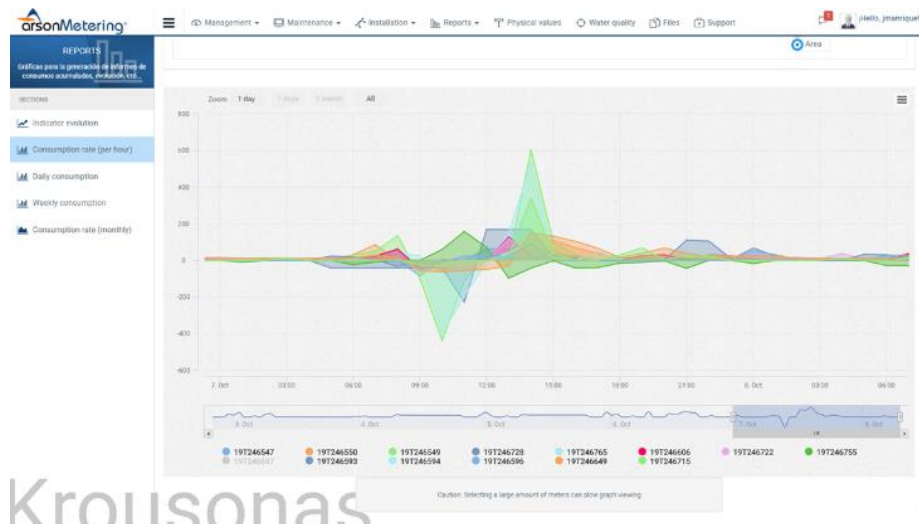
2.2.3 Αφαίρεση AMR και μπαταρίας

Στην πιλοτική εφαρμογή ανίχνευσης κλοπής και αφαίρεσης μπαταρίας χρησιμοποιήθηκε το υδρόμετρο με αναγνωριστικό 19T245524. Συγκεκριμένα το υδρόμετρο απομακρύνθηκε και ενεργοποιήθηκε η προειδοποίηση απομάκρυνσης του υδρομέτρου. Έγινε έλεγχος ότι οι προειδοποιήσεις σταμάτησαν όταν επέστρεψε στη θέση του.

Λόγω του ότι η μπαταρία ήταν ενσωματωμένη σε ρητίνη, δεν κατέστη δυνατό να γίνει δοκιμή αφαίρεσης μπαταρίας. Εξ' αιτίας της δυσκολίας να επιτευχθεί αυτό χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις, δεν κρίνεται απαραίτητη η διερεύνησή του.

2.2.4 Ανίχνευση αντίθετης ροής

Στην πιλοτική εφαρμογή ανίχνευσης αντίστροφης ροής χρησιμοποιήθηκαν τα υδρόμετρα με αναγνωριστικά 19T246549, 19T246755 και 19T246728. Τα υδρόμετρα τοποθετήθηκαν χωρίς αντεπιστροφή σε μεγαλύτερο υψόμετρο από το υπόλοιπο δίκτυο, και έγινε έλεγχος της ημερήσιας αναφοράς στο κέντρο ελέγχου. Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.



2.2.5 Ανίχνευση αντιστροφής υδρόμετρου

Στην πιλοτική εφαρμογή ανίχνευσης ανάστροφης τοποθέτησης χρησιμοποιήθηκαν τα υδρόμετρα με αναγνωριστικό 19T245740, 19T245768. Τα δύο υδρόμετρα τοποθετήθηκαν με ανάστροφη φορά και χωρίς αντεπιστροφή. Έγινε καταγραφή της ημερήσιας κατανάλωσης και έλεγχος της αναφοράς στο κέντρο ελέγχου. Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

2.2.6 Έλεγχος μη κανονικής κατανάλωσης

Στην πιλοτική εφαρμογή ανίχνευσης κατανάλωσης εκτός ορίων χρησιμοποιήθηκε το υδρόμετρο με αναγνωριστικό 19T245714. Μέσω αλλαγής στο σφαιρικό κρουνό, έγινε μείωση της παροχής ενός καταναλωτή στο ήμισυ. Η ημερήσια αναφορά ειδοποίησε το κέντρο ελέγχου ότι υπάρχει μη κανονική κατανάλωση στον εν λόγω καταναλωτή. Όταν ο κρουνός επέστρεψε στη θέση του, έγινε έλεγχος αναφοράς στο κέντρο ελέγχου ότι σταμάτησαν τα μηνύματα προειδοποίησης.

2.2.7 Ευρωστία συστήματος

Στην πιλοτική δοκιμή του ελέγχου ευρωστίας της δικτυακής υποδομής, ελέγχθηκε η σωστή λειτουργία του εφεδρικού gateway. Αυτό έγινε με την απενεργοποίηση του κεντρικού gateway, και τον έλεγχο της ημερήσιας αναφοράς ότι λαμβάνονται αδιάλειπτα οι μετρήσεις μέσω του εφεδρικού gateway.

Serial number	Address	Date	Description
19T246565	UNNAMED ROAD 8 - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T246458	UNKNOWN 9 - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T245513	UNNAMED ROAD 2 - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T245513	UNNAMED ROAD 2 - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T246508	UNNAMED ROAD N/A - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T246739	N/A N/A - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T246671	UNNAMED ROAD 8 - -	31/03/2020	Leak
19T246626	UNNAMED ROAD N/A - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T245524	UNNAMED ROAD 9 - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO
19T245524	UNNAMED ROAD 9 - -	31/03/2020	No flow
19T245524	UNNAMED ROAD 9 - -	31/03/2020	Removal
19T245714	PLATIA AGIAS TRIADOS 15 - -	31/03/2020	Oversized
19T246404	PLATIA AGIAS TRIADOS 8 - -	31/03/2020	CONTADOR_SOBREDIMENSIONADO

2.4 ΣΥΛΛΑ

2.4.1 Επαλήθευση λειτουργίας LoRaWAN

Έγινε εγκατάσταση 346 AMR οι οποίοι μπορούν να συνδεθούν με τα LoRaWAN gateways του ΣΥΛΛΑ. Μέσα σε χρονική περίοδο ενός χρόνου διαπιστώθηκαν σειρά προκλήσεων τα οποία δεν επέτρεψαν σε ένα ποσοστό AMR να επικοινωνούν σταθερά με τη βάση. Τα θέματα αυτά αφορούσαν:

- Υπήρξαν περιορισμοί στα πιθανά κτήρια πάνω στα οποία μπορούσαν να εγκατασταθούν τα gateways. Τελικά, επιλέχθηκαν κάποια κτήρια τα οποία δεν ήταν η βέλτιστη επιλογή από πλευράς τοποθεσίας και ύψους.
- Υπήρξαν περιπλοκές στη διαδικασία εγκατάστασης των κεραιών στα κτήρια, καθώς έγινε αποδεκτή η εγκατάσταση κεραιάς σε μικρότερο ύψος.
- Κάποια LoRaWAN modules αγνοούνται: ενδεχόμενος να κλάπηκαν ή να καταστράφηκαν από τους ιδιοκτήτες των υποστατικών. Ως αποτέλεσμα δεν θα χρησιμοποιηθούν εκείνα στην ανάλυση.
- Κάποια LoRaWAN modules δεν μπορούν να αποστείλουν τις πληροφορίες τους καθώς περιορίζονται λόγω θέσης (εντός φρεατίων με μεταλλικό κάλυμμα ή τσιμεντομπλόκ, εντος μεταλλικών κουτιών κλπ).
- Κατά τη διάρκεια της έναρξης της πανδημίας COVID-19 τον Μάρτιο, ο server εμφάνισε τεχνικό πρόβλημα, το οποίο επιλύθηκε μετά τον Μάιο. Ως αποτέλεσμα, για μια περίοδο δεν έχουμε δεδομένα. Αποφασίστηκε να μελετήσουμε τους μήνες Φεβρουάριο 2020 και Οκτώβριο 2020.

2.4.2 Διάγνωση μη κανονικών καταναλώσεων

Με βάση τα συλλεχθέντα ιστορικά δεδομένα, γινόταν καθημερινά ανάλυση των δεδομένων και γινόταν ενημέρωση από του «ΚΟΙΟΣ» προς το ΣΥΛΛΑ.

2.5 ΣΥΛΕ

2.5.1 Εκτίμηση Υδραυλικής Κατάστασης

Στην πιλοτική εφαρμογή εκτίμησης υδραυλικής κατάστασης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το DMA136. Αρχικά διενεργήθηκε από το ΣΥΛΕ η βαθμονόμηση των αισθητήρων πίεσης που είχαν εγκατασταθεί στο DMA136 και ακολούθως εγκαταστάθηκαν φορητοί αισθητήρες (πίεσης) σε συγκεκριμένα σημεία του δικτύου. Στη συνέχεια, για μία εβδομάδα, πραγματοποιείτο καταγραφή των πιέσεων του δικτύου. Παράλληλα με την πιο πάνω διαδικασία ολοκληρώθηκε η βαθμονόμηση του υδραυλικού μοντέλου για το συγκεκριμένο δίκτυο.

Το επόμενο στάδιο ήταν η βαθμονόμηση του αλγόριθμου εκτίμησης υδραυλικής κατάστασης. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιούσε τα δεδομένα από τους μόνιμους αισθητήρες για την εκτίμηση της υδραυλικής κατάστασης, ενώ τα δεδομένα από τους φορητούς αισθητήρες χρησιμοποιούνταν για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων.

Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

2.5.2 Μείωση Πίεσης

Με βάση τον αρχικό πλάνο, για την υλοποίηση της πιλοτικής εφαρμογής μείωσης πίεσης θα χρησιμοποιούνταν δεδομένα από το DMA136. Δυστυχώς, λόγω των καταστάσεων που είχαν δημιουργηθεί εξ αιτίας της πανδημίας, δεν κατέστη δυνατό να διεκπεραιωθεί η συγκεκριμένη πιλοτική εφαρμογή στο DMA136. Με βάση το σχεδιασμό χρειαζόταν να πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες εργασίες σε τμήμα του δικτύου, ώστε να απομονωθεί η υπό-μελέτη περιοχή. Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών δεν υλοποιήθηκε το πιλοτικό στο συγκεκριμένο DMA, για να μην υπάρξει περίπτωση επηρεασμού της παρεχόμενης ποιότητας νερού αλλά και επειδή δεν υπήρχε πολυτέλεια παραχώρησης συνεργείου από το ΣΥΛΕ για υλοποίηση των μετατροπών στο δίκτυο.

Ως εκ τούτου, αποφασίστηκε η διεκπεραίωση της πιλοτικής εφαρμογής στο DMA131. Αρχικά διενεργήθηκε η βαθμονόμηση του υδραυλικού μοντέλου για το συγκεκριμένο δίκτυο. Στη συνέχεια, για μία εβδομάδα, πραγματοποιείτο καταγραφή της κατανάλωσης (και ροής) του δικτύου με την έως τότε πίεση. Ακολούθως, εφαρμόστηκε ο πιλότος στο κεντρικό PRV, μειώθηκε η πίεση και συνεχίστηκε η καταγραφή κατανάλωσης (και ροής) του δικτύου για ακόμα μία εβδομάδα. Το επόμενο στάδιο ήταν η βαθμονόμηση του αλγόριθμου εκτίμησης μείωσης διαρροών λόγω μείωσης στην πίεση λειτουργίας του δικτύου.

Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

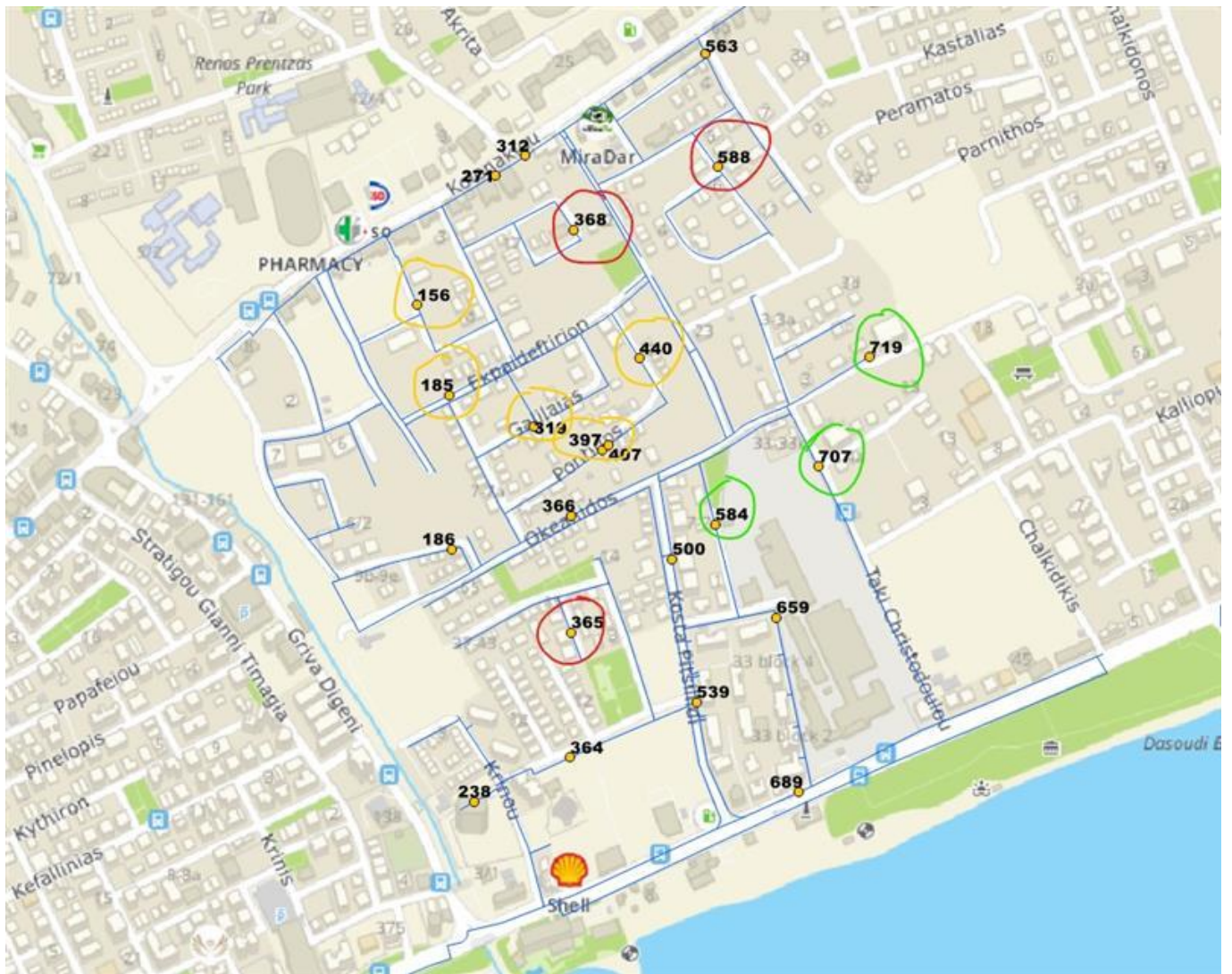
2.5.3 Ανίχνευση και Εντοπισμός Διαρροών

Στην πιλοτική εφαρμογή ανίχνευσης και εντοπισμού διαρροών χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το DMA136. Αρχικά καταρτίστηκε πρόγραμμα για την πραγματοποίηση τεχνικών διαρροών, οι οποίες θα διενεργούνταν σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, ώρα και με συγκεκριμένη ροή και ακολούθως τέθηκε σε εφαρμογή ο σχεδιασμός των τεχνικών διαρροών. Ο σχεδιασμός περιελάμβανε τη διαρροή νερού:

- Σε τρία διαφορετικά σημεία του δικτύου (1 σε κοντινή απόσταση από τους εγκατεστημένους αισθητήρες πίεσης, 1 σε μέση απόσταση και 1 σε μακρινή).
- Με δύο διαφορετικές ροές για κάθε σημείο (1 m³/h και 2 m³/h)
- Σε δύο διαφορετικές στιγμές της ημέρας (μία σε χρονική στιγμή όπου η ζήτηση βρίσκεται στη μέγιστη τιμή του 24ώρου και μία κατά τη διάρκεια χαμηλής ζήτησης).

Το επόμενο στάδιο ήταν η βαθμονόμηση του αλγόριθμου ανίχνευσης και εντοπισμού διαρροών. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιούσε τα δεδομένα από τους μόνιμους αισθητήρες πίεσης και τις πληροφορίες του σχεδιασμού των τεχνικών διαρροών.

Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.



Εικόνα 1: GIS Χάρτης του DMA136 στον οποίο υποδεικνύονται τα υποψήφια σημεία για πραγματοποίηση των τεχνικών διαρροών (κόκκινο _ κοντινή, κίτρινο _ μέση και πράσινο _ μακρινή απόσταση από τους εγκατεστημένους αισθητήρες πίεσης)

2.5.4 Εκτίμηση Ποιότητας Νερού

Στην πιλοτική εφαρμογή εκτίμησης της ποιότητας νερού χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το DMA133. Αρχικά διενεργήθηκε από το ΣΥΛΕ η βαθμονόμηση των αισθητήρων χλωρίνης που είχαν εγκατασταθεί στο DMA133. Στη συνέχεια, καταρτίστηκε πρόγραμμα για την πραγματοποίηση δειγματοληψιών μέτρησης της συγκέντρωσης ελεύθερου χλωρίου στο νερό με τη χρήση αντιδραστηρίων. Οι δειγματοληψίες θα διενεργούνταν σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, ώρα και με συγκεκριμένη συχνότητα. Ο σχεδιασμός περιελάμβανε δειγματοληψίες:

- Από 9 διαφορετικά σημεία του δικτύου.
- Με 3 - 4 επαναλήψεις για κάθε σημείο (κατά τη διάρκεια της ημέρας).
- Με σταθερό διάστημα χρόνου, ακολουθώντας την ίδια διαδρομή κάθε φορά.

Το επόμενο στάδιο ήταν η βαθμονόμηση του αλγόριθμου της ποιότητας νερού. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιούσε τα δεδομένα από τους μόνιμους αισθητήρες χλωρίνης για την εκτίμηση της ποιότητας νερού, ενώ τα δεδομένα από τις δειγματοληψίες χρησιμοποιούνταν για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων.

Το πιλοτικό ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

