



Project Title: Joint actions for the development and implementation of new technologies for the optimal management of water resources in the urban environment

Project Acronym: LYSIS

Priority Axis 2. A Sustainable and Climate adaptable Cross-Border area

Working Package 3: Development and implementation of technologies for smart urban water management

Deliverable 3.3.2: Operation of Pilot Actions in Greece

ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI
School of Chemistry

Thessaloniki, April 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ABSTRACT

1. Εισαγωγή
2. Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός συστήματος έξυπνης άρδευσης που θα περιλαμβάνει το λογισμικό, τον αλγόριθμο άρδευσης και SCADA
3. Παραμετροποίηση του συστήματος έξυπνης άρδευσης του Δήμου Παύλου Μελά για τον Δήμο Δράμας
4. Ανάπτυξη υδρολογικού μοντέλου για την πιλοτική δράση στο Δήμο Δράμας
5. Επισκέψεις πεδίου για επιτόπιες μετρήσεις παραμέτρων ποιότητας υδάτων και διενέργεια δειγματοληψιών για την πιλοτική δράση
6. Εργαστηριακές αναλύσεις της ποιότητας υδάτων άρδευσης στο Δήμο Παύλου Μελά και στο Δήμο Δράμας
7. Τοποθέτηση, επίβλεψη, έλεγχος και διατήρηση του τηλεμετρικού δικτύου για την πιλοτική δράση

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ABSTRACT

This deliverable is carried out within the framework of the implementation of the program 'Joint actions for the development and implementation of innovative technologies for optimal management of water resources in the urban fabric under the European Territorial Cooperation Programs, INTERREG V-A GREECE-BULGARIA. The development of an intelligent irrigation system, whose process includes the software, irrigation algorithm and SCADA for the Dendropotamos park in the Municipality of Pavlos Melas in Thessaloniki, is analysed. The procedures for obtaining telemetry data for the purpose of system configuration shall be explained. In addition, since the intelligent irrigation system is created in the park under consideration and after its configuration, it is pilot-implemented in another park in the Municipality of Drama. Reference is made to field visits for field water quality measurements and sampling for the pilot action as well as to the monitoring of physio-chemical parameters in the study area (in situ) and in the laboratory (in vitro). Furthermore, the results of the irrigation water analysis of both the Municipality of Pavlos Melas and the Municipality of Drama are presented. Finally, all necessary information is given on the installation, supervision, control and maintenance of the telemetric network for the pilot action.

1. Εισαγωγή

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Το παρόν παραδοτέο πραγματοποιείται στο πλαίσιο υλοποίησης του προγράμματος «Κοινές δράσεις για την εξέλιξη και εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών με σκοπό τη βέλτιστη διαχείριση υδάτινων πόρων στον αστικό ιστό» με κωδικό έργου 93212 και επιστημονικά υπεύθυνο τον κ. Ζουμπούλη Αναστάσιο, καθηγητή του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ, το οποίο υλοποιείται στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2014-2020, Προγράμματα Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας, INTERREG V-A GREECE-BULGARIA και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το πρόγραμμα «LYSIS» απευθύνεται σε μία προσαρμοσμένη προσέγγιση για τις κοινωνικό-κλιματικές αλλαγές με τη χρήση καινοτόμων τεχνικών και τεχνολογιών με στόχο τη βιώσιμη διαχείριση των αστικών υδάτων στη διασυνοριακή περιοχή Ελλάδας – Βουλγαρίας. Παρά την ύπαρξη εκτεταμένου νομοθετικού πλαισίου όπως Ευρωπαϊκές Οδηγίες και κανονισμοί, εντοπίζεται μία δυσλειτουργία στο επίπεδο των Δήμων. Για το λόγο αυτό η ανάπτυξη μεθοδολογιών αποτελεί πρόκληση για την Ελλάδα και τη Βουλγαρία σε μία προσπάθεια βιώσιμης διαχείρισης υδάτων και μείωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των αστικών χώρων πρασίνου. Για την υλοποίηση του προγράμματος «LYSIS» συνεργάστηκαν τρεις Δήμοι, ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα και ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός συνδυάζοντας ερευνητικές και λειτουργικές ικανότητες:

1. Δήμος Δράμας (Επικεφαλής Εταίρος-LB)
2. Δήμος Παύλου Μελά (Εταίρος 2-PB2)
3. ΑΠΘ – Ειδικό τμήμα Ερευνητικών Χρηματοδοτήσεων - Τμήμα Χημικού (Εταίρος 3-PB3)
4. Δήμος Blagoevgrad (Εταίρος 4-PB4) ,
5. Active Youths (Εταίρος 5-PB5)

Το παρόν παραδοτέο 3.3.2 “Operation of Pilot Actions in Greece”, Πιλοτικές Δράσεις στην Ελλάδα που έχει αναλάβει να υλοποιήσει το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης αναλύει τις παρακάτω θεματικές ενότητες και δράσεις.

Αρχικά αναφέρεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός συστήματος έξυπνης άρδευσης που θα περιλαμβάνει το λογισμικό, τον αλγόριθμο άρδευσης και SCADA. Η περιοχή μελέτης της δράσης αυτής είναι το πάρκο Δενδροποτάμου στο Δήμο Παύλου Μελά Θεσσαλονίκης απ’ όπου αντλήθηκαν τηλεμετρικά δεδομένα και με τη βοήθεια του λογισμικού SCADA που διαμορφώθηκε, ορίστηκε ο κατάλληλος αλγόριθμος άρδευσης που απαιτεί το έξυπνο σύστημα άρδευσης.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η παραμετροποίηση του προαναφερθέντος συστήματος με σκοπό την πιλοτική χρήση του και στο πάρκο της οδού Χελμού στο Δήμο Δράμας. Ορισμένες σημαντικές παράμετροι του συστήματος είναι η απορροή και διήθηση του εδάφους, οι καιρικές και κλιματικές συνθήκες, αλλά και η εξατμισοδιαπνοή. Μια άλλη δράση του ΑΠΘ αποτελεί επίσης και η ανάπτυξη του υδρολογικού μοντέλου για το πάρκο αυτό.

Έπειτα, αναλύονται τα πεπραγμένα στις επισκέψεις πεδίου για επιτόπιες μετρήσεις παραμέτρων ποιότητας υδάτων και διενέργεια δειγματοληψιών για την πιλοτική δράση, καθώς και η παρακολούθηση Φυσικοχημικών Παραμέτρων στην περιοχή μελέτης (in situ) αλλά και στο εργαστήριο (in vitro). Επακολούθως, παρατίθενται τα αποτελέσματα των Εργαστηριακών αναλύσεων της ποιότητας υδάτων άρδευσης στο Δήμο Παύλου Μελά και στο Δήμο Δράμας.

Τέλος, δίνονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την τοποθέτηση, την επίβλεψη, τον έλεγχο και τη διατήρηση του τηλεμετρικού δικτύου για την πιλοτική δράση.

2. Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός συστήματος έξυπνης άρδευσης που θα περιλαμβάνει το λογισμικό, τον αλγόριθμο άρδευσης και SCADA (Πηγή: Consortis, 2019)

2.1 Εισαγωγή

Η παρούσα προσφορά τεχνική έκθεση αφορά το έργο: «Δράση 3.2.2 – Παροχή υπηρεσιών για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός συστήματος έξυπνης άρδευσης που θα περιλαμβάνει το λογισμικό, τον αλγόριθμο άρδευσης και SCADA» στο πλαίσιο του έργου: “Joint actions for the development and implementation of new technologies for the optimal management of water resources in the urban environment” με το ακρωνύμιο “LYSIS”» του Προγράμματος Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα – Βουλγαρία 2014-2020» του Ευρωπαϊκού Προγράμματος "INTERREG"», το οποίο και έχει αναλάβει να εκτελέσει ο ανάδοχος. Το παραδοτέο αποτελείται και από επιμέρους εγχειρίδια για το υποσύστημα υπολογισμού του αλγορίθμου άρδευσης, για το λογισμικό SCADA ελέγχου άρδευσης και για το διαδικτυακό σύστημα οπτικοποίησης των τηλεμετρικών δεδομένων.

2.1.1 Περιγραφή αντικειμένου

Το νερό είναι ένας φυσικός πόρος που έχει μεγάλη σημασία γιατί είναι από τους βασικούς παράγοντες για τη ζωή και την ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια το αγαθό αυτό βρίσκεται σε ανεπάρκεια. Παρά την αφθονία του στη φύση, το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό αυτού αποτελεί το θαλασσινό νερό, ενώ αισθητή είναι η έλλειψη του γλυκού ή φρέσκου νερού το οποίο και είναι το σπουδαιότερο για τις δραστηριότητες του ανθρώπου.

Αυτό το φαινόμενο έχει επιδεινωθεί λόγω της άσκοπης χρήσης και σπατάλης του αρδευτικού νερού στον αστικό ιστό. Ως μέτρο πρόληψης, τόσο της άσκοπης χρήσης, αλλά και του αυξημένου οικολογικού αποτυπώματος της χρήσης του νερού σε αστικές περιοχές, δημιουργήθηκε η ανάγκη ανάπτυξης συστημάτων έξυπνης άρδευσης.

Ο αστικός ιστός έχει «οικολογικό αποτύπωμα» που εκτείνεται σε μια πολύ ευρύτερη περιοχή από την άμεση ζώνη επιρροής του. Αυτό επιβάλλει την ανάγκη για ολοκληρωμένη προσέγγιση στη διαχείριση του νερού στις αστικές περιοχές με πρότυπα και τεχνολογικές εφαρμογές που διασφαλίζουν την έγκυρη και έγκαιρη παρακολούθηση και εφαρμογή μέτρων που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδάτων στον αστικό ιστό.

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Έργου “LYSIS - Joint actions for the development and implementation of new technologies for the optimal management of water resources in the urban environment” του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα - Βουλγαρία 2014-2020», και συγκεκριμένα στη Δράση «Ανάπτυξη λογισμικού και υλοποίηση του εγχειριδίου χρήσης, ενός συστήματος έξυπνης άρδευσης για την άρδευση πάρκου που θα περιλαμβάνει το λογισμικό, τον αλγόριθμο άρδευσης και SCADA για την υλοποίηση της πιλοτικής δράσης στο Δήμο Παύλου Μελά» ο Ανάδοχος κλήθηκε να παρέχει υπηρεσίες για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός συστήματος έξυπνης άρδευσης στο Δήμο Παύλου Μελά.

Ο γενικός στόχος αφορούσε το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του έξυπνου συστήματος διαχείριση υδάτινων πόρων στον αστικό ιστό, ο οποίος λαμβάνει υπόψη και κοινωνικο-κλιματικά δεδομένα, προσβλέποντας στην αειφόρο διαχείριση των αστικών υδάτινων πόρων. Ο ανάδοχος αντιμετώπισε το πρόβλημα της διαχείρισης ύδατος από τη σκοπιά της μείωσης της χρήσης του

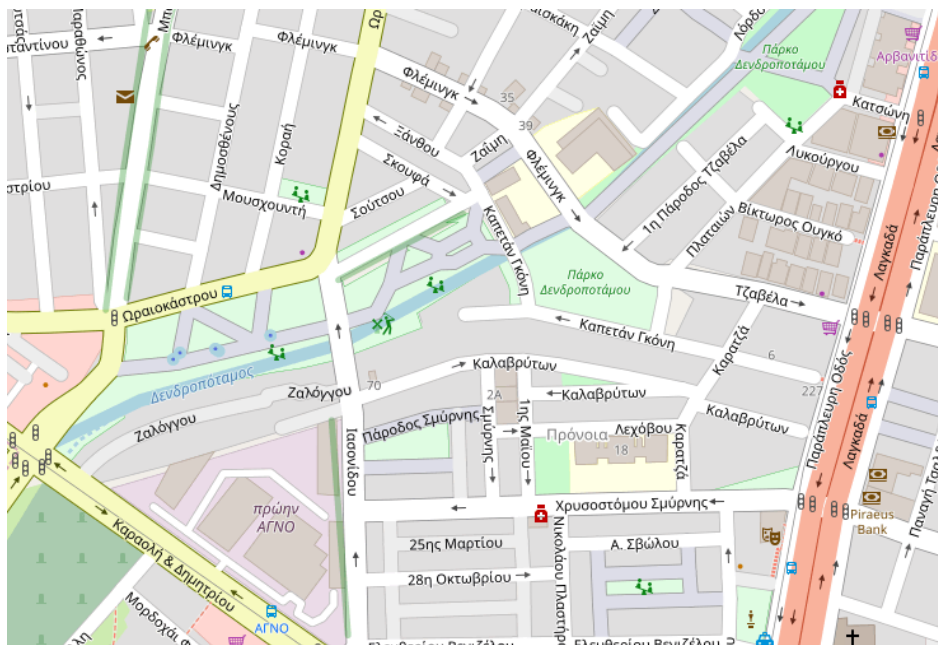
Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

και ελαχιστοποίηση των απωλειών του στην περιοχή του Δήμου Παύλου Μελά στον οποίο παρατηρείται.

Ταυτόχρονα, ο ανάδοχος προσέφερε λύση σε ζητήματα αισθητικής φύσεως του πάρκου του Δεντροποτάμου, επιτυγχάνοντας έναν από τους στόχους της δράσης που αποτελεί η βελτιστοποίηση των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της βλάστησης του πάρκου με αποτέλεσμα τη βελτίωση της αισθητικής του.

2.1.2 Περιοχή πιλοτικής εφαρμογής

Η περιοχή από την οποία θα προέρχονται τα δεδομένα για την υλοποίηση της δράσης είναι το πάρκο του Δεντροποτάμου. Το πάρκο του Δεντροποτάμου βρίσκεται κεντρικά της περιοχής της Σταυρούπολης στο δυτικό τμήμα του Δήμου Παύλου Μελά του Πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης (βλ. Εικόνα 2.1). Σε αυτό θα βρίσκονται τοποθετημένα διάφορα όργανα τηλεμετρίας του Δήμου Παύλου Μελά και του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 2.1: Το πάρκο Δενδροποτάμου

2.1.3 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία σχεδιασμού και ανάπτυξης του συστήματος έξυπνης άρδευσης βασίστηκε στον υπολογισμό και στην κατάλληλη αξιολόγηση τριών βασικών παραγόντων. Αυτές είναι οι εξής:

- ✓ Απώλεια νερού από το φυτό στην περίοδο πριν την άρδευση
- ✓ Υδατική κατάσταση του εδάφους

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

- ✓ Μετεωρολογικές συνθήκες την τρέχουσα χρονική στιγμή -κλιματικές συνθήκες

Μέσω των παρεχόμενων από τον Δήμο και το ΑΠΘ αισθητήρων εκτιμάται κάθε χρονική στιγμή τόσο η απώλεια του νερού (μέτρηση εξατμισοδιαπνοής των φυτών), όσο και η υδατική κατάσταση του εδάφους (διαθέσιμη υγρασία στο έδαφος). Οι πληροφορίες αυτές μεταφέρονται και επεξεργάζονται από το κατάλληλο λογισμικό το οποίο αποτιμά τις μετρήσεις και δίνει τις ανάλογες οδηγίες. Αυτές οι οδηγίες αφορούν στην ποσότητα νερού που θα πρέπει να διοχετευτεί και στον καθορισμό της κατάλληλης στιγμής άρδευσης ανάλογα με τις συνθήκες υγρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας.

Πιο συγκεκριμένα:

- Η βασικότερη παράμετρος για την εκτίμηση της απώλεια του νερού, η οποία είναι η εξατμισοδιαπνοή, εκτιμάται με τη χρήση των μετρήσεων του μετεωρολογικού σταθμού του πάρκου του Δεντροποτάμου.
- Η διαθέσιμη υγρασία του εδάφους εκτιμάται από αισθητήρες οι οποίοι θα παρέχουν ενδείξεις από τρία βάθη.
- Ο μετεωρολογικός σταθμός αποδίδει όλες τις αναγκαίες παραμέτρους για την περιγραφή των μετεωρολογικών συνθηκών.

Η καταγραφή του ισοζυγίου νερού πραγματοποιείται σε διαρκή βάση περιλαμβάνοντας τις εξής διαδικασίες:

- Παρακολούθηση των εισροών νερού (βροχόπτωση και άρδευση)
- Παρακολούθηση των απωλειών νερού (εξατμισοδιαπνοή)
- Καταγραφή της υγρασιακής κατάστασης του εδάφους

2.1.4 Ενότητες υλοποίησης

Το λογισμικό που παραδίδεται αποτελείται από τρεις ξεχωριστές ενότητες:

- Το υποσύστημα υπολογισμού του αλγορίθμου άρδευσης
- Το λογισμικό SCADA
- Το διαδικτυακό σύστημα οπτικοποίησης τηλεμετρικών δεδομένων

2.2 Υποσύστημα υπολογισμού του αλγορίθμου άρδευσης

Σκοπός της συγκεκριμένης δράσης είναι η ανάπτυξη ενός έμπειρου λογισμικού άρδευσης. Το λογισμικό έχει ως στόχο την πρόβλεψη της ανάγκης των φυτών σε άρδευσης και τον υπολογισμό του όγκου του νερού που είναι απαραίτητο για την σωστή άρδευση. Το λογισμικό εκτελείτε αυτόματα σε ημερήσια βάση και υπολογίζει την ακριβή ποσότητα νερού που χρειάζεται το πάρκο.

Για τον υπολογισμό της δόσης του νερού λαμβάνονται υπόψη δεδομένα από τηλεμετρικούς σταθμούς, όπως:

- Μετεωρολογικά δεδομένα
- Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς
- Θερμοκρασία εδάφους και
- Υγρασία εδάφους

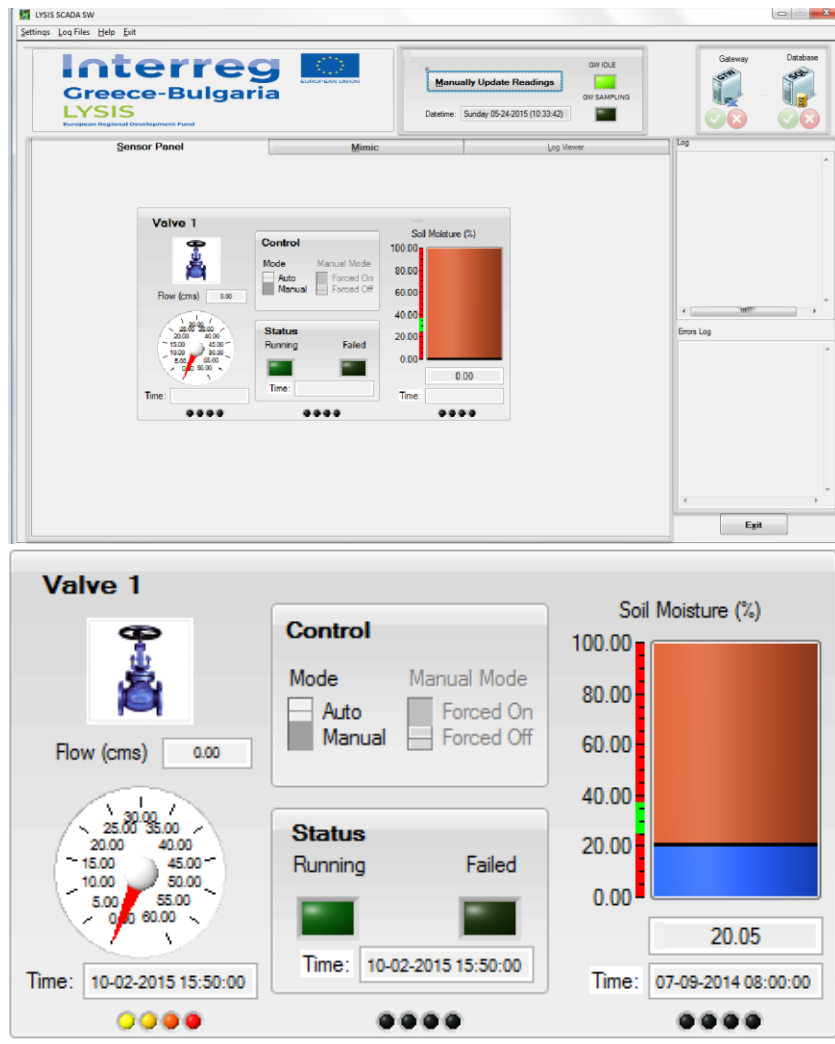
Το λογισμικό «διαβάζει» τα μετεωρολογικά δεδομένα και τα δεδομένα τηλεμετρίας από τη κεντρική βάση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και υπολογίζει την αρδευτική δόση την οποία στέλνει πίσω στην βάση δεδομένων και στα κατάλληλα λογισμικά για την άρδευση.

Το εγχειρίδιο χρήστη βρίσκεται στο αρχείο Expert System manual - EL.docx., ενώ ο πηγαίος κώδικας στο φάκελο ExpSysforIrrigation.

2.3 Λογισμικό SCADA

Αναπτύχθηκε πρότυπο λογισμικό τύπου Desktop για τον οπτικό έλεγχο του συστήματος αυτοματοποιημένης άρδευσης, διασυνδεδεμένο με το λογισμικό του έμπειρου συστήματος. Το λογισμικό διαθέτει πλήρως γραφικό περιβάλλον (Graphical User Interface - GUI) για την οπτικοποίηση όλων των λειτουργιών του έξυπνου συστήματος άρδευσης. Το περιβάλλον χρήσης είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το χρήστη και πληροί της προδιαγραφές για την εύχρηστη διεπαφή με το χρήστη (Human Machine Interface - HMI) παρέχοντας ολοκληρωμένο έλεγχο στις συσκευές ελέγχου του συστήματος αυτοματοποιημένης άρδευσης.

Το λογισμικό SCADA λαμβάνει μετρήσεις από την πύλη εισόδου (gateway) και ταυτόχρονα διαβιβάζει εντολές μέσω της πύλης. Προβάλλει την κατάσταση των ηλεκτροβανών μέσα από εικονικούς μετρητές και διαθέτει μιμικό διάγραμμα με τα δομικά στοιχεία του συστήματος άρδευσης.



Εικόνα 2.2: Ενδείξεις ηλεκτροβάνας μέσω του SCADA

2.4 Διαδικτυακό σύστημα οπτικοποίησης τηλεμετρικών δεδομένων

Στόχος του συστήματος αυτού είναι η διάχυση των τηλεμετρικών δεδομένων που αποθηκεύονται στη χωρική βάση δεδομένων προς τους χρήστες ανάλογα με τη διαβάθμιση προσβασιμότητας τους. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε ένα υποσύστημα τύπου dashboard. Για πρόσβαση στις υπηρεσίες του dashboard απαιτείται το κατάλληλο επίπεδο πρόσβασης για λόγους ασφάλειας και αξιοπιστίας του συστήματος.

Σκοπός του συστήματος είναι η παρουσίαση στο χρήστη των δεδομένων μέσω εικονικών οργάνων, γραφημάτων και πινάκων και η δυνατότητα προσβασιμότητας μέσω διαδικτύου για την άμεση ενημέρωση της κατάστασης του τηλεμετρικού δικτύου, την οπτικοποιημένη διαχείριση και οργάνωση εργασιών πεδίου και μεγιστοποίηση της ροής και διάχυσης πληροφοριών.

Το εγχειρίδιο χρήστη βρίσκεται στο αρχείο Lysis Dashboard manual - EL.docx., ενώ ο πηγαίος κώδικας στο φάκελο dashboard.

3. Παραμετροποίηση του συστήματος έξυπνης άρδευσης του Δήμου Παύλου Μελά για τον Δήμο Δράμας

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Οι κυριότεροι παράγοντες που συντελούν στην εξοικονόμηση νερού και κατ' επέκταση στη διαμόρφωση του έξυπνου συστήματος άρδευσης είναι τα κατακρημνίσματα και η εξατμισοδιαπνοή. Η εξατμισοδιαπνοή είναι στην ουσία η διαδικασία μεταφοράς νερού στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της εξάτμισης του εδαφικού και του άμεσα διαθέσιμου φυτικού νερού και ο επίσημος ορισμός της είναι η ροή της λανθάνουσας θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας (Efthimiou et al., 2013). Εξαρτάται κυρίως από την αλληλεπίδραση τεσσάρων στοιχείων: τη θερμοκρασία την ταχύτητα του ανέμου τη σχετική υγρασία και τη ροή της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο έγκυρος υπολογισμός της καθίσταται αναγκαίος διότι γνωστοποιεί στο διαχειριστή μίας αρδευόμενης έκτασης τις απώλειες νερού που έχει η μελετώμενη έκταση του, όσον αφορά το χώρο και το χρόνο και έτσι διευκολύνεται ο καθορισμός τη ποσότητας και συχνότητας της άρδευσης με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση γλυκού νερού του οποίου το απόθεμα είναι περιορισμένο συγκριτικά με το μέγεθος χρήσης του από τον ανθρώπινο παράγοντα.

Η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής επιτυγχάνεται με τη χρήση συγκεκριμένων μεθόδων – αλγορίθμων. Οι πλέον χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για τον υπολογισμό της είναι οι Penman – Monteith, Thornthwaite και Blaney-Criddle. Στην περίπτωση του πάρκου στο Δήμο Παύλου Μελά εφαρμόστηκε η μέθοδος Penman Monteith η οποία υπολογίζει την εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αναφοράς. Η μέθοδος αυτή είναι η πιο αναγνωρισμένη από το σύνολο των μεθόδων και παρουσιάζει εξαιρετική απόδοση τόσο σε ξηρό όσο και σε υγρό κλίμα με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα.

Η λειτουργία της προϋποθέτει διαθεσιμότητα συνεχούς ροής πολλαπλών μετεωρολογικών δεδομένων και συντελεστών η οποία επιτεύχθηκε με τη εγκατάσταση μετεωρολογικών οργάνων στην περιοχή μελέτης. Για την εκτίμηση της υγρασίας χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες υγρασίας και για την απασφαλμάτωση χρησιμοποιήθηκαν και τα δεδομένα τριών λυσιμέτρων. Με τις καθημερινές μετρήσεις των μετεωρολογικών δεδομένων συλλέχθηκαν τα παρακάτω μεγέθη, ενώ προέκυψαν και νέα από την επεξεργασία αυτών, με σκοπό την εφαρμογή της μεθόδου Penman Monteith και είναι τα παρακάτω:

- Καθαρή ροή ακτινοβολίας,
- Ταχύτητα ανέμου κοντά στην επιφάνεια του εδάφους,
- Ελάχιστη μέγιστη και μέση ημερήσια θερμοκρασία,
- Ροή θερμότητας εδάφους
- Κατακόρυφη ροή ενέργειας,
- Πυκνότητα αέρα,
- Καμπύλη σχέσης πίεσης κορεσμού υδρατμών και θερμοκρασίας,
- Ψυχομετρική σταθερά,
- Συντελεστής τύπου καλλιέργειας,
- Συντελεστής αεροδυναμικής επίδρασης.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Τα προαναφερθέντα μεγέθη επεξεργάζονται και εφαρμόζονται στον παρακάτω τύπο:

$$ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma(\alpha + \frac{r_s}{r_a})}$$

Όπου R_n η καθαρή ροή ακτινοβολίας, G η ροή θερμότητας του εδάφους, $e_s - e_a$ η πίεση υδρατμών του αέρα, ρ_a η πυκνότητα αέρα σε σταθερή πίεση, c_p θερμότητα αέρα, Δ η καμπύλη σχέσης πίεσης κορεσμού υδρατμών και θερμοκρασίας, γ η ψυχομετρική σταθερά και r_s , r_a οι συντελεστές τύπου καλλιέργειας και αεροδυναμικής επίδρασης.

Σε αντίθεση με το πάρκο του Δήμου Παύλου Μελά, στο υπό μελέτη πάρκο του Δήμου Δράμας χρησιμοποιήθηκε διαφορετικός εξοπλισμός συλλογής μετεωρολογικών δεδομένων και για το λόγο αυτό εφαρμόστηκε και μία διαφορετική μέθοδος εκτίμησης της εξατμισοδιαπνοής που ονομάζεται REB (Residual of the Energy Balance). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ενός soil profiler για την εδαφική υγρασία και των "Thermocouples" για τη θερμοκρασία. Το όργανο αυτό είναι στην ουσία ένας αισθητήρας που μετρά θερμοκρασία αποτελείται από ένα ζεύγος μεταλλικών συρμάτων ενωμένα στο ένα τους άκρο και συνδεδεμένα με ένα θερμόμετρο της ίδιας ή μίας άλλης εξωτερικής συσκευής.



Μέθοδος REB (Residual of the Energy Balance)

Όπως προαναφέρθηκε η μέθοδος REB Residual of the Energy Balance είναι μία εναλλακτική μέθοδος εκτίμησης της εξατμισοδιαπνοής. Με αυτήν, η εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται ως το υπόλοιπο της εξίσωσης του ισοζυγίου επιφανειακής ενέργειας. Γενικότερα, για να λειτουργήσει απαιτεί φασματικά ή/και μετεωρολογικά δεδομένα και χρησιμοποιείται κυρίως με σκοπό την απεικόνιση συνήθως σε χάρτη της κατανομής της εξατμισοδιαπνοής σε

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

καλλιεργούμενα εδάφη. Πιο συγκεκριμένα, οι μεταβλητές που απαιτούνται είναι η καθαρή ροή της ακτινοβολίας, η ροή θερμότητας του εδάφους και η λογική ροή θερμότητας, ενώ δεν απαιτούνται πληροφορίες σχετικά με το έδαφος τις καλλιέργειες και τις πρακτικές διαχείρισης. Στην περιοχή μελέτης όλες οι απαραίτητες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μέσω thermocouples με καθημερινή ροή δεδομένων, όπως και απαιτεί η μέθοδος REB.

Η μαθηματική έκφραση της μεθόδου είναι η παρακάτω:

$$LE = Rn - G - H$$

Όπου, LE η λανθάνουσα ροή ενέργειας, Rn η καθαρή ροή θερμότητας, G η ροή θερμότητας του εδάφους και η λογική ροή θερμότητας. Είναι αναγκαίο να επισημανθεί πως ο τύπος αυτός δεν υπολογίζει την εξατμισοδιαπνοή και για το λόγο αυτό με βάση το αποτέλεσμα της παραπάνω εξίσωσης την υπολογίζουμε με τους παρακάτω τύπους:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

$$ET_a = \frac{LE}{2,45MJ\ kg^{-1}}$$

$$K_a = K_c - K_s = \frac{ET_a}{ET_0}$$

4. Ανάπτυξη υδρολογικού μοντέλου για την πιλοτική δράση στο Δήμο Δράμας

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Για την ανάπτυξη ενός σωστού υδρολογικού μοντέλου άρδευσης για την περιοχή μελέτης, κατέστη απαραίτητη η διερεύνηση ορισμένων παραμέτρων που πρέπει να λαμβάνει υπόψιν το μοντέλο έτσι ώστε να αποδίδει χρήσιμα και ορθά αποτελέσματα.

Αρχικά μία βασική παράμετρος που πρέπει να διερευνηθεί είναι η διήθηση του νερού του εδάφους διότι επηρεάζει άμεσα την υφή, τη δομή και την αγωγιμότητα αυτού, συνεπώς και τις αρδευτικές του ανάγκες (Williams et al. 1998). Η διήθηση ορίζεται ως η ροή νερού από την επιφάνεια του εδάφους στο υπέδαφος και την υποεπιφάνεια (Ferré and Warrick, 2005). Αποτέλεσμα της είναι είτε η ενίσχυση των υπογείων ρεμάτων με το νερό που διηθείται είτε εξαπλώνεται στο υπέδαφος και παραμένει σ αυτό ως υγρασία μέχρι που καταναλώνεται από τα παρόντα ριζικά συστήματα φυτών ή τους διάφορους μικροοργανισμούς. Συνεπώς γίνεται αντιληπτό πως η διήθηση είναι μία φυσική διαδικασία άρδευσης και πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη για τον καθορισμό του μοντέλου άρδευσης μίας περιοχής.

Εξίσου σημαντική πληροφορία είναι οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, δηλαδή η θερμοκρασία ανά μήνα, η υγρασία και το ύψος βροχής τα οποία με τη σειρά τους καθορίζουν τη συχνότητα της άρδευσης που απαιτείται. Σαφώς τις εποχές με μεγάλη ξηρασία είναι αναγκαίες πολύ μεγαλύτερες ποσότητες νερού από τους φθινοπωρινούς ή χειμερινούς μήνες που παρατηρούνται συχνά βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις και άλλες ενδιάμεσες μορφές κατακρημνισμάτων. Όταν ο άνεμος είναι πολύ δυνατός επηρεάζεται η διαπνοή των φυτών της οποίας ο ρυθμός αυξάνεται και επίσης εκτός από φυσικές λειτουργίες επηρεάζονται και τεχνητές όπως η κατεύθυνση εκτόξευσης νερού από τα συστήματα άρδευσης. Παράλληλα με τις μετεωρολογικές συνθήκες πρέπει να συγκαταλέγονται και κάποια άλλα στοιχεία της αρδευόμενης περιοχής όπως είναι η έκθεση και τα φυσικά εμπόδια. Για παράδειγμα αν ένα αστικό πάρκο είναι περικυκλωμένο από ψηλά κτίρια και ένα άλλο δεν έχει κάποιο άλλο εμπόδιο κοντά του, το δεύτερο θα χρειαστεί περισσότερη άρδευση τους μήνες που έχει έντονη ηλιοφάνεια διότι δεν είναι ποτέ σκιερό και έτσι η εξάτμιση του νερού βρίσκεται στο μέγιστο. Δηλαδή δεν παίζει ρόλο μόνο το κλίμα αλλά και το μικροκλίμα μιας περιοχής.

Η εξατμισοδιαπνοή είναι άλλη μία έννοια που είναι αλληλένδετη με τις κλιματικές και ατμοσφαιρικές συνθήκες μιας περιοχής και έχει σημαντική βαρύτητα στον καθορισμό ενός αρδευτικού μοντέλου διότι δείχνει με τι ρυθμό το νερό των φυτών «εκπνέεται» από την επιφάνεια τους ή εξατμίζεται από το έδαφος, στην ατμόσφαιρα επομένως δείχνει πόσο γρήγορα θα παρουσιαστεί ανάγκη για νερό (Jensen et al. 1990). Εξαρτάται κυρίως από δύο παράγοντες την ηλιακή ακτινοβολία και κατά συνέπεια τη θερμοκρασία. Επίσης επηρεάζεται από την διαθέσιμη επιφάνεια των φυτών και ειδικότερα των φύλλων. Η έκταση του φύλλου είναι ανάλογη με το ρυθμό της εξατμισοδιαπνοής. Συγχρόνως στη διαμόρφωση αυτού του ρυθμού συμβάλλουν και η πίεση των υδρατμών, η ταχύτητα του ανέμου και οι ανακλαστικές ιδιότητες των φύλλων που ποικίλουν από είδος σε είδος.

Επιπρόσθετα κάθε είδος βλάστησης έχει διαφορετικές ανάγκες σε νερό. Δεδομένου όμως ότι στα αστικά πάρκα και γενικότερα στη φύση σπάνια συναντάται σε ένα μέρος να φύεται μονάχα ένα φυτικό είδος, προκύπτει η ανάγκη να εκτιμηθούν όσο το δυνατόν καλύτερα οι συνολικές απαιτήσεις των ειδών υπολογίζοντας παράλληλα και τις τάσεις ανταγωνισμού μεταξύ των φυτών έτσι ώστε να γίνεται ο σωστός διαμερισμός της άρδευσης. Ένα επιπλέον γνώρισμα των φυτών που φαίνεται να επηρεάζει την άρδευση είναι και η επιφάνεια των φύλλων διότι κάθε

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

είδος έχει διαφορετική ανακλαστική ικανότητα και χάνει με διαφορετικούς ρυθμούς το νερό του μέσω της εξατμισοδιαπνοής.

Πολύ σημαντικό ρόλο στις παραμέτρους του αρδευτικού μοντέλου παίζει και η επίγεια και υπόγεια απορροή της περιοχής. Γενικότερα η πόλη της Δράμας χαρακτηρίζεται από το υγρό στοιχείο διότι μεγάλο μέρος της διαρρέεται από το χείμαρρο Καλλιφύτου ο οποίος συναντάται σε απόσταση ολίγων μέτρων από την περιοχή μελέτης του προγράμματος. Αξίζει να αναφερθεί επίσης πως στην πόλη της Δράμας συναντώνται φυσικές πηγές αλλά και γενικότερα στο νομό της υπάρχουν πολλοί υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες. Εντούτοις, το υδροφόρο σώμα που επηρεάζει επί τον πλείστο το μοντέλο που θα δημιουργηθεί είναι ο χείμαρρος πλησίον στο υπό μελέτη πάρκο διότι αποτελεί παράγοντα υπέργειας αλλά και εδαφικής υγρασίας της γύρω περιοχής.

Εν συνεχεία της επιφανειακής απορροής, μία άλλη παράμετρος που συνδέεται άμεσα με αυτή, είναι η κλίση του εδάφους της περιοχής και κατά πόσο το νερό διαβροχής συσσωρεύεται ή απομακρύνεται από αυτή. Στην περίπτωση μεγάλων κλίσεων και μεγάλης απορροής υπάρχει σημαντική πιθανότητα διάβρωσης του εδάφους.

Μετά τη γνωστοποίηση των απαραίτητων παραμέτρων και σε συνδυασμό με τις επακόλουθες παρατηρήσεις που ελήφθησαν από τη μετεωρολογική εγκατάσταση του πάρκου στο Δήμο Δράμας, έγιναν ορισμένες παρατηρήσεις για τις συνθήκες υγρασίας και εξατμισοδιαπνοής και σε συνδυασμό με τους στόχους που ορίστηκαν πως πρέπει να εξυπηρετεί το έργο αυτό, έγινε η τελική διαμόρφωση του υδρολογικού μοντέλου. Οι μετεωρολογικές μετρήσεις που διενεργήθηκαν αφορούν την αρδευτική περίοδο.

Με την ημερήσια αυτοματοποιημένη παρακολούθηση και καταγραφή των αγρομετεωρολογικών συνθηκών του πάρκου επετεύχθη η κάλυψη των αρδευτικών αναγκών με γνώμονα:

- Την ορθή διαχείριση του διαθέσιμου αρδευτικού ύδατος
- Την ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης διάδρασης μέσω του έξυπνου αυτοματοποιημένου συστήματος άρδευσης
- Την ελαχιστοποίηση των εισροών με στόχο τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Βάσει των καταγραφών αυτών αναπτύχθηκε το υδρολογικό μοντέλο της πιλοτικής περιοχής, συνυπολογίζοντας τις συνολικές εισροές-εκροές ύδατος για το Πάρκο.

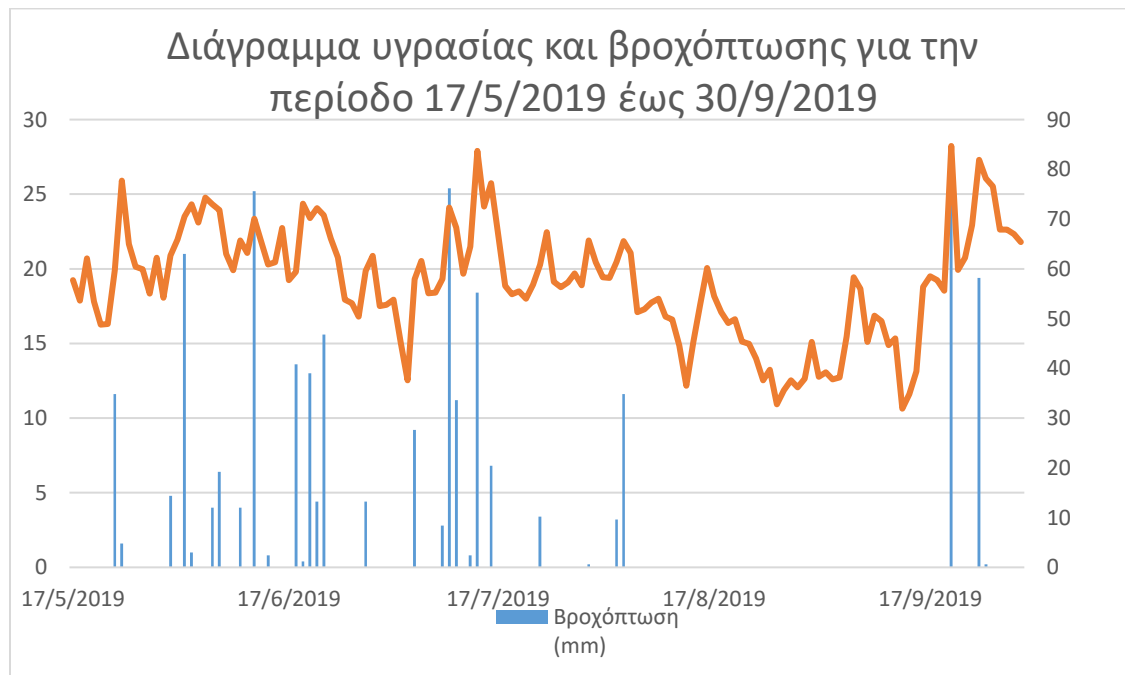
Κατά την αρδευτική περίοδο του 2019, η οποία καλύπτει το χρονικό διάστημα από το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαΐου έως το τέλος Σεπτεμβρίου, η θερμοκρασία στην περιοχή εφαρμογής δεν εμφάνισε ακραίες τιμές. Η βροχόπτωση όπως μετρήθηκε από τον εγκατεστημένο μετεωρολογικό σταθμό, προσδίδει σημαντικές εισροές κατά το πρώτο μισό της περιόδου (Μάιος 2020 έως το δεύτερο δεκάημερο του Ιουλίου) καθώς καταγράφηκαν συχνές βροχοπτώσεις ενώ ο Αύγουστος και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Σεπτεμβρίου ήταν ιδιαίτερα ξηρή περίοδος. Η χαμηλή βροχόπτωση στην περίοδο αυτή σε συνδυασμό με τα χαμηλά επίπεδα υγρασίας που παρουσιάστηκαν, αύξησαν τις ανάγκες αρδευτικού ύδατος, σε αντίθεση με το πρώτο μισό. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού για τη βροχόπτωση είναι:

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 4.1: Μέσες τιμές βροχόπτωσης και υγρασίας

| Μήνας | Μέση ημερήσια βροχόπτωση (mm) | Ημέρες βροχόπτωσης | Μηνιαία βροχόπτωση (mm) | Μέση ημερήσια υγρασία (%) |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| Μάιος ¹ | 1,2 | 3 | 18 | 58,75 |
| Ιούνιος | 3,79 | 13 | 113,8 | 64,64 |
| Ιούλιος | 2,52 | 9 | 78,2 | 60,05 |
| Αύγουστος | 0,47 | 2 | 14,8 | 48,27 |
| Σεπτέμβριος | 1,56 | 3 | 47 | 55,5 |
| Σύνολο | 1,98 | 30 | 271,8 | 57,25 |

Στο **Error! Reference source not found.** παρουσιάζεται το διάγραμμα υγρασίας και βροχόπτωσης για την αρδευτική περίοδο από 17/5/2019 έως 30/9/2019.



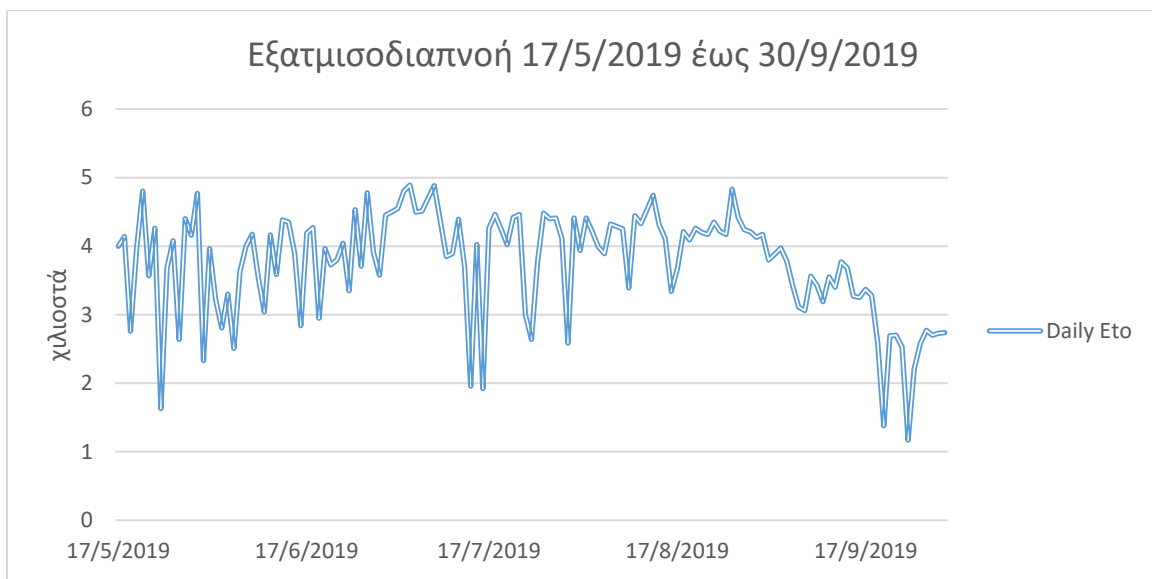
Διάγραμμα 4.1: Διάγραμμα υγρασίας και βροχόπτωσης

¹ Αφορά στο διάστημα 17 Μαΐου-31 Μαΐου, ενώ οι υπόλοιποι μήνες μελετώνται ολόκληροι

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Το έξυπνο σύστημα άρδευσης εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο άρδευσης λειτούργησε αδιάλειπτα από την ημερομηνία ενεργοποίησής του έως και σήμερα. Συγκεκριμένα, εμφάνισε μειωμένη χρήση νερού στο πρώτο μισό της αρδευτικής περιόδου λόγω συχνής βροχόπτωσης και αυξημένης υγρασίας, ενώ κατά την ξηρή περίοδο, οι εισροές αυξήθηκαν προκειμένου να διατηρηθεί η υγρασία εδάφους πάνω από το κατώτατο επιτρεπτό όριο.

Το έξυπνο σύστημα άρδευσης λόγω της ανάγκης χρήσης του πάρκου τις πρωινές ώρες από το κοινό, λειτουργεί μόνο τις βραδινές ώρες. Επομένως, στο χρονικό διάστημα από τις 00:00 το βράδυ έως και τις 7 το πρωί δίνεται η δυνατότητα άρδευσης του πάρκου. Για τον υπολογισμό των υδατικών αναγκών υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή με τη χρήση των thermocouples. Οι μέσες ημερήσιες τιμές παρουσιάζονται στο **Error! Reference source not found.**



Διάγραμμα 4.2: Διάγραμμα εξατμισοδιαπνοής

Οι ανάγκες ύδατος όπως υπολογίστηκαν από τον αλγόριθμο συνοψίζονται στους πίνακες 4.2 και 4.3:

Πίνακας 4.2: Μέσοι όγκοι αρδευτικού ύδατος

| Μέσος όγκος ύδατος | άρδευτικού | Κυβικά μέτρα | Κυβικά μέτρα/στρέμμα |
|--------------------|------------|--------------|----------------------|
| Ημερήσιος | | 62.8 | 5.370275 |
| Εβδομαδιαίος | | 438.781 | 37.52189 |
| Μηνιαίος | | 2417.05 | 206.6915 |
| Συνολικός | | 8614.6 | 736.6684 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 4.3: Στατιστικά άρδευσης

| Μήνας | Μέση τιμή | Τυπική απόκλιση | 1 ^ο τεταρτημόριο | Διάμεσος | 3 ^ο τεταρτημόριο | range | max |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------------------|----------|-----------------------------|-------|-------|
| Μάιος | 57,16 | 25.51 | 30.9 | 62.3 | 76.6 | 87.3 | 87.7 |
| Ιούνιος | 37,44 | 35.20 | 0 | 41.7 | 72.8 | 105.8 | 105.8 |
| Ιούλιος | 60,79 | 45.82 | 5.7 | 71.1 | 75.9 | 158.9 | 158.9 |
| Αύγουστος | 67,75 | 20.60 | 65.1 | 65.1 | 86.8 | 82.8 | 111.6 |
| Σεπτέμβριος | 87,97 | 22.38 | 73.25 | 81.9 | 95.575 | 85.4 | 139.3 |

Η υψηλή θερμοκρασία στα τέλη Αυγούστου, είχε ως αποτέλεσμα το πρώτο πενθήμερο του Σεπτεμβρίου να είναι ιδιαίτερα ξηρό με αποτέλεσμα να υπάρχουν αυξημένες ανάγκες ύδατος. Η ύπαρξη των ακραίων τιμών αυτών εξηγούν την παρατηρούμενη υψηλή μέση τιμή.

Ο θερινός μήνας με τις υψηλότερες αρδευτικές ανάγκες είναι ο Αύγουστος καθώς χαρακτηρίζεται από υψηλή μέση τιμή και χαμηλή τυπική απόκλιση. Η παρατήρηση αυτή υποδηλώνει την μη ύπαρξη εξωκείμενων τιμών, καθώς ο αλγόριθμος επέλεξε να αρδεύσει το πάρκο όλες τις μέρες χωρίς πολύ μεγάλες διακυμάνσεις. Το αποτέλεσμα της αρδευτικής πολιτικής που ακολουθήθηκε είναι να διατηρηθεί η εδαφική υγρασία σε σταθερά επίπεδα, μη επιτρέποντας να βρεθεί κάτω από το 20%, όπως φαίνεται και στο **Error! Reference source not found.** Στρατηγική αυτή προστάτευσε το φυτό από το υπερβολικό στρεσάρισμα, ενώ εξυπηρέτησε τον αντικειμενικό της στόχο της μείωσης των εισροών. Στο παρακάτω ραβδόγραμμα παρουσιάζεται ο ημερήσιος όγκος νερού.



Διάγραμμα 4.2: Νερό άρδευσης

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Από τις παραπάνω καταγραφές, προκύπτουν οι συνολικές εισροές και εκροές για την κάλυψη των αναγκών του Πάρκου, όπως αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4.4: Καταγραφές εισροών-εκροών πάρκου για την αρδευτική περίοδο 2019

| Εισροή/Εκροή | Κυβικά μέτρα | Κυβικά μέτρα/στρέμμα |
|-----------------|--------------|----------------------|
| Βροχόπτωση | 1161,81 | 99,3 |
| Εξατμισοδιαπνοή | -6017,78 | -514,34 |
| Άρδευση | 8611,55 | 736,03 |
| Συνολικός | 3755,58 | 320,99 |

Σύμφωνα με τις καταγραφές εισροών εκροών, παρατηρείται περίσσια 3755,58 m³ ύδατος το οποίο αντιστοιχεί στο 38% των συνολικών εισροών. Από την ποσότητα αυτή το 25% αντιστοιχεί σε απώλειες του συστήματος άρδευσης οι οποίες οφείλονται σε διαρροές του δικτύου αλλά και σε λιμνάζον ύδωρ το οποίο δεν απορροφάται στο ακέραιο. Για τη διασφάλιση της κάλυψης των αναγκών του φυτού, επιλέγεται η εφαρμογή ενισχυμένης αρδευτικής δόσης κατά 13%, έτσι ώστε να υπερκαλυφθεί η ποσότητα η οποία θα εκρεύσει προς την ατμόσφαιρα λόγω της εξάτμισης που οφείλεται στη λίμναση του ύδατος. Η περίσσια αυτή αντιστοιχεί σε εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου.

5. Επισκέψεις πεδίου για επιτόπιες μετρήσεις παραμέτρων ποιότητας υδάτων και διενέργεια δειγματοληψιών για την πιλοτική δράση

5.1 Δειγματοληψία

5.1.1 Εισαγωγή - Μεθοδολογία δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία είναι η αρχική ενέργεια για την παρακολούθηση των φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων και είναι ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία, όσον αφορά την εξασφάλιση αντιπροσωπευτικού δείγματος, απαλλαγμένου από πιθανές επιμολύνσεις. Η μεθοδολογία δειγματοληψίας στηρίχτηκε στις «αξιόπιστες πρακτικές» λειτουργίας ενός Χημικού Εργαστηρίου και είναι σύμφωνη με τα **ISO 5667** περί δειγματοληψίας, ανά περίπτωση δειγματοληψίας υδατινού σώματος (υπόγεια, επιφανειακά ύδατα, ύδατα μετά από επεξεργασία προς πόση, κτλ). Ο τρόπος συλλογής των δειγμάτων, ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός καθώς και το είδος των χρησιμοποιούμενων δοχείων δειγματοληψίας και ο όγκος αυτών είναι σύμφωνα με τα οριζόμενα διεθνή πρότυπα «**Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**» (APHA- AWWA-WEF, 2012).

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε από εκπαιδευμένο προσωπικό στα πάρκα των Δήμων Παύλου Μελά και Δράμας σύμφωνα με το προαναφερόμενο ISO 5667 και σύμφωνα με συγκεκριμένη «Οδηγία Διενέργειας Δειγματοληψίας». Στην Οδηγία αυτή, λαμβάνονται υπόψη όλες οι ιδιαίτερες συνθήκες διεξαγωγής των δειγματοληψιών, όπως οι κανόνες ασφαλείας αποθήκευσης του εξοπλισμού σε προκαθορισμένους χώρους, κανόνες ασφαλείας κατά την προετοιμασία και μεταφορά του εξοπλισμού, καθώς και κανόνες ασφαλείας στο πεδίο δειγματοληψίας.

Ως μέθοδος δειγματοληψίας χρησιμοποιήθηκε η άμεση δειγματοληψία, σύμφωνα με την οποία τα δείγματα συλλέχθηκαν άμεσα στα δοχεία συλλογής δειγμάτων (δοχεία από πολυαιθυλένιο των 0,5 L και 1,0 L, τα οποία φέρουν κωδικό δοχείου, για να εξασφαλιστεί η ταύτιση του σημείου δειγματοληψίας με το δείγμα), καθώς η μέθοδος αυτή ενέχει τις λιγότερες πιθανότητες μόλυνσης του δείγματος. Στην περίπτωση της λήψης δείγματος για ανάλυση ζωοπλαγκτού χρησιμοποιήθηκε ειδικός δειγματολήπτης απόχης.

Επιπλέον κατά τη δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκαν:

- Φορητός υπολογιστής παλάμης με GPS, με δυνατότητα εισαγωγής ψηφιακών σχηματικών χαρτών και δορυφορικών εικόνων για την ακριβή καταγραφή των σημείων δειγματοληψίας
- Ψυγείο για τη συντήρηση των δειγμάτων.

Ιδιαίτερη μέριμνα δόθηκε στο πλύσιμο του εξοπλισμού τουλάχιστον 2 φορές, με νερό από το σημείο όπου λήφθηκε το κάθε δείγμα.

Μετά το πέρας των ενεργειών της δειγματοληψίας, το κάθε δείγμα ονοματίστηκε/ταυτοποιήθηκε και εν συνεχεία αποθηκεύτηκε για τη μεταφορά του στο εργαστήριο.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Για την ονομασία του δείγματος τοποθετήθηκε στο δοχείο συλλογής του δείγματος άσπρη αυτοκόλλητη ετικέτα στην οποία αναγράφηκαν τα εξής στοιχεία:

- Κωδικός δείγματος. Ο κωδικός δείγματος αποτελείται από τους τρεις πρώτους χαρακτήρες της ονομασίας της περιοχής δειγματοληψίας, αναγραφόμενος με λατινικούς χαρακτήρες συνοδευόμενος από τον αύξον αριθμό του δείγματος.
- Ημερομηνία συλλογής του δείγματος.

Παράλληλα με την ονομασία του δείγματος συμπληρώθηκε και το Έντυπο Καταγραφής Στοιχείων Δειγμάτων στο οποίο καταγράφηκαν:

- ✓ Ο αύξων αριθμός του δείγματος
- ✓ Η ημερομηνία λήψης του δείγματος
- ✓ Η ώρα λήψης του δείγματος
- ✓ Τα ονόματα των μελών της ομάδας δειγματοληψίας
- ✓ Η περιοχή δειγματοληψίας
- ✓ Οι συντεταγμένες του ακριβούς σημείου δειγματοληψίας
- ✓ Ο κωδικός δείγματος
- ✓ Ο κωδικός του δοχείου δειγματοληψίας

Με το πέρας της δειγματοληψίας, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ψυγείο συντήρησης και μεταφοράς των δειγμάτων, υπό κατάλληλες συνθήκες (4 °C) για τη μεταφορά τους στο Εργαστήριο.

Τέλος τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο του Διαβαλκανικού Κέντρου Περιβάλλοντος και παραδόθηκαν μαζί με το Έντυπο Καταγραφής Στοιχείων Δειγμάτων.

5.2 Παρακολούθηση Φυσικοχημικών Παραμέτρων

5.2.1 Φυσικοχημικές Αναλύσεις Πεδίου (In situ)

Ο προσδιορισμός των παραμέτρων pH, Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, Διαλυμένου Οξυγόνου, Θερμοκρασίας και Θολερότητας διεξήχθη στο πεδίο με τη χρήση πολύ-παραμετρικού οργάνου προσδιορισμού ποιότητας υδάτων in situ (Aquaread AP 2000).

Στο συγκεκριμένο όργανο προσαρμόστηκε αισθητήρας για προσδιορισμό pH που αποτελείται από ηλεκτρόδιο pH, ηλεκτρόδιο αναφοράς και θερμομόμετρο. Μέσω της εμβάπτισης του συγκεκριμένου αισθητήρα στο υδατικό δείγμα, διαβάζεται το σήμα στο ηλεκτρόδιο του pH, το οποίο σε συνδυασμό με το ηλεκτρόδιο αναφοράς και τη θερμοκρασία του υδατικού διαλύματος, μετατρέπεται σε τιμή pH για θερμοκρασία αναφοράς 25 °C, σύμφωνα με την εξίσωση του Nernst (EPA, 1983, ΑΡΗΑ- AWWA-WEF, 2012).

Η βαθμονόμηση του αισθητήρα έγινε μία ημέρα πριν τις μετρήσεις πεδίου με τα ακόλουθα ρυθμιστικά διαλύματα pH:

pH buffer solution της Εταιρείας Panreac : 4,00 ($\pm 0,02$) στους 20°C

pH buffer solution της Εταιρείας Panreac: 7,00 ($\pm 0,02$) στους 20°C

pH buffer solution της Εταιρείας Panreac: 10,00 ($\pm 0,05$) στους 20°C

Για τον προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιείται αντίστοιχος αισθητήρας ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Η βαθμονόμηση του αισθητήρα έγινε μία ημέρα πριν τις μετρήσεις πεδίου με χρήση των παρακάτω πρότυπων διαλυμάτων ηλεκτρικής αγωγιμότητας:

0,005 M KCl: 718 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25 °C)

0,01 M KCl: 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25 °C)

Η θολερότητα προσδιορίστηκε με τον αντίστοιχο αισθητήρα, με τη νεφελομετρική μέθοδο η οποία στηρίζεται στη σύγκριση της έντασης του σκεδασμένου φωτός σε σχέση με την αντίστοιχη ένταση σε πρότυπο διάλυμα φορμαζίνης.

Η βαθμονόμηση του αισθητήρα θολερότητας έγινε μία ημέρα πριν τις μετρήσεις πεδίου, με βαθμονόμηση ενός σημείου (1 point calibration), χρησιμοποιώντας standard πολυμερούς βάσης (100 μονάδες NTU). Το συγκεκριμένο πρότυπο διάλυμα αναφοράς παρασκευάζεται από την ανάμιξη σε συγκεκριμένη αναλογία πρότυπων διαλυμάτων Turbidity Standard Solution A RS

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

και Turbidity Standard Solution B RS της εταιρείας Panreac (2130, APHA AWWA WEF, 2012) και εν συνεχεία αραίωση.

Η μέτρηση του Διαλυμένου Οξυγόνου (DO₂) έγινε με τη χρήση αισθητήρα, ο οποίος έχει εξοπλισθεί με ηλεκτρόδιο επιλεκτικών μεμβρανών. Το ηλεκτρόδιο επιλεκτικών μεμβρανών αποτελείται από δύο στερεά μεταλλικά ηλεκτρόδια σε επαφή με τον ηλεκτρολύτη, διαχωριζόμενα από το προς μέτρηση δείγμα από μία εκλεκτική μεμβράνη.

Η βαθμονόμηση του αισθητήρα διαλυμένου οξυγόνου έγινε μία ημέρα πριν τις μετρήσεις πεδίου και χρησιμοποιήθηκε υπέρκορο διάλυμα θειώδες νατρίου (Na₂SO₃) για τιμή DO 0% και έκθεση στον αέρα για τιμή DO 100% (APHA AWWA WEF, 2012).

5.2.2 Παρακολούθηση Χημικών Παραμέτρων (in vitro)

Στο εργαστήριο μετρήθηκαν οι παρακάτω παράμετροι:

1. Ολικός Οργανικός Άνθρακας (T.O.C.)

Υλικά

Χρησιμοποιήθηκε όργανο TOC Analyzer 5000A της εταιρείας Shimadzu, εξοπλισμένο με αυτόματο δειγματολήπτη.

Μεθοδολογία

Το κάθε δείγμα, μετά από διήθηση, οξινίστηκε με αραιό υδροχλωρικό οξύ και διαβιβάστηκε σε αυτό ρεύμα αέρος, από το όργανο, με σκοπό την απαγωγή όλων των ανόργανων μορφών άνθρακα. Στη συνέχεια, συγκεκριμένη ποσότητα δείγματος, διαβιβάστηκε σε καταλύτη λευκόχρυσου στους 680 °C, όπου ο οργανικός άνθρακας καίγεται προς παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, και ο οποίος ανιχνεύεται σε ανιχνευτή υπερύθρου. Με τη χρήση προτύπων καμπύλων αναφοράς, υπολογίστηκε η συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα στο κάθε δείγμα. (5310B, APHA AWWA WEF, 2012).

2. Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS)

Υλικά

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από συσκευή διήθησης, φίλτρα glass fiber, αναλυτικό ζυγό και κλίβανο.

Μεθοδολογία

Δείγματα όγκου 500ml διηθήθηκαν με τη χρήση προζυγισμένων glass fiber φίλτρων και το κατακρατημένο υπόλειμμα ξηράνθηκε σε κλίβανο στους 103-105 °C, μέχρι ξηρού βάρους. Η αύξηση του βάρους του φίλτρου αντιστοιχεί τη συγκέντρωση των Ολικών Αιωρούμενων Στερεών (TSS) (2540D, APHA AWWA WEF, 2012).

3. Θρεπτικές ουσίες

Υλικά

Χρησιμοποιήθηκε όργανο Ιοντικής Χρωματογραφίας LC 20 AD της εταιρείας Shimadzu το οποίο αποτελείται από αναλυτική στήλη, αντλία, φούρνο ρύθμισης θερμοκρασίας και ανιχνευτή αγωγιμότητας.

Μεθοδολογία

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης διαλυτών θρεπτικών ιόντων στα υδάτινα δείγματα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ιοντικής Χρωματογραφίας (APHA- AWWA-WEF, 2012. 4110-4-5). Συγκεκριμένα, υδατικό δείγμα εγχέεται στο όργανο ιοντικής χρωματογραφίας, αφού έχει διηθηθεί από φίλτρο πορώδους 0,45 μm, για την απομάκρυνση αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών. Το δείγμα εγχέεται στην κατάλληλη κινητή φάση ανιόντων ή κατιόντων, και μέσω αντλίας οδηγείται στην κατάλληλη αναλυτική στήλη, ανιόντων ή κατιόντων, αντίστοιχα. Σε αυτή τα προς ανάλυση ιόντα διαχωρίζονται μέσω της προσρόφησης σε κατάλληλο υλικό της στήλης, και εκροφούνται σταδιακά μέσω της κινητής φάσης. Χρησιμοποιείται ανιχνευτής αγωγιμότητας για το ποσοτικό προσδιορισμό των ιόντων, ενώ ο ποιοτικός προσδιορισμός τους επιτυγχάνεται μέσω του χρόνου έκλυσης, ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα με το ιόν. Οι συνθήκες λειτουργίας και οι χρησιμοποιούμενες στήλες και αντιδραστήρια φαίνονται στον **Πίνακα 2.1**.

Πίνακας 1.1: Συνθήκες προσδιορισμού των ιόντων με τη μέθοδο της ιοντικής χρωματογραφίας.

| Είδος Ανάλυσης | Στήλη | Κινητή Φάση | Παροχή Κινητής Φάσης | Θερμοκρασία Στήλης | Πίεση Στήλης |
|----------------|-------------|--|----------------------|--------------------|--------------|
| Κατιόντα | IC YK-421 | 5mM Tartaric Acid + 1mM dipicolinic acid + 24 mM Boric Acid | 1 ml/min | 25 °C | 4.8 MPa |
| Ανιόντα | IC SI-90 4E | 1.8 mM Na ₂ CO ₃ + 1.7 mM NaHCO ₃ | 1 ml/min | 40 °C | 5.3 MPa |

4. Βαρέα Μέταλλα

Ο προσδιορισμός των μετάλλων σε υδατικά δείγματα γίνεται με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης (Atomic Absorption Spectroscopy). Η τεχνική μέτρησης συνίσταται στην αναρρόφηση του υγρού δείγματος, το οποίο εξατμίζεται ο διαλύτης και τα ιόντα του μετάλλου ατομοποιούνται. Όταν η χαρακτηριστική για κάθε μέταλλο ακτινοβολία σταθερής έντασης, που εκπέμπεται από καθοδική λυχνία, διέρχεται από την φλόγα στην οποία βρίσκονται τα άτομα του μετάλλου, απορροφάται από αυτά και μετράται η μείωσή της, η οποία είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση των ατόμων.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Για τον προσδιορισμό των βαρέων μετάλλων στα θαλάσσια δείγματα χρησιμοποιείται όργανο Φασματοφωτομετρίας Ατομικής Απορρόφησης Perkin Elmer A Analyst 800, ικανό να προσδιορίσει τις συγκεντρώσεις όλων των βαρέων μετάλλων με τις μεθόδους φούρνου γραφίτη, φλόγας και υδριδίων, εξοπλισμένο με αυτόματο δειγματολήπτη. Για κάθε μέταλλο χρησιμοποιείται η αντίστοιχη λυχνία η οποία εκπέμπει κατάλληλου μήκους κύματος ακτινοβολία. Τα δείγματα διηθούνται και οξινίζονται σε $pH < 2$ κατά την παραλαβή τους στο Χημικό Εργαστήριο, για να αποφευχθούν φαινόμενα συμπλοκοποίησης των βαρέων μετάλλων.

Η μέθοδος ατομοποίησης των παραπάνω μετάλλων είναι αυτή του φούρνου γραφίτη. Το μέταλλο μετά την ατομοποίησή του, απορροφά μέρος της ακτινοβολίας η οποία εκπέμπεται από την αντίστοιχη λυχνία. Η απορρόφηση είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του μετάλλου. Η ποσοτικοποίηση γίνεται βάσει προτύπου καμπύλης αναφοράς.

6. Εργαστηριακές αναλύσεις της ποιότητας υδάτων άρδευσης στο Δήμο Παύλου Μελά και στο Δήμο Δράμας

6.1 Μετρήσεις και Αποτελέσματα

6.1.1 Συντεταγμένες των θέσεων δειγματοληψίας

Στον Πίνακα 6.1 καταγράφονται οι συντεταγμένες των δύο θέσεων δειγματοληψίας.

Πίνακας 6.1: Συντεταγμένες των θέσεων δειγματοληψίας.

| Σταθμός Δειγματοληψίας | Συντεταγμένη Χ (m) | Συντεταγμένη Υ (m) |
|------------------------|--------------------|--------------------|
| Θέση Δήμος Παύλου Μελά | 38° 30' 28.09'' B | 21° 59' 54.47'' A |
| Θέση Δήμος Δράμας | 38° 31' 27.37'' B | 22° 06' 46.99'' A |

6.1.2 Φυσικοχημικές Παράμετροι και βαρέα μέταλλα.

Στους πίνακες 6.2-6.37 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων των δειγμάτων στο πάρκο Δενδροποτάμου του Δήμου Παύλου Μελά και του πάρκου της οδού Χελμού του Δήμου Δράμας.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Φεβρουαρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 08/02/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 8,21 | 9,35 |
| pH | | 7,7 | 7,83 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 421 | 422 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,7 | 7,1 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 23,998 | 22,693 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 9,45 | 7,2 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,67 | 1,31 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 87,2 | 82,8 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 5,4 | 4,9 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,15 | 0,22 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 8,3 | 7,1 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,016 | 0,011 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 5,11 | 1,67 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,418 | 0,829 |
| Sulphate Ions (SO_4^{2-}) | mg/L | 14,03 | 15,3 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 239 | 231 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,83 | 0,61 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,135 | 0,172 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,265 | 0,207 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,551 | 1,32 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.3: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Φεβρουαρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 24/02/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 8,77 | 9,15 |
| pH | | 7,54 | 7,43 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 411 | 417 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,6 | 7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,066 | 23,018 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 9,11 | 7,54 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,57 | 1,21 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 88,3 | 84,1 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,9 | 4,9 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,12 | 0,14 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 6,3 | 6,1 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,013 | 0,014 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 4,31 | 1,47 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,328 | 0,719 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 15,22 | 13,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 233 | 234 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,78 | 0,65 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,131 | 0,165 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,255 | 0,215 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,431 | 1,22 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.4: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Μαρτίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 06/03/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|--|------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 10,17 | 12,25 |
| pH | | 7,58 | 7,6 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S/cm}$ | $\mu\text{S/cm}$ | 401 | 412 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,6 | 7,1 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,483 | 21,857 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 6,11 | 5,54 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,27 | 1,28 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 90,3 | 81,1 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,7 | 3,9 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,12 | 0,14 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 5,31 | 6,14 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,011 | 0,011 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 3,31 | 1,57 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,301 | 0,722 |
| Sulphate Ions (SO_4^{2-}) | mg/L | 14,12 | 13,13 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 263 | 233 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,71 | 0,75 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,144 | 0,162 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,169 | 0,162 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g/L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g/L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g/L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g/L}$ | 1,331 | 1,247 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.5: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Μαρτίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 26/03/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 10,76 | 15,25 |
| pH | | 7,52 | 7,67 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 400 | 399 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,7 | 7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,985 | 23,108 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,67 | 5,5 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,29 | 1,33 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 93,3 | 87,1 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,1 | 3,3 |
| Fluoride Ions (F) | mg/L | 0,12 | 0,13 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 5,21 | 5,14 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,017 | 0,012 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 3,21 | 1,97 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,211 | 0,702 |
| Sulphate Ions (SO_4^{2-}) | mg/L | 12,12 | 13,19 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 264 | 273 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,76 | 0,71 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,134 | 0,172 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,128 | 0,157 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,321 | 1,232 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.6: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Απριλίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 05/04/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 12,76 | 15,98 |
| pH | | 7,62 | 7,61 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 412 | 372 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,7 | 6,7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,467 | 23,680 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,31 | 4,78 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,19 | 1,31 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 90,4 | 88,4 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,6 | 3,9 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,14 | 0,13 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,61 | 5,01 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,015 | 0,012 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,51 | 1,87 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,201 | 0,782 |
| Sulphate Ions (SO_4^{2-}) | mg/L | 12,02 | 14,22 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 261 | 263 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,77 | 0,7 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,131 | 0,161 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,119 | 0,134 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,123 | 1,245 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.7: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Απριλίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 28/04/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 12,16 | 15,18 |
| pH | | 7,69 | 7,64 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 392 | 377 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,716 | 23,402 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,22 | 4,18 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,24 | 1,32 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 90,9 | 86,3 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,9 | 4,5 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,11 | 0,16 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,81 | 5,41 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,016 | 0,013 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,41 | 1,88 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,221 | 0,752 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 12,34 | 14,18 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 264 | 267 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,78 | 0,74 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,137 | 0,166 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,116 | 0,118 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,113 | 1,25 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.8: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Μαΐου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 05/05/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 14,16 | 17,18 |
| pH | | 7,68 | 7,54 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 390 | 387 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,425 | 23,734 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,21 | 4,28 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,23 | 1,22 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 89,9 | 87,3 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,8 | 4,7 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,11 | 0,17 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,71 | 5,31 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,014 | 0,011 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,39 | 1,77 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,21 | 0,652 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 12,14 | 14,28 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 263 | 255 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,79 | 0,71 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,127 | 0,156 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,117 | 0,120 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,119 | 1,256 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.9: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Μαΐου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 27/05/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|--|------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 14,16 | 17,18 |
| pH | | 7,68 | 7,54 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S/cm}$ | $\mu\text{S/cm}$ | 390 | 387 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 23,842 | 23,877 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,21 | 4,28 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,23 | 1,12 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 87,4 | 88,2 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,9 | 4,5 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,13 | 0,15 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,51 | 5,22 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,015 | 0,012 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,34 | 1,67 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,22 | 0,634 |
| Sulphate Ions (SO_4^{2-}) | mg/L | 12,11 | 13,21 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 277 | 245 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,78 | 0,74 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,137 | 0,146 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,118 | 0,120 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g/L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g/L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g/L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g/L}$ | 1,115 | 1,216 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.10: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Ιουνίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 02/06/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 15,16 | 20,18 |
| pH | | 7,66 | 7,59 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 376 | 381 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,7 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,025 | 24,143 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,09 | 4,18 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,22 | 1,13 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 88,3 | 89,1 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,8 | 4,6 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,14 | 0,12 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,41 | 5,32 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,016 | 0,013 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,36 | 1,87 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 0,965 | 0,634 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 12,11 | 13,11 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 297 | 265 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,79 | 0,74 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,136 | 0,144 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,114 | 0,116 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,116 | 1,228 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.11: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Ιουνίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 29/06/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 20,17 | 21,23 |
| pH | | 7,59 | 7,63 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 386 | 398 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,501 | 24,068 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,03 | 4,08 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,25 | 1,33 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 90,7 | 88,8 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,5 | 4,6 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,13 | 0,12 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,92 | 5,12 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,01 | 0,019 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,44 | 1,77 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 0,987 | 0,614 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 13,16 | 14,52 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 290 | 269 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,79 | 0,79 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,137 | 0,148 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,111 | 0,114 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,119 | 1,128 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.12: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Ιουλίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 03/07/2018 | | Δ.Δράμα | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|---------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 21,03 | 21,15 |
| pH | | 7,81 | 7,62 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 373 | 385 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,9 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,833 | 23,676 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,24 | 4,18 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,28 | 1,53 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 91,7 | 86,9 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,7 | 4,8 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,14 | 0,16 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,99 | 5,37 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,019 | 0,013 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,24 | 1,87 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 0,911 | 0,637 |
| Sulphate Ions (SO_4^{2-}) | mg/L | 14,18 | 13,57 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 287 | 298 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,71 | 0,78 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,143 | 0,139 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,116 | 0,118 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,189 | 1,178 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.13: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Ιουλίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 27/07/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 21,3 | 21,6 |
| pH | | 7,71 | 7,64 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 379 | 386 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,9 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,783 | 23,802 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,29 | 4,44 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,27 | 1,43 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 91,5 | 87,9 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,7 | 4,5 |
| Fluoride Ions (F) | mg/L | 0,15 | 0,17 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 4,91 | 5,27 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,018 | 0,013 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,14 | 1,93 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 0,971 | 0,627 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 13,19 | 14,47 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 289 | 288 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,71 | 0,76 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,142 | 0,137 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,118 | 0,125 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,188 | 1,177 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.14: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Αυγούστου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 08/08/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 20,2 | 21,9 |
| pH | | 7,9 | 7,93 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 422 | 429 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,7 | 7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,410 | 24,425 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 6,04 | 5,92 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,689 | 1,2 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 90,5 | 89,9 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,4 | 4,8 |
| Fluoride Ions (F) | mg/L | 0,16 | 0,12 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 5,7 | 5,21 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,018 | 0,012 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 3,31 | 1,77 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,488 | 0,869 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 12,17 | 13,3 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 229 | 230 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,8 | 0,6 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,155 | 0,171 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,168 | 0,164 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,554 | 1,31 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.15: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Αυγούστου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 28/08/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|--|------------------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 21,2 | 21,9 |
| pH | | 7,71 | 7,91 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S/cm}$ | $\mu\text{S/cm}$ | 442 | 419 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,3 | 6,9 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,433 | 24,178 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,91 | 4,33 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,629 | 1,1 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 90,1 | 89,9 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,7 | 4,2 |
| Fluoride Ions (F) | mg/L | 0,16 | 0,17 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 5,1 | 5 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,018 | 0,011 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 3,3 | 1,71 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,421 | 0,859 |
| Sulphate Ions (SO_4^{2-}) | mg/L | 12,07 | 13,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 220 | 211 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,73 | 0,64 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,151 | 0,161 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,136 | 0,121 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g/L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g/L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g/L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g/L}$ | 1,524 | 1,3 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.16: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 06/09/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 20,8 | 21,2 |
| pH | | 7,62 | 7,83 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 428 | 412 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,9 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,026 | 24,136 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,37 | 4,77 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,669 | 1,3 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 88,8 | 89,9 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,5 | 4,1 |
| Fluoride Ions (F) | mg/L | 0,16 | 0,27 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 5,6 | 5,51 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,017 | 0,014 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 2,38 | 1,79 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,418 | 0,874 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 14,19 | 15,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 219 | 228 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,73 | 0,61 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,145 | 0,159 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,122 | 0,133 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,532 | 1,28 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.17: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 26/09/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|----------|----------|
| <i>Parameter</i> | <i>Units</i> | | |
| Temperature | °C | 20,1 | 21,7 |
| pH | | 7,73 | 7,9 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 429 | 432 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,023 | 24,592 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,99 | 4,89 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,219 | 1,3 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 89,28 | 90,9 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,2 | 4,6 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,15 | 0,25 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 8,7 | 7,8 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,019 | 0,015 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,99 | 1,87 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,418 | 0,854 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 18,09 | 13,3 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 213 | 221 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,77 | 0,64 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,141 | 0,149 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,139 | 0,135 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,312 | 1,29 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.18: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Οκτωβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 08/10/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|----------|----------|
| <i>Parameter</i> | <i>Units</i> | | |
| Temperature | °C | 20,3 | 19,2 |
| pH | | 7,87 | 7,63 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 419 | 412 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 7 | 6,9 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,290 | 24,518 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,87 | 4,93 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,289 | 1 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 89,69 | 91,1 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,6 | 4,3 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,17 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 8,1 | 7,1 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,011 | 0,013 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 3,01 | 1,97 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,418 | 0,839 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 14,07 | 17,01 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 210 | 222 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,58 | 0,71 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,143 | 0,169 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,135 | 0,136 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,291 | 1,14 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.19: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Οκτωβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 24/10/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------------------------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 14,8 | 16,1 |
| pH | | 7,61 | 7,98 |
| Specific Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 402 | 469 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,9 | 7,2 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,418 | 24,059 |
| Sodium Ions (Na^+) | mg/L | 4,33 | 4,37 |
| Ammonium Ions (NH_4^+) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K^+) | mg/L | 1,619 | 1,4 |
| Calcium Ions (Ca^{2+}) | mg/L | 89,71 | 88,6 |
| Magnesium Ions (Mg^{2+}) | mg/L | 4,9 | 4,7 |
| Fluoride Ions (F^-) | mg/L | 0,17 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl^-) | mg/L | 8,3 | 7,2 |
| Nitrite Ions (NO_2^-) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br^-) | mg/L | 0,016 | 0,013 |
| Nitrate Ions (NO_3^-) | mg/L | 3,41 | 1,99 |
| Phosphate Ions (PO_4^{3-}) | mg/L | 1,468 | 0,859 |
| Sulphate Ions (SO_4^{3-}) | mg/L | 18,01 | 9,34 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 216 | 231 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,71 | 0,68 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,125 | 0,141 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,120 | 0,122 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | $\mu\text{g}/\text{L}$ | 1,154 | 1,21 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.20: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 07/11/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|--------------|----------|----------|
| <i>Parameter</i> | <i>Units</i> | | |
| Temperature | °C | 9,1 | 13,1 |
| pH | | 7,47 | 7,7 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 400 | 409 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,1 | 6,6 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,299 | 24,043 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,81 | 4,96 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1 | 0,8 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 89,99 | 88,7 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,44 | 4,6 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,12 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 8,1 | 7,2 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,011 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 3,01 | 1,15 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,411 | 0,821 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 10,01 | 12,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 217 | 288 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,69 | 0,53 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,141 | 0,163 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,134 | 0,139 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,502 | 1,02 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.21: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 26/11/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 4,1 | 11,1 |
| pH | | 7,49 | 7,7 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 418 | 409 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6 | 6,6 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 23,732 | 24,624 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,7 | 4,23 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 0,9 | 0,8 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 87,29 | 90,7 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,7 | 4,8 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,11 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 7,1 | 7,2 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 3,01 | 1,15 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,4 | 0,821 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 14,01 | 16,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 227 | 288 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,72 | 0,55 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,149 | 0,163 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,132 | 0,117 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,231 | 1,02 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.22: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Δεκεμβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 05/12/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 3,2 | 13,1 |
| pH | | 7,47 | 7,4 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 400 | 449 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,1 | 6,6 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,571 | 24,224 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 3,62 | 4,75 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1 | 0,4 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,32 | 88,6 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,9 | 5,1 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,12 | 0,11 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 8,1 | 7,2 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,011 | n.d. |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,81 | 2,05 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,411 | 0,811 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 15,01 | 16,4 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 217 | 298 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,62 | 0,94 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,141 | 0,166 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,100 | 0,132 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,502 | 1 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.23: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Δεκεμβρίου 2018 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 15/12/2018 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 2,1 | 11,1 |
| pH | | 7,57 | 7,4 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 410 | 439 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,2 | 6,7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,552 | 24,357 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,76 | 5,1 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1 | 0,5 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,41 | 89,3 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,8 | 5 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,13 | 0,11 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 8,1 | 7,4 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,012 | n.d. |
| | | | |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 3,01 | 2,24 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,412 | 0,803 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ²⁻) | mg/L | 15,11 | 16,6 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 219 | 299 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,84 | 0,9 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,149 | 0,168 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,132 | 0,142 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,302 | 1,02 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.24: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Ιανουαρίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 06/01/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 2,9 | 13,1 |
| pH | | 7,51 | 7,44 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 410 | 439 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,2 | 6,7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,354 | 24,274 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,37 | 4,92 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1 | 0,4 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,11 | 88,8 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,5 | 5,1 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,13 | 0,11 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 8 | 7,1 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,012 | 0,013 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,01 | 1,85 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,402 | 0,801 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 16 | 14,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 259 | 289 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,8 | 0,76 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,14 | 0,151 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,121 | 0,137 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,102 | 1,01 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.25: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Ιανουαρίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 26/01/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 3,4 | 7,1 |
| pH | | 7,81 | 7,69 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 411 | 439 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,9 | 7,4 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,795 | 24,377 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,87 | 4,93 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,2 | 0,9 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 92,11 | 89,38 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,36 | 5 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,16 | 0,25 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 6,6 | 6,4 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,012 | 0,012 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,41 | 2,65 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,301 | 0,831 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 15,11 | 16,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 219 | 258 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,72 | 0,85 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,168 | 0,153 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,134 | 0,137 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,212 | 1,14 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.26: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Φεβρουαρίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 07/02/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 5,9 | 9,3 |
| pH | | 7,6 | 7,77 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 373 | 398 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,9 | 7,2 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,227 | 24,279 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,99 | 4,37 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,31 | 0,9 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90 | 89,48 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,26 | 4,7 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,15 | 0,22 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 6,6 | 6,1 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,012 | 0,012 |
| | | | |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,33 | 1,91 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,301 | 0,821 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 16,21 | 14,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 229 | 238 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,74 | 0,86 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,168 | 0,151 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,139 | 0,121 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,202 | 1,12 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.27: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Φεβρουαρίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 24/02/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|--------------|----------|----------|
| <i>Parameter</i> | <i>Units</i> | | |
| Temperature | °C | 5,8 | 9,9 |
| pH | | 7,45 | 7,62 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 379 | 399 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,9 | 7,2 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 23,829 | 24,208 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 5 | 4,32 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,32 | 0,92 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 87,91 | 89,08 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,56 | 4,77 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,14 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 6,5 | 6,2 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,011 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,3 | 1,6 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,201 | 0,811 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ²⁻) | mg/L | 15,11 | 14,2 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 279 | 252 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,81 | 0,9 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,169 | 0,153 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,140 | 0,120 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,221 | 1,12 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.28: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Μαρτίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 06/03/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|--------------|----------|----------|
| <i>Parameter</i> | <i>Units</i> | | |
| Temperature | °C | 6,5 | 11,7 |
| pH | | 7,41 | 7,66 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 381 | 379 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,7 | 7,1 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,262 | 24,341 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,21 | 4,92 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,33 | 0,94 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 89,81 | 89,78 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,46 | 4,67 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,15 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,7 | 5,6 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,4 | 1,7 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,232 | 0,81 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ²⁻) | mg/L | 14,78 | 14,91 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 283 | 255 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,84 | 0,91 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,168 | 0,159 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,117 | 0,137 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,203 | 1,11 |

Πίνακας 6.29: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Μαρτίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 29/03/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 7,1 | 14,7 |
| pH | | 7,48 | 7,56 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 388 | 382 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,6 | 7,3 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,594 | 24,773 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,8 | 4,9 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,37 | 0,92 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,81 | 91,18 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,66 | 4,87 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,14 | 0,22 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,8 | 5,3 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,51 | 1,6 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,222 | 0,84 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 14,68 | 14,2 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 285 | 245 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,85 | 0,88 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,169 | 0,154 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,133 | 0,135 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,201 | 1,15 |

Πίνακας 6.30: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Απριλίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 08/04/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|--------------|----------|----------|
| <i>Parameter</i> | <i>Units</i> | | |
| Temperature | °C | 8,2 | 14,4 |
| pH | | 7,55 | 7,66 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 393 | 386 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 7,1 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,553 | 24,607 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,61 | 4,92 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,31 | 0,93 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,33 | 91,01 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,85 | 4,57 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,11 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,4 | 5,4 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,41 | 1,88 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,121 | 0,74 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ²⁻) | mg/L | 14,18 | 14,1 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 281 | 244 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,82 | 0,81 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,161 | 0,153 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,127 | 0,136 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,111 | 1,123 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.31: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Απριλίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 27/04/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 10,2 | 14,7 |
| pH | | 7,57 | 7,68 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 399 | 391 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,517 | 24,215 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,31 | 4,87 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,3 | 0,96 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,12 | 89,11 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,89 | 4,77 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,14 | 0,23 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,1 | 5,2 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,35 | 1,44 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,225 | 0,741 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ²⁻) | mg/L | 14,14 | 14,21 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 284 | 260 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,86 | 0,88 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,141 | 0,158 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,119 | 0,136 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,244 | 1,103 |

Πίνακας 6.32: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Μαΐου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 05/05/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 12,2 | 14,9 |
| pH | | 7,47 | 7,69 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 374 | 392 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,7 | 6,9 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,456 | 24,281 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,34 | 4,77 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,32 | 0,93 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,37 | 89,54 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,59 | 4,67 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,13 | 0,22 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,11 | 4,98 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,34 | 1,83 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,252 | 0,738 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ²⁻) | mg/L | 14,17 | 14,33 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 282 | 263 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,87 | 0,88 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,138 | 0,149 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,120 | 0,133 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,216 | 1,107 |

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.33: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Μαΐου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 27/05/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|---------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 14,6 | 15,2 |
| pH | | 7,55 | 7,67 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 379 | 390 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,9 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,477 | 24,409 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,31 | 4,68 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,28 | 0,91 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,29 | 89,72 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,69 | 4,87 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,14 | 0,21 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,16 | 4,87 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,39 | 1,96 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,213 | 0,782 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 14,12 | 14,13 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 288 | 269 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,81 | 0,83 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,131 | 0,145 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,119 | 0,130 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | Cr μg/L | 1,232 | 1,103 |

Πίνακας 6.34: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Ιουνίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 07/06/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 19,4 | 20,2 |
| pH | | 7,57 | 7,69 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 371 | 392 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 7 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,386 | 24,300 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,38 | 4,64 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,24 | 0,92 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,09 | 89,12 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,59 | 4,97 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,13 | 0,23 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,13 | 4,82 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,32 | 1,99 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,204 | 0,772 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 14,22 | 14,12 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 283 | 263 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,83 | 0,84 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,132 | 0,125 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,121 | 0,129 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,21 | 1,102 |

Πίνακας 6.35: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την δεύτερη δειγματοληψία του Ιουνίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 26/06/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 20,4 | 21,2 |
| pH | | 7,77 | 7,61 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 377 | 372 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,9 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,310 | 24,371 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,33 | 4,61 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,22 | 0,91 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 89,69 | 89,72 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,65 | 4,78 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,12 | 0,24 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,23 | 4,72 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,31 | 1,82 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,234 | 0,729 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 14,92 | 14,11 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 288 | 273 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,85 | 0,8 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,133 | 0,128 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,120 | 0,128 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,213 | 1,1 |

Πίνακας 6.36: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Ιουλίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

| 03/07/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 21,1 | 21,8 |
| pH | | 7,75 | 7,41 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 385 | 395 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,8 |
| Total Hardness | | | |
| | F | 24,569 | 24,453 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,35 | 4,18 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,25 | 0,81 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,66 | 89,88 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,69 | 4,88 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,12 | 0,2 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,11 | 4,67 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,23 | 2,16 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,303 | 0,796 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ²⁻) | mg/L | 14,14 | 15,15 |
| Total Dissolved Solids (TDS) | | | |
| | mg/L | 298 | 267 |
| Total Suspended Solids (TSS) | | | |
| | mg/L | 0,83 | 0,84 |
| Total Organic Carbon (TOC) | | | |
| | mg/L | 0,138 | 0,141 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | | | |
| | meq/L | 0,120 | 0,116 |
| Cadmium (Cd) | | | |
| | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | | | |
| | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | | | |
| | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | | | |
| | μg/L | 1,231 | 1,11 |

Πίνακας 6.37: Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των in situ μετρήσεων και των εργαστηριακών αναλύσεων για την πρώτη δειγματοληψία του Ιουλίου 2019 στις θέσεις Δήμος Παύλου Μελά και Δήμος Δράμας.

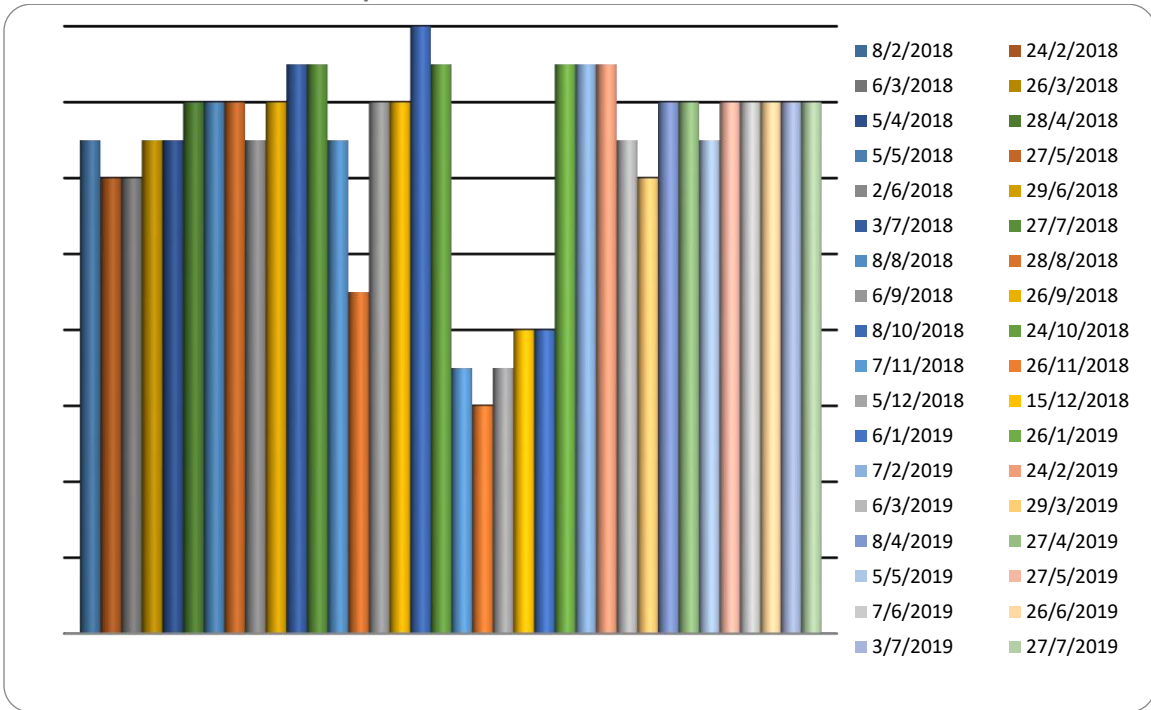
| 27/07/2019 | | Δ.Δράμας | Δ.Π.Μελά |
|---|-------|----------|----------|
| Parameter | Units | | |
| Temperature | °C | 21,2 | 21,8 |
| pH | | 7,5 | 7,48 |
| Specific Conductivity | μS/cm | 389 | 391 |
| Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 6,8 | 6,8 |
| | | | |
| Total Hardness | F | 24,582 | 24,069 |
| Sodium Ions (Na ⁺) | mg/L | 4,26 | 4,12 |
| Ammonium Ions (NH ₄ ⁺) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Potassium Ions (K ⁺) | mg/L | 1,21 | 0,82 |
| Calcium Ions (Ca ²⁺) | mg/L | 90,81 | 88,18 |
| Magnesium Ions (Mg ²⁺) | mg/L | 4,63 | 4,98 |
| Fluoride Ions (F ⁻) | mg/L | 0,14 | 0,12 |
| Chloride Ions (Cl ⁻) | mg/L | 5,03 | 4,28 |
| Nitrite Ions (NO ₂ ⁻) | mg/L | n.d. | n.d. |
| Bromide Ions (Br ⁻) | mg/L | 0,01 | 0,01 |
| Nitrate Ions (NO ₃ ⁻) | mg/L | 2,26 | 1,16 |
| Phosphate Ions (PO ₄ ³⁻) | mg/L | 1,203 | 0,726 |
| Sulphate Ions (SO ₄ ³⁻) | mg/L | 13,98 | 14,25 |
| | | | |
| Total Dissolved Solids (TDS) | mg/L | 297 | 269 |
| Total Suspended Solids (TSS) | mg/L | 0,91 | 0,82 |
| Total Organic Carbon (TOC) | mg/L | 0,134 | 0,14 |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | meq/L | 0,118 | 0,115 |
| | | | |
| Cadmium (Cd) | μg/L | n.d | n.d |
| Lead (Pb) | μg/L | <LOD | <LOD |
| Manganese (Mn) | μg/L | n.d. | n.d. |
| Chromium (Cr) | μg/L | 1,222 | 1,09 |

6.2 Συμπεράσματα

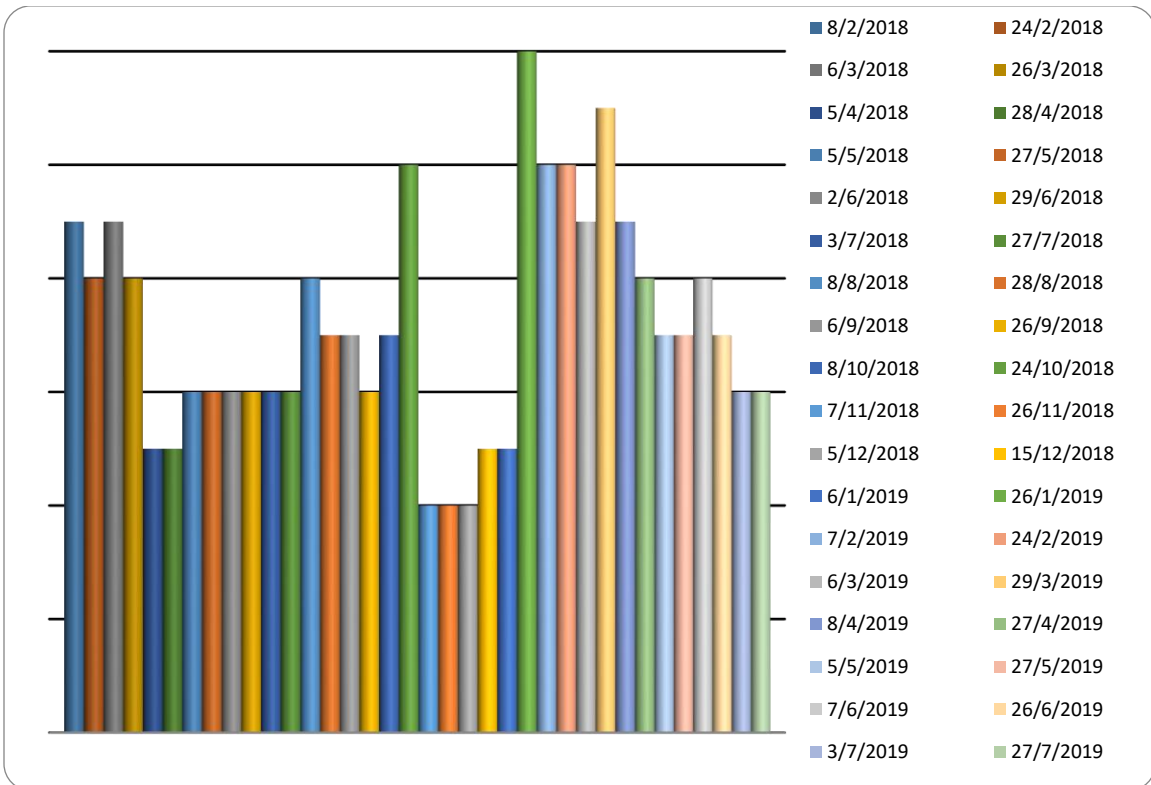
6.2.1 Φυσικοχημικές Παράμετροι και βαρέα μέταλλα.

Οι μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων και βαρέων μετάλλων για την περίοδο μελέτης, παρουσιάζονται εποπτικά στα Διαγράμματα 6.1-6.10. Παρατηρούμε πως το pH σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα με ένα εύρος τιμών από 7,41 έως 7,98. Οι τιμές της θερμοκρασίας στα σημεία δειγματοληψίας, των In Situ μετρήσεων, κυμαίνονται σε επίπεδα φυσιολογικά για την εκάστοτε εποχή λήψης των δειγμάτων. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσιάζει φυσιολογική συμπεριφορά. Οι τιμές για το διαλυμένο οξυγόνο στα σημεία δειγματοληψίας διατηρούνται σε ικανοποιητικά επίπεδα και θεωρούνται ικανοποιητικές και κατάλληλες για τη διαβίωση έμβιων οργανισμών, φυτικών και ζωικών. Σε ότι αφορά τις συγκεντρώσεις ιόντων, σύμφωνα με τα αποτελέσματα, παρατηρούνται χαμηλές συγκεντρώσεις τόσο των νιτρικών ιόντων όσο και των υπόλοιπων θρεπτικών ιόντων, που κυμαίνονται στα ίδια χαμηλά επίπεδα καθόλη τη περίοδο παρακολούθησης. Η περίοδος δειγματοληψίας/παρακολούθησης στις περιοχές μελέτης του έργου ήταν διάρκειας δεκαοχτώ μηνών, όπως έχει προαναφερθεί, συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα Φεβρουαρίου 2018 – Ιουλίου 2019. Τα υδάτινα σώματα μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι σε επιθυμητά καλή κατάσταση σχετικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων. Συγκεντρώσεις Καδμίου, Μαγγανίου δεν παρατηρούνται ενώ οι συγκεντρώσεις Μολύβδου είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης της μεθόδου. Όλες οι τιμές είναι εντός των ορίων σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία (Πίνακας 6.38) καθώς και τα όρια της εθνικής νομοθεσίας (ΚΥΑ 46399/4352/1986 & ΚΥΑ 50388/2704/Ε103/2003) ως εναρμόνιση της ευρωπαϊκής.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

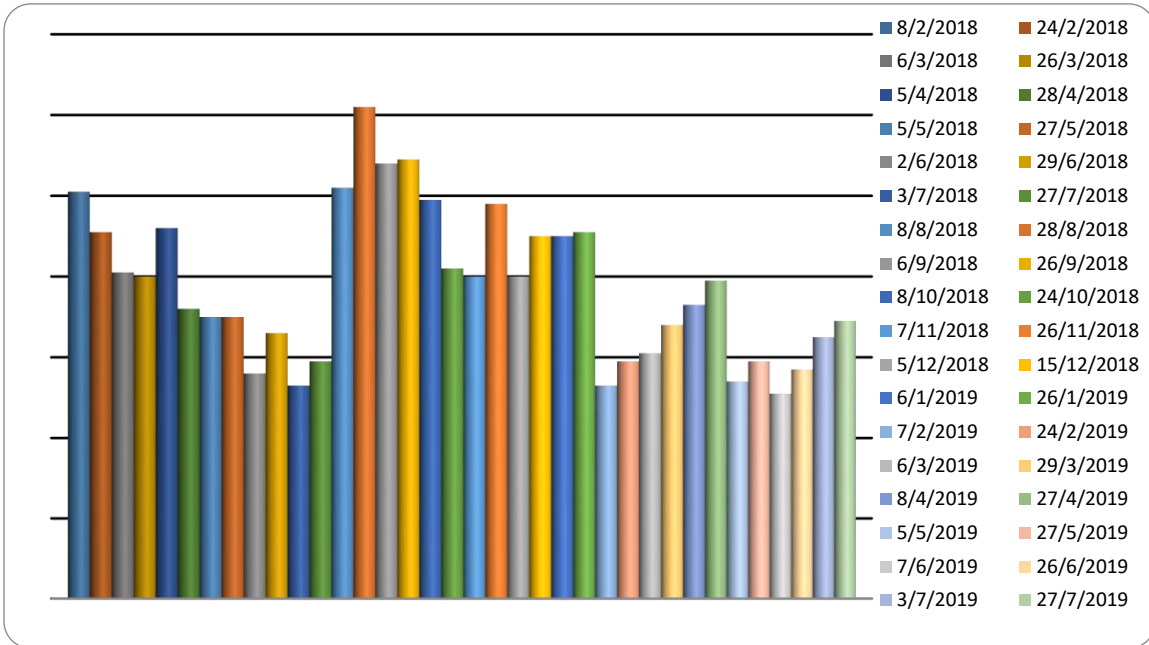


Διάγραμμα 6.1: Μεταβολή του Διαλυμένου Οξυγόνου στο σημείο δειγματοληψίας Δήμου Δράμας

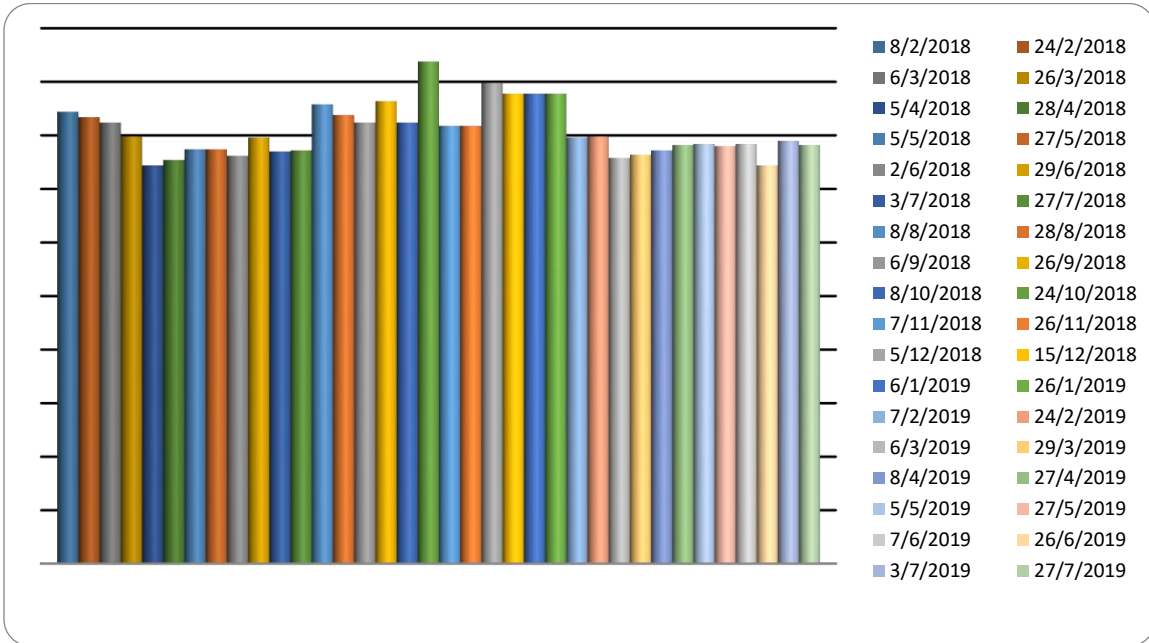


Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Διάγραμμα 6.2: Μεταβολή του Διαλυμένου Οξυγόνου στο σημείο δειγματοληψίας Δήμου Παύλου Μελά.

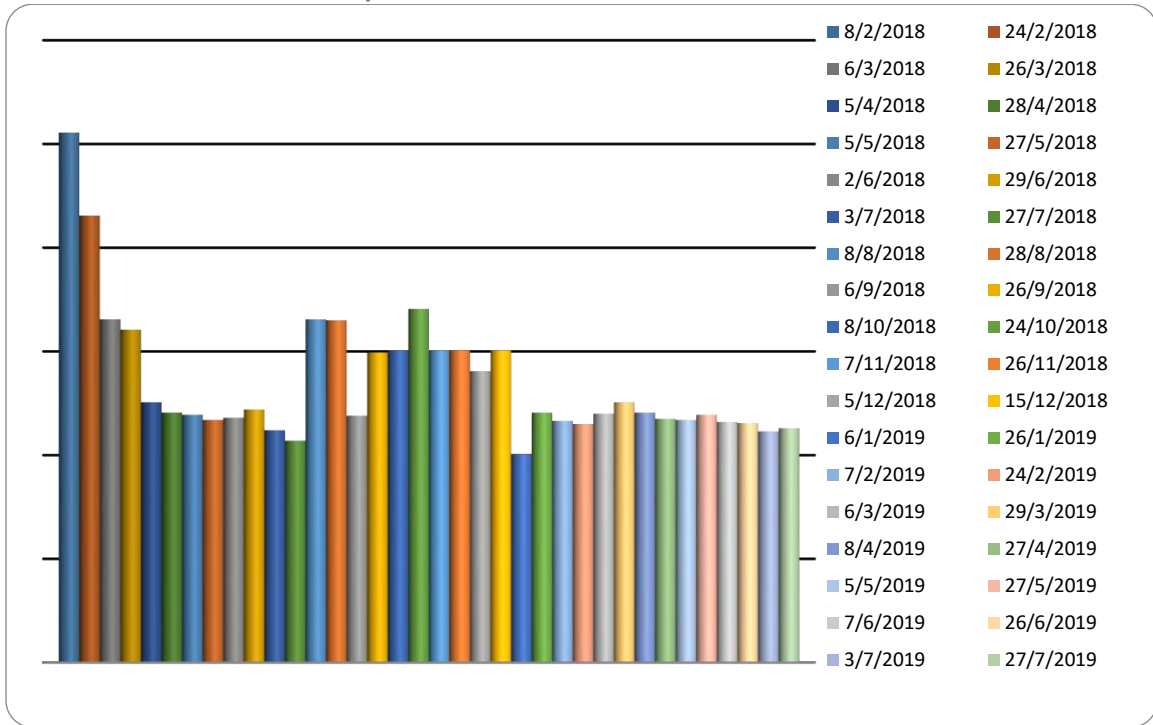


Διάγραμμα 6.3: Μεταβολή της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας στο σημείο δειγματοληψίας Δήμου Δράμας.

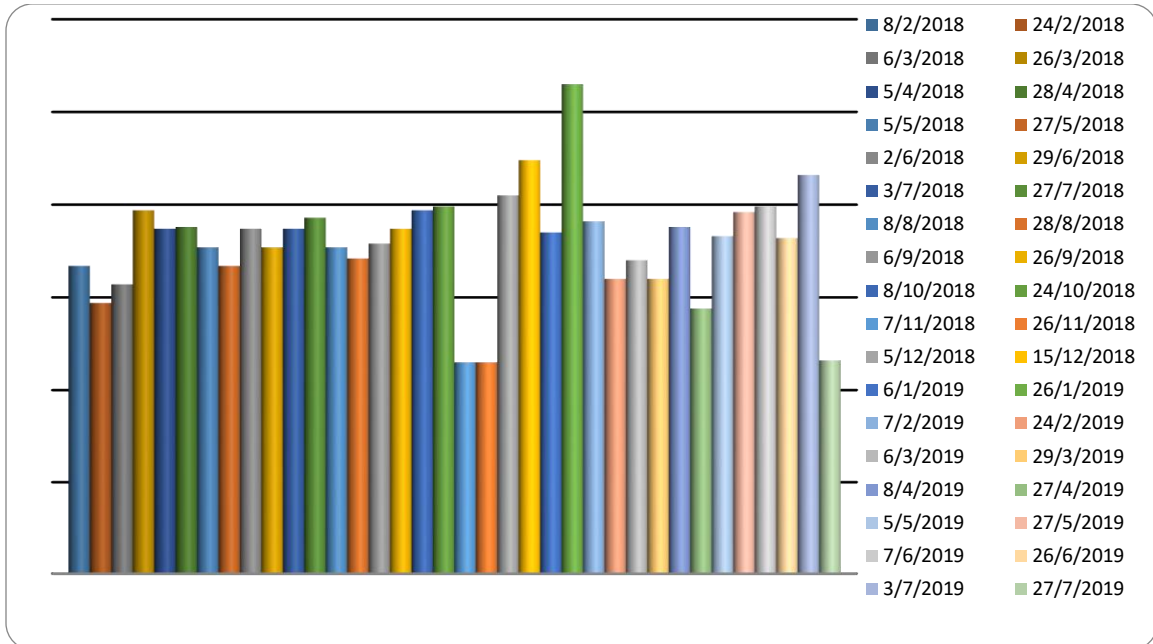


Διάγραμμα 6.4: Μεταβολή της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας στο σημείο δειγματοληψίας Δήμου Παύλου Μελά.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

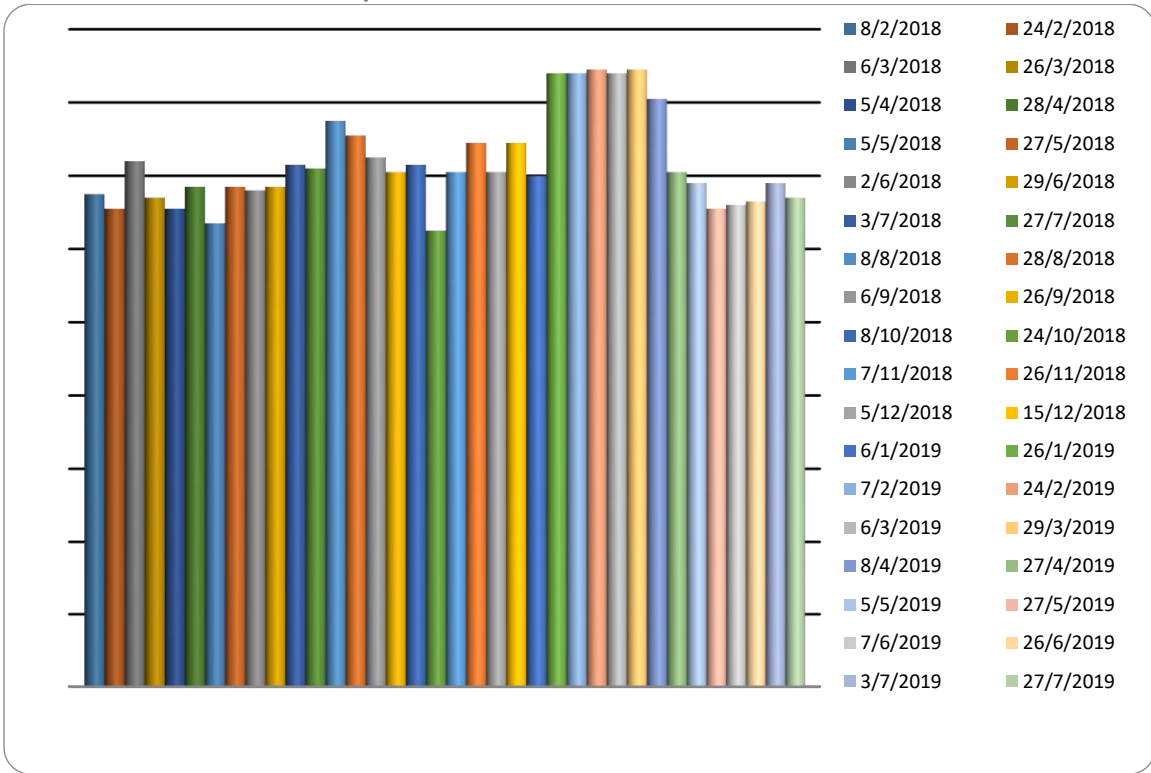


Διάγραμμα 6.5: Σύγκριση τιμών Νιτρικών Ιόντων στο σημείο δειγματοληψίας του Δήμου Δράμας κατά την περίοδο μελέτης.

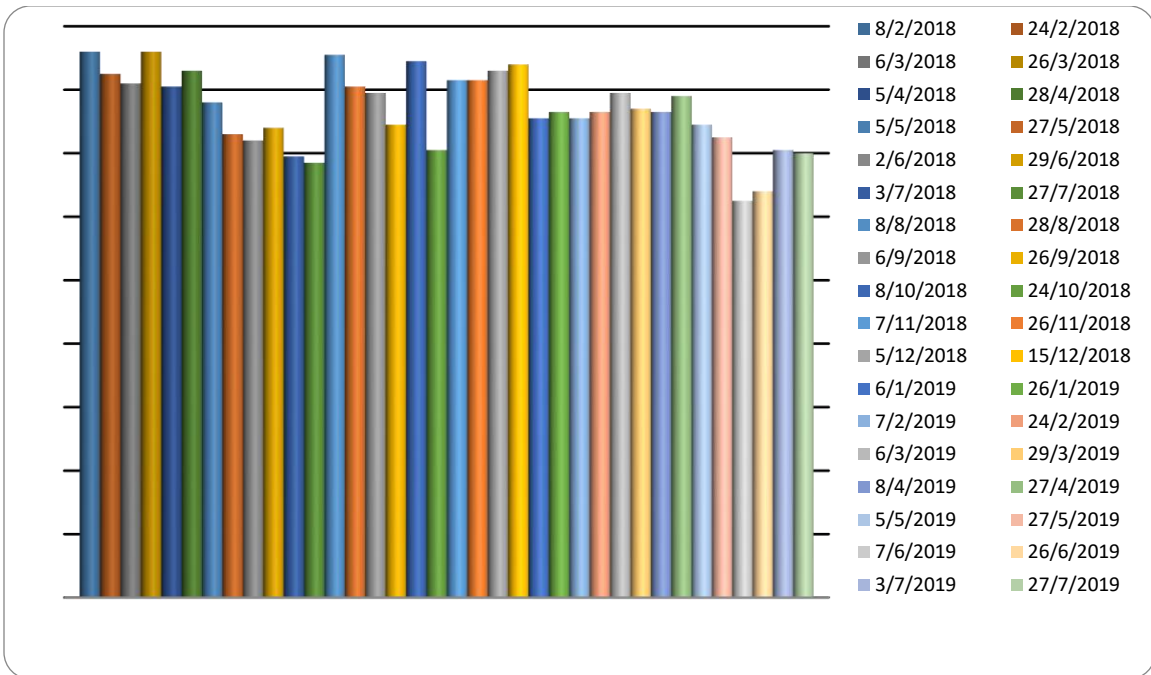


Διάγραμμα 6.6: Σύγκριση τιμών Νιτρικών Ιόντων στο σημείο δειγματοληψίας του Δήμου Παύλου Μελά κατά την περίοδο μελέτης.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

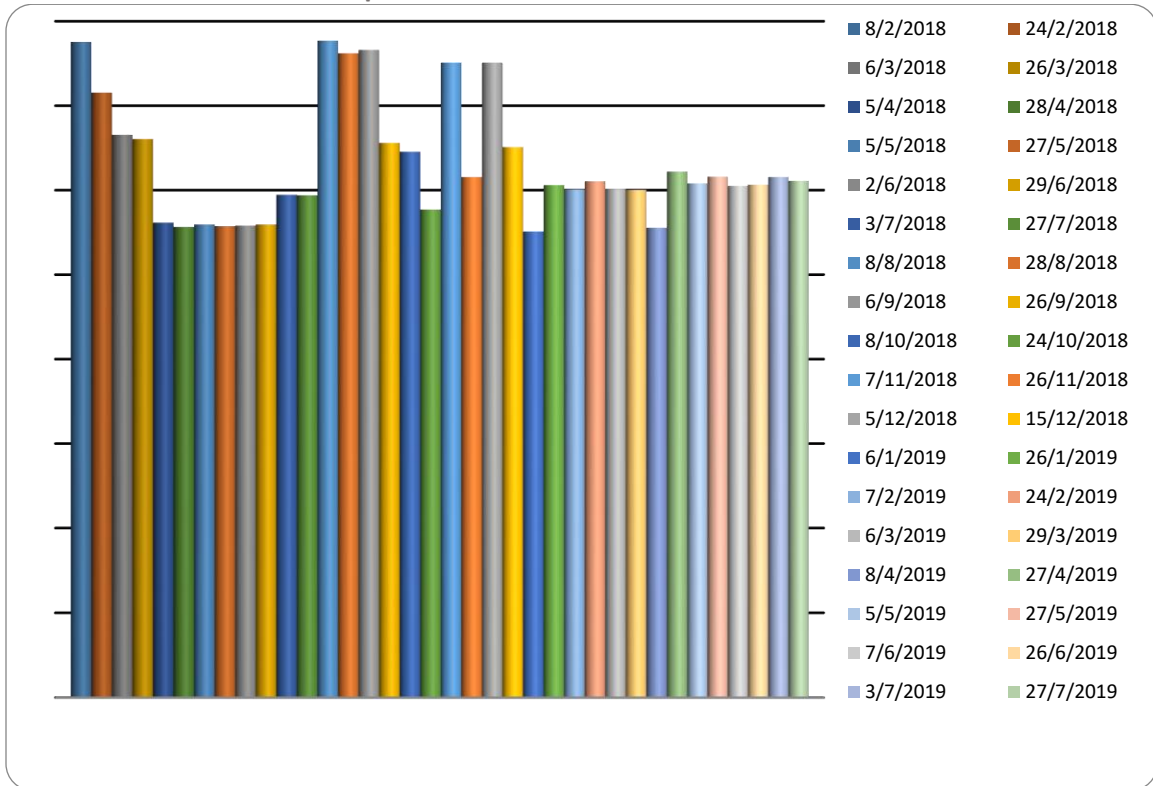


Διάγραμμα 6.7: Μετρήσεις του Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC) στο σημείο δειγματοληψίας του Δήμου Δράμας κατά την περίοδο μελέτης.

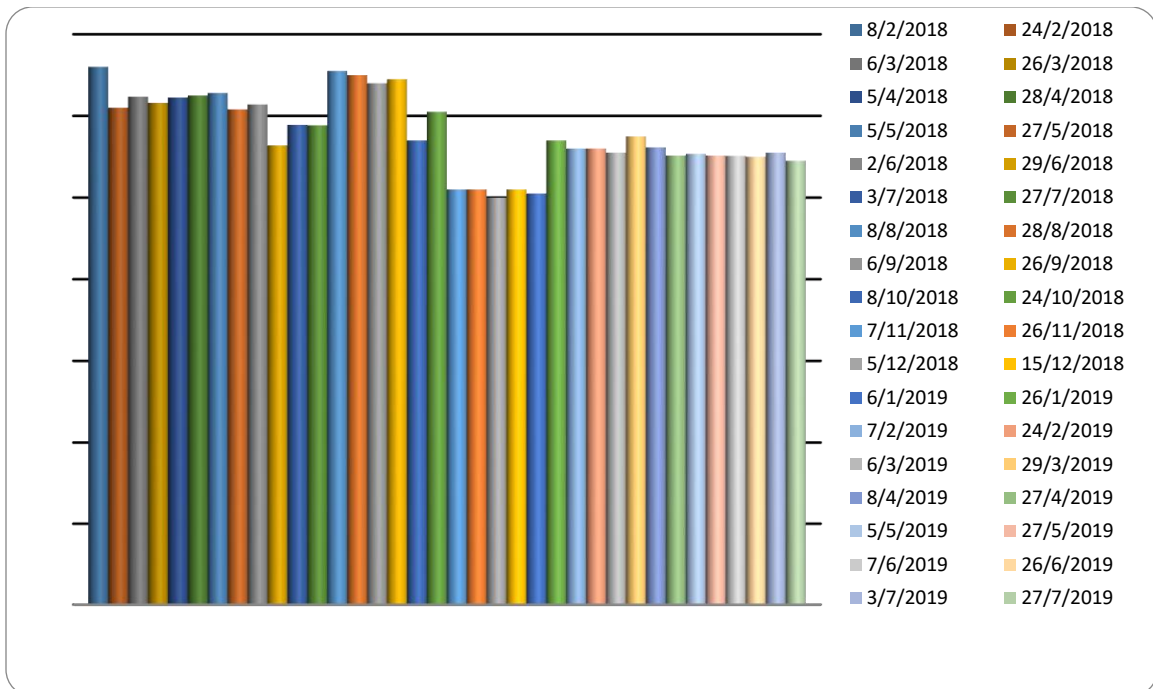


Διάγραμμα 6.8: Μετρήσεις του Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC) στο σημείο δειγματοληψίας του Δήμου Παύλου Μελά κατά την περίοδο μελέτης.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece



Διάγραμμα 6.9: Μετρήσεις συγκεντρώσεων Χρωμίου (µg/L) στο σημείο δειγματοληψίας του Δήμου Δράμας κατά την περίοδο μελέτης.



Διάγραμμα 6.10: Μετρήσεις συγκεντρώσεων Χρωμίου (µg/L) στο σημείο δειγματοληψίας του Δήμου Παύλου Μελά κατά την περίοδο μελέτης.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Πίνακας 6.38: Όρια παραμέτρων σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία

| Όρια Παραμέτρων | Ανθρώπινη κατανάλωση/Πόσιμο | Διατήρησης Ζωής Ιχθύων | Υδατα κολύμβησης |
|--|-----------------------------|------------------------|---|
| | 75/440/ΕΟΚ - 98/083/Ε.Κ. | 78/659/ΕΟΚ | 76/160/ΕΟΚ |
| ρΗ | 6,5 έως 9,5 | 6 έως 9 | 6 έως 9 |
| D.O. % | πάνω από 50 | 50 -100 | 80 - 120 |
| Θερμοκρασία °C | έως 22 | 3 έως 28 | - |
| Αγωγιμότητα μS/cm | έως 2.500 | - | - |
| Νιτρώδη Ιόντα mg/L | 0,5 | 0,03* | |
| Νιτρικά Ιόντα mg/L | 50 | - | Παρακολούθηση όταν υπάρχει τάση ευτρο-φισμού υδάτων |
| Αμμωνιακά Ιόντα mg/L | 0,5 | 1,00 | |
| - : Δεν υπάρχουν όρια, *: Επιθυμητό Όριο | | | |

Συγκρίνοντας τις μετρούμενες συγκεντρώσεις με τα αντίστοιχα νομοθετικά όρια, δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις των ανώτατων επιτρεπτών ορίων.

7. Τοποθέτηση, επίβλεψη, έλεγχος και διατήρηση του τηλεμετρικού δικτύου για την πιλοτική δράση

7.1 Υλικά και Μέθοδοι

7.1.1 Τηλεμετρία –Γενικές Έννοιες

Ως Τηλεμετρία ορίζεται η καταγραφή, η αποθήκευση και μεταφορά, με ηλεκτρονικά μέσα, των αποτελεσμάτων μιας μέτρησης από απομακρυσμένα ή απρόσιτα σημεία σε ένα κέντρο λήψης και επεξεργασίας δεδομένων. Το πλεονέκτημα της τηλεμετρίας έναντι των συμβατικών μέσων παρακολούθησης είναι η ύπαρξη χρονοσειρών δεδομένων χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία του ελεγκτή, παρά μόνο στις επισκέψεις συντήρησης και βαθμονόμησης.

Ως τηλεμετρικός σταθμός νοείται οποιοδήποτε μέσο είναι εξοπλισμένο με σύστημα παρακολούθησης (πολυαισθητήρες παρακολούθησης υδατικών, εδαφολογικών ή μετεωρολογικών δεδομένων) και έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης και στη συνέχεια αποστολής, μέσω GPRS, αυτών των δεδομένων σε μία απομακρυσμένη βάση δεδομένων.

Η επιλογή των αισθητηρίων οργάνων γίνεται ανάλογα με το είδος των μετρούμενων παραμέτρων στο υπό παρακολούθηση υδάτινο σώμα. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι απαιτήσεις κάθε αισθητήρα περιγράφονται αναλυτικά στο εγχειρίδιο χρήσης του κάθε κατασκευαστή, το οποίο πρέπει να ακολουθείται πιστά για τη μέγιστη απόδοση του αισθητήρα και την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης σφαλμάτων.

Ένας τηλεμετρικός σταθμός αποτελείται από έναν ή περισσότερους αισθητήρες καθώς και από έναν ηλεκτρολογικό εξοπλισμό που είναι απαραίτητος για τη λειτουργία του.




Ο αισθητήρας συλλέγει δεδομένα των παραμέτρων υπό παρακολούθηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Τα δεδομένα αυτά μέσω ενός μετασχηματιστή καταγράφονται και αποθηκεύονται σε κάποιο καταγραφικό εξοπλισμό. Στη συνέχεια με τη χρήση του

RTU ADCON, στο οποίο υπάρχει κάρτα SIM, αποστέλλονται στο κέντρο συλλογής δεδομένων για την περαιτέρω επεξεργασία τους. Κάθε τηλεμετρικός σταθμός διαθέτει ένα ή περισσότερα ηλιακούς συλλέκτες (πάνελ) όπως και συσσωρευτές για την ηλεκτρική τροφοδοσία του. Ένας σταθμός με τέτοια διάταξη μπορεί και λειτουργεί αυτόνομα και απαιτούνται μόνο κάποιες επισκέψεις της ομάδας πεδίου για έλεγχο συντήρηση και πιθανό βαθμονόμηση όπου απαιτείται.

7.1.2 Μεθοδολογία

Για την υλοποίηση και διεκπεραίωση του παρόντος έργου ακολουθείται η συγκεκριμένη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, με σκοπό την διασφάλιση της επιχειρησιακής λειτουργίας των τηλεμετρικών σταθμών. Η εν λόγω μεθοδολογία για την διεκπεραίωση του αντικειμένου της σύμβασης περιλαμβάνει:

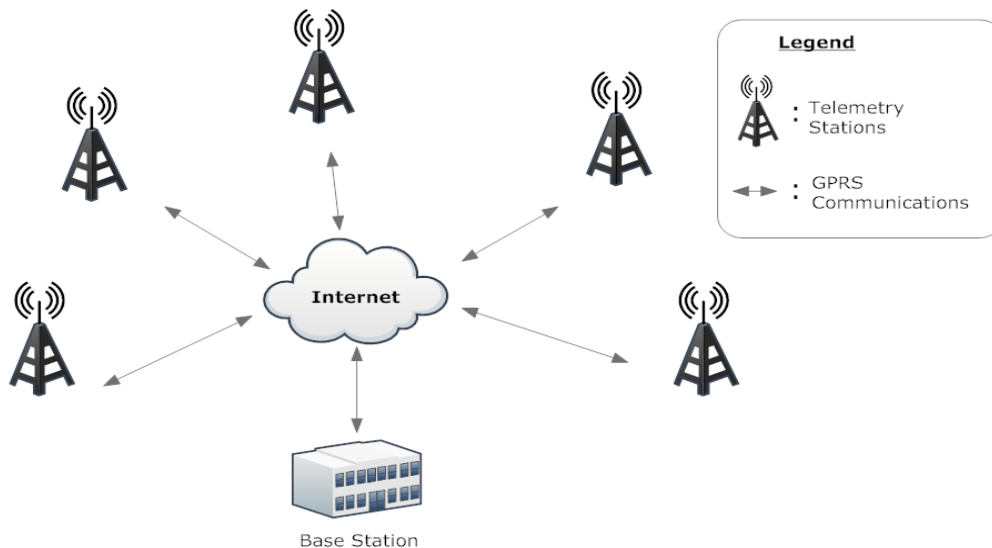
Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

- 
 Την καταγραφή των τεχνικών προδιαγραφών των τηλεμετρικών σταθμών των δύο Δήμων
- 
 Τα πρωτόκολλα παρακολούθησης και διασφάλισης της επιχειρησιακής λειτουργίας των τηλεμετρικών σταθμών.
- 
 Οργάνωση των εργασιών εξασφάλισης της χρονικής συνέχειας και της αξιοπιστίας τηλεμετρικών δεδομένων στο πλαίσιο της επιχειρησιακής λειτουργίας των τηλεμετρικών σταθμών.

7.1.3 Καταγραφή τεχνικών προδιαγραφών τηλεμετρικών σταθμών

Η φάση της καταγραφής των τεχνικών χαρακτηριστικών των τηλεμετρικών σταθμών αποσκοπεί στην αναλυτική αποτύπωση των τμημάτων που δομούν κάθε σταθμό και ειδικότερα τους αισθητήρες, το ηλεκτρονικό σύστημα και το τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Ο αισθητήρας είναι το όργανο που προσδιορίζει τις φυσικοχημικές παραμέτρους των υδάτινων σωμάτων στα οποία βρίσκεται τοποθετημένος. Το ηλεκτρονικό σύστημα αποτελείται από ηλεκτρονικά εξαρτήματα απαραίτητα για την αποθήκευση των φυσικοχημικών παραμέτρων τοπικά στον τηλεμετρικό σταθμό, τον συγχρονισμό της μετάδοσης των δεδομένων από τον αισθητήρα στην μνήμη του συστήματος και από τη μνήμη στο κέντρο λήψης, τον αυτοματοποιημένο έλεγχο και προγραμματισμό όλων των λειτουργιών του συστήματος και φυσικά την τροφοδοσία του συστήματος με ηλεκτρική ενέργεια η οποία ποικίλλει ανάλογα με την τοποθεσία όπου βρίσκεται εγκατεστημένος ο σταθμός καθώς και την κατανάλωση ισχύος των επιμέρους εξαρτημάτων του. Το τηλεπικοινωνιακό σύστημα αποτελείται από ένα αναλογικό modem και φυσικά τις γραμμές και τους αναμεταδότες της κινητής τηλεφωνίας τα οποία μισθώνει η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας από πάροχο κινητής τηλεφωνίας.

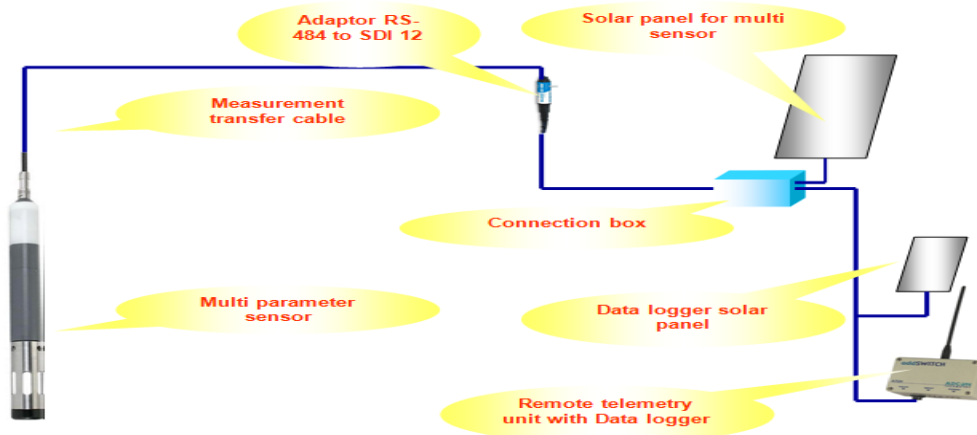
Η δομή ενός τηλεμετρικού δικτύου περιγράφεται στην Εικόνα 7.1.



Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

Εικόνα 7.1: Δομή Τηλεμετρικού Δικτύου

Η δομή ενός Τηλεμετρικού σταθμού περιγράφεται στην Εικόνα 7.2



Εικόνα 7.2: Δομή ενός Τηλεμετρικού σταθμού

7.1.4 Πρωτόκολλα παρακολούθησης και διασφάλισης της επιχειρησιακής λειτουργίας των τηλεμετρικών σταθμών

Η ομάδα έργου συντάσσει πρωτόκολλα παρακολούθησης και διασφάλισης της επιχειρησιακής λειτουργίας για κάθε ένα τηλεμετρικό σταθμό ξεχωριστά. Τα πρωτόκολλα παρακολούθησης βασίζονται στα αποτελέσματα που εξήχθησαν ύστερα από επίσκεψη της ομάδας έργου στους σταθμούς. Τα πρωτόκολλα παρακολούθησης και διασφάλισης της επιχειρησιακής λειτουργίας των τηλεμετρικών σταθμών καταγράφουν αναλυτικά τις εργασίες που είναι απαραίτητες να γίνονται σε κάθε σταθμό, τη συχνότητα πραγματοποίησης τους καθώς και την τεχνική ομάδα που τις διεκπεραίωσε ώστε να είναι ενήμερος ο μηχανικός τηλεμετρίας για την πρόοδο των εργασιών και την τήρηση του χρονοδιαγράμματος και να οργανώνει τις επόμενες επισκέψεις στους σταθμούς.

7.1.5 Εργασίες διασφάλισης επιχειρησιακής λειτουργίας τηλεμετρικών σταθμών

Η διασφάλιση της επιχειρησιακής λειτουργίας των τηλεμετρικών σταθμών περιλαμβάνει τις απαιτούμενες εργασίες, με βάση τις απαιτήσεις λειτουργίας κάθε σταθμού, για την αποσφαλμάτωση και απρόσκοπτη λειτουργία των τηλεμετρικών σταθμών σε επιχειρησιακό επίπεδο. Οι εν λόγω εργασίες περιλαμβάνουν :



Διεκπεραίωση των τακτικών εργασιών συντήρησης στους σταθμούς, όπως περιγράφονται στα πρωτόκολλα παρακολούθησης.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

- Καθημερινή επικοινωνία με τους σταθμούς και έλεγχος της ορθής λειτουργίας, τόσο του ηλεκτρονικού και του τηλεπικοινωνιακού συστήματος, όσο και του αισθητήρα. Σε περίπτωση αστοχίας ενός ή και περισσότερων από τα επιμέρους συστήματα κάποιου σταθμού ενεργοποιείται άμεσα η τεχνική ομάδα, η οποία και μεταβαίνει στην τοποθεσία του σταθμού και σε συνεργασία με τον υπεύθυνο τηλεμετρίας, ο οποίος βρίσκεται στο κέντρο λήψης δεδομένων, επιλύεται το πρόβλημα.
- Ανάπτυξη και συντήρηση διαδικτυακών και υπολογιστικών υποδομών στο κέντρο λήψης δεδομένων. Η επικοινωνία με τους τηλεμετρικούς σταθμούς εξασφαλίζεται με την ύπαρξη στο κέντρο λήψης δεδομένων ενός δικτύου Η/Υ, το οποίο τηρεί τους κανονισμούς ασφαλείας με ιεράρχηση των δικαιωμάτων πρόσβασης στους υπάλληλους ανάλογα με τη θέση τους διαμέσου ενός εξυπηρετητή που εξασφαλίζει τις απαιτήσεις ασφαλείας σε ένα δίκτυο Η/Υ. Ταυτόχρονα διασφαλίζεται η ύπαρξη αντιικών λογισμικών, καθώς και η τακτική ενημέρωσή τους με τις πλέον πρόσφατες εκδόσεις των κακόβουλων λογισμικών για πλήρη διασφάλιση της ακεραιότητας των τηλεμετρικών δεδομένων. Ταυτόχρονα, αναπτύχθηκε σύστημα τήρησης αντιγράφων ασφαλείας όλων των ηλεκτρονικών αρχείων (back-up) με προγραμματισμό να λαμβάνονται μία φορά την εβδομάδα αυτόματα από κάθε Η/Υ του δικτύου.

7.1.5.1 Έλεγχος ορθής λειτουργίας αισθητήρων

Τα όργανα με τα οποία είναι εξοπλισμένος ένας τηλεμετρικός σταθμός μπορούν να ελεγχθούν ως προς την ορθότητα τους με κάποια άλλα διακριβωμένα όργανα, τα οποία και θα φέρει η ομάδα πεδίου. Τα αποτελέσματα του ελέγχου θα καταγράφονται στο Έντυπο Έλεγχος οργάνων τηλεμετρικού σταθμού, στο οποίο θα υπάρχει και πίνακας ορίων βάσει των οποίων καθορίζεται και αν τα δεδομένα υπόκεινται προς απασφαλμάτωση, έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι τελικές απασφαλματωμένες βάσεις δεδομένων.

Η βαθμονόμηση του πολυαισθητήρα θα ακολουθεί το εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου, όπως ορίζεται από τον κατασκευαστή. Τα κριτήρια ορθής βαθμονόμησης του αισθητήρα για τις επιλεγμένες μετρούμενες παραμέτρους προκύπτουν από το εγχειρίδιο USGS «Κατευθυντήριες οδηγίες και πρότυπες διαδικασίες συνεχής παρακολούθησης ποιότητας υδάτων - Λειτουργία, υπολογισμοί και καταγραφή δεδομένων» του υπουργείου εσωτερικών ΗΠΑ (US Department of the Interior) και του αμερικάνικου γεωλογικού ινστιτούτου μελετών (U.S. Geological Survey).

Αναλυτικά οι μετρήσεις που θα γίνουν περιλαμβάνουν:

- ✓ Θερμικές συνθήκες (θερμοκρασία εδάφους και αέρα)
- ✓ Συνθήκες υγρασίας

Για την ημερήσια καταγραφή της θερμοκρασίας θα αξιοποιηθούν οι μετεωρολογικοί τηλεμετρικοί σταθμοί, οι οποίοι εγκαταστάθηκαν στο Δήμο Παύλου Μελά και στο Δήμο Δράμας.

Οι μετεωρολογικοί σταθμοί αποτελούνται από:

- Βροχόμετρο για τον προσδιορισμό του ύψους βροχής.
- Αισθητήρα υγρασίας για τον προσδιορισμό της σχετικής υγρασίας.

Deliverable 3.3.2 Operation of Pilot Actions in Greece

- Αισθητήρα για τον προσδιορισμό της ολικής, της διαθλώμενης ακτινοβολίας και της ηλιοφάνειας.
- Αισθητήρες προσδιορισμού κατεύθυνσης και ταχύτητας ανέμου.
- Αισθητήρα προσδιορισμού βαρομετρικής πίεσης.
- Αισθητήρα θερμοκρασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Efthimiou, N., Alexandris, S., Karavitis, C., & Mamassis, N. (2013). Comparative analysis of reference evapotranspiration estimation between various methods and the FAO56 Penman-Monteith procedure. *European Water*, 42, 19-34.

Ferré, T. P. A. and Warrick, A. W. (2005) 'Hydrodynamics in Soils', *Encyclopedia of Soils in the Environment*, pp. 227–230. doi: 10.1016/B0-12-348530-4/00377-5.

Jensen, Marvin Eli, Robert D. Burman, and Rick G. Allen. "Evapotranspiration and irrigation water requirements." ASCE, 1990.

Williams JR, Ying O, Chen JS, Ravi V (1998) Estimation of infiltration rate in the vadose zone: application of selected mathematical models, vol 2 (No. PB-98-147317/XAB). ManTech Environmental Technology, Inc., Research Triangle Park, NC (United States); Dynamac Corp., Ada, OK (United States); National Risk Management Research Lab., Subsurface Protection and Remediation Div., Ada, OK (United States)