

# Τεχνικές προδιαγραφές συστήματος

---

Παραδοτέο 4.1 (έκδοση 1.1)



## Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων.....	2
1 Εισαγωγή.....	3
2 Γενικές Απαιτήσεις Έργου .....	3
3 Προδιαγραφές.....	4
3.1 Γενικές Προδιαγραφές .....	4
3.2 Λειτουργικές Προδιαγραφές.....	4
3.3 Μη-λειτουργικές Προδιαγραφές.....	6
4 Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	8
4.1 Περιγραφή αρχιτεκτονικής συστήματος: Υλοποίηση φορέων Κύπρου .....	8
4.2 Επεξήγηση των νέων τεχνολογιών που θα εφαρμοστούν.....	9
4.3 Περιγραφή αρχιτεκτονικής συστήματος: Υλοποίηση φορέων Κρήτης.....	10
5 Σύνοψη .....	12

# 1 Εισαγωγή

Το έργο «Ευφυή Δίκτυα Νερού για Μείωση Απωλειών» - «SmartWater2020» έχει ως στόχο τον εκσυγχρονισμό τεσσάρων οργανισμών ύδρευσης στην Κύπρο και στην Κρήτη. Οι οργανισμοί αυτοί είναι τα Συμβούλια Υδατοπρομήθειας Λεμεσού και Λάρνακας, η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης-Αποχέτευσης Μαλεβιζίου, καθώς επίσης και το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων του Υπουργείου Γεωργίας, Αειφόρου Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος της Κύπρου. Από τη δημιουργία του έργου αυτού θα επωφεληθούν 350.000 κάτοικοι.

Η Κύπρος και η Κρήτη αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα όπως λειψυδρία, κλιματικές αλλαγές, υφαλμύρωση των υπόγειων υδάτων, αφανείς διαρροές, και δαπανούν μεγάλα ποσά για αφαλατώσεις. Βασικά προβλήματα που θα επιλυθούν είναι η εύρεση διαρροών, η εξοικονόμηση πόρων, η μείωση του ατιμολόγητου νερού και προβλήματα ποιότητας νερού.

Κύριοι σκοποί του έργου είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μίας πλατφόρμας που θα εμπλουτίζει λειτουργικά και θα διασυνδέει τα υφιστάμενα συστήματα, τα οποία θα εξυπηρετούν τους οργανισμούς, καθώς και η εγκατάσταση «έξυπνων συσκευών» για παρακολούθηση του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, οι εταίροι θα εγκαταστήσουν ελεγχόμενες βαλβίδες μείωσης πίεσης, αυτόματους υδρομετρητές, αισθητήρες πίεσης/ροής και αισθητήρες ποιότητας νερού.

## 2 Γενικές Απαιτήσεις Έργου

Οι γενικές απαιτήσεις του έργου είναι:

- Σχεδίαση έξυπνου λογισμικού για άμεση εύρεση διαρροών, διάγνωση μολύνσεων και έλεγχο του δικτύου.
- Διασύνδεση μεταξύ των νέων τεχνολογιών λογισμικού που θα αναπτυχθούν και των υφιστάμενων συστημάτων λογισμικού (ΣΥΛΕ).
- Διαχείριση του μεγάλου όγκου δεδομένων που θα συλλέγονται από τους αισθητήρες, τους οποίους θα εγκαταστήσει κάθε οργανισμός ύδρευσης (αισθητήρες για μέτρηση της πίεσης, της ποιότητας του νερού και της κατανάλωσης).
- Εγκατάσταση αυτόματων βαλβίδων για έλεγχο της πίεσης του δικτύου σε πραγματικό χρόνο, με στόχο την μείωση των απωλειών νερού (ΣΥΛΑ, ΔΕΥΑΜ).
- Σχεδίαση συστήματος επικοινωνίας αισθητήρων/επενεργητών με το κεντρικό σύστημα (τηλεμετρικά συστήματα) με στόχο τη μείωση κόστους μεταφοράς δεδομένων (ΔΕΥΑΜ).
- Μείωση ατιμολόγητου νερού.
- Παρακολούθηση παλαιών αγωγών για ανίχνευση βλαβών με την εγκατάσταση αισθητήρων ποιότητας και πίεσης κατά μήκος των αγωγών αυτών (ΤΑΥ).
- Αντικατάσταση παλαιών βαλβίδων (ΣΥΛΑ).
- Εγκατάσταση αισθητήρων ποιότητας νερού, που θα ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο, για ρύθμιση της χλωρίωσης σε σχέση με τη λήψη νερού από διάφορες πηγές (αφαλάτωση) και την ανίχνευση υψηλών συγκεντρώσεων χλωρίνης, καθώς και άλλων παραμέτρων σχετικών με την ποιότητα νερού (όπως π.χ. σκουριά), αλλά και για εύρεση των σημείων με προβλήματα στην ποιότητα νερού (ΣΥΛΕ).
- Μελέτη για την ενισχυτική χλωρίωση (ΣΥΛΕ).

- Μοντελοποίηση του δικτύου για έλεγχο των δυναμικών της ποιότητας νερού με χρήση αισθητήρων (ΤΑΥ, ΣΥΛΕ).
- Ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ οργανισμών αναφορικά με την ποιότητα νερού ως προς το ποσοστό αφαλατωμένου νερού (ΣΥΛΕ).
- Μελέτη για χρήση κινούμενων αισθητήρων που θα κινούνται στο δίκτυο μέσω των αγωγών με στόχο την καταγραφή της τοπολογίας του δικτύου και την ανίχνευση βλαβών.
- Μεγαλύτερη κάλυψη των αναγκών των κατοίκων των περιοχών που σχετίζονται με το έργο SmartWater2020.

## 3 Προδιαγραφές

### 3.1 Γενικές Προδιαγραφές

Οι απαιτήσεις και οι ανάγκες που παρουσιάστηκαν από κάθε εταίρο ομαδοποιήθηκαν σε πέντε (5) κατηγορίες. Για τις κατηγορίες αυτές αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν τέσσερα (4) πιλοτικά σενάρια για τους οργανισμούς ύδρευσης και ένα (1) πειραματικό σενάριο για τους ερευνητικούς εταίρους. Τα πέντε (5) αυτά σενάρια είναι τα εξής:

- Κατηγορία 1: Διαρροές
- Κατηγορία 2: Ποιότητα
- Κατηγορία 3: Πίεση
- Κατηγορία 4: Τηλεμετρία
- Κατηγορία 5: Τοπολογία

### 3.2 Λειτουργικές Προδιαγραφές

- Κατηγορία 1 (ΔΙΑΡΡΟΕΣ): παρακολούθηση του δικτύου σε πραγματικό χρόνο για έγκαιρη διάγνωση διαρροών νερού και άλλων παρόμοιων θεμάτων (π.χ. κλοπή νερού):
  - θα αναπτυχθεί λογισμικό το οποίο θα ενσωματωθεί και θα δοκιμαστεί σε πραγματικό περιβάλλον,
  - το λογισμικό θα χρησιμοποιεί δεδομένα που βρίσκονται στο κέντρο ελέγχου του δικτύου υποδομής υπό τη μορφή χρονοσειρών (επαυξημένων στην κλίμακα του χρόνου ή μη), καθώς και υδραυλικά μοντέλα,
  - το λογισμικό θα παρουσιάζει στους χρήστες/διαχειριστές συστημάτων τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δεδομένων που έχουν σχέση με τις διαρροές σε κατάλληλη μορφή (αναφορά, csv αρχείο, dashboard, κλπ.).
- Κατηγορία 2 (ΠΟΙΟΤΗΤΑ): παρακολούθηση της ποιότητας νερού και βοήθεια στη λήψη αποφάσεων (π.χ. για ρύθμιση της χλωρίωσης, για εκτίμηση της κατάστασης σε πραγματικό χρόνο):
  - θα εγκατασταθούν αισθητήρες οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα μέτρησης της συγκέντρωσης ελεύθερης χλωρίνης στο δίκτυο,

- θα συλλεχθούν δεδομένα τα οποία, μαζί με το υδραυλικό μοντέλο, θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ενός μοντέλου ποιότητας νερού,
  - οι αλγόριθμοι και το αντίστοιχο λογισμικό που θα αναπτυχθούν θα χρησιμοποιηθούν για ελέγχους και ανάλυση των δεδομένων που είναι σχετικά με την ποιότητα νερού,
  - το λογισμικό θα παρουσιάζει στους χρήστες/διαχειριστές συστημάτων τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δεδομένων που έχουν σχέση με τις διαρροές σε κατάλληλη μορφή (αναφορά, csv αρχείο, dashboard, κλπ.).
- **Κατηγορία 3 (ΠΙΕΣΗ):** καλύτερη διαχείριση των βαλβίδων πίεσης για βελτίωση ρύθμισης της πίεσης με στόχο τη μείωση των απωλειών βάσης:
    - θα εγκατασταθούν νέες βαλβίδες ρύθμισης πίεσης (π.χ. PRV) ή νέα ηλεκτρονικά συστήματα ρύθμισης βαλβίδων (στην περίπτωση που υπάρχουν υφιστάμενες που υποστηρίζουν αυτή την τεχνολογία),
    - θα γίνει καταγραφή των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν τις διαρροές σύμφωνα με τις αρχές διεθνών οργανισμών, όπως του IWA, και με βάση το υδραυλικό μοντέλο θα αναπτυχθεί σύστημα (ως μέρος του κεντρικού λογισμικού συστήματος) το οποίο θα εκτιμά τις διαρροές βάσης και θα επιλύει το πρόβλημα για το πώς θα διαμορφώνεται το πρόγραμμα αυξομείωσης της πίεσης στα DMAs ώστε να επιτυγχάνεται η παροχή νερού στην απαιτούμενη ποσότητα/ποιότητα μειώνοντας τις διαρροές,
    - το λογισμικό θα παρουσιάζει στους χρήστες τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις των δεδομένων που έχουν σχέση με τις διαρροές σε κατάλληλη μορφή (αναφορά, csv αρχείο, dashboard, κλπ.).
  - **Κατηγορία 4 (ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ):** μείωση του λειτουργικού κόστους της υφιστάμενης υποδομής τηλεμετρίας:
    - ανάπτυξη έξυπνων αλγορίθμων επεξεργασίας σήματος και ανάλυσης χρονοσειρών για την μείωση του ρυθμού αποστολής δεδομένων μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και την ανακατασκευή των δεδομένων,
    - ανάπτυξη καινοτόμων τηλεπικοινωνιακών πλατφορμών για την αποστολή δεδομένων χωρίς την χρήση δικτύων υποδομής (π.χ. κινητής τηλεφωνίας).
  - **Κατηγορία 5 (ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ):** βελτίωση των χαρτών που περιγράφουν την τοπολογία του δικτύου:
    - θα αναπτυχθεί πειραματικά από το ΠΚ και το ΙΤΕ κινούμενος αισθητήρας, ο οποίος θα δοκιμαστεί σε πειραματικό δίκτυο το οποίο θα σχεδιαστεί ειδικά για το σκοπό αυτό,
    - θα σχεδιαστούν μέθοδοι για εκτίμηση της τοπολογίας του δικτύου.

	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ</b>	<b>ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΔΙΑΡΡΟΩΝ</b>	<b>ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ</b>	<b>ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΙΕΣΗΣ</b>	<b>ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑΣ (εργαστήριο)</b>
<b>ΤΑΥ</b>		X	X		
<b>ΣΥΛΕ</b>	X	X	X	X	
<b>ΣΥΛΑ</b>	X	X	X	X	
<b>ΔΕΥΑΜ</b>	X	X		X	
<b>ΠΚ</b>	X	X	X	X	X
<b>ΙΤΕ</b>	X	X	X		X

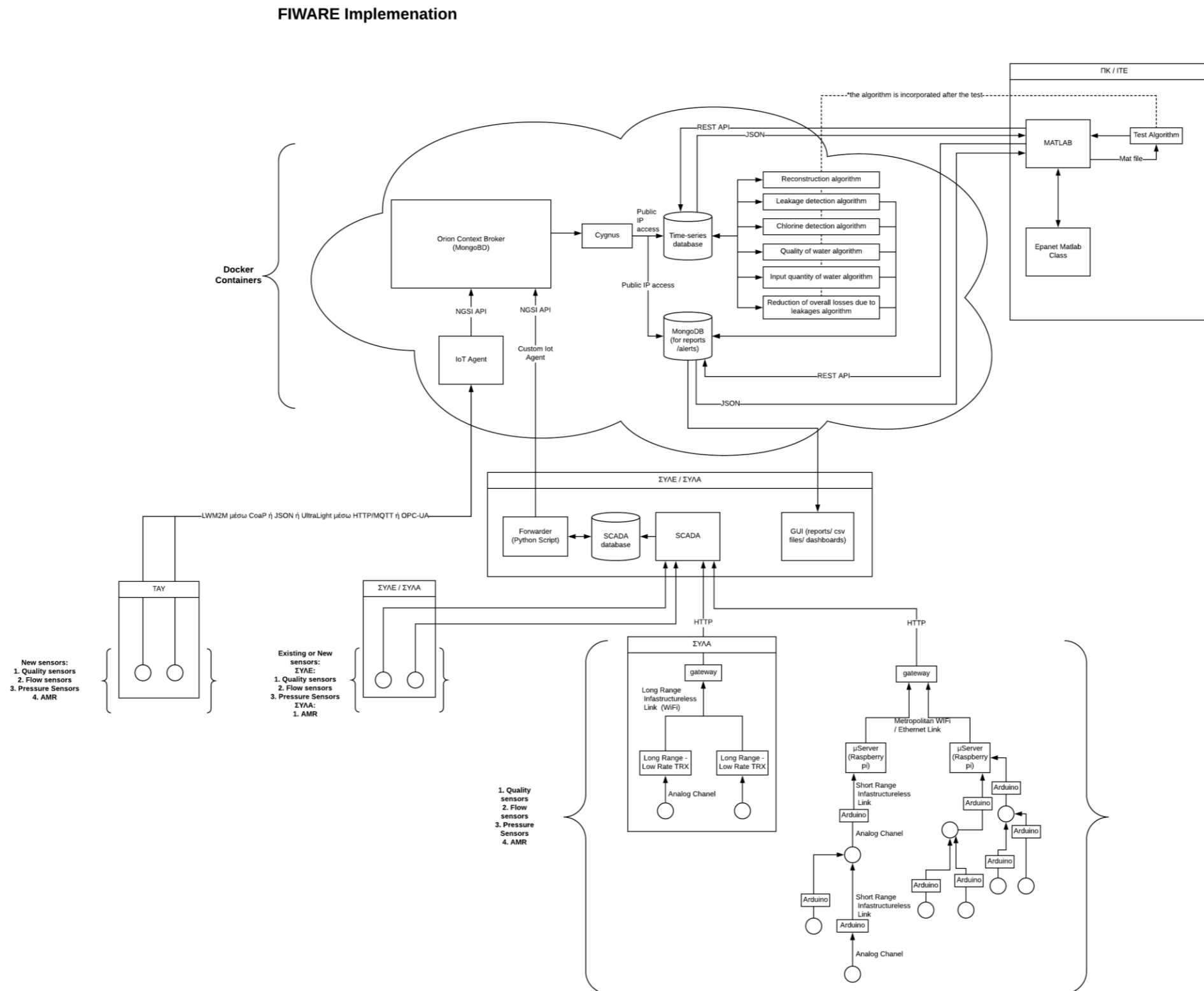
### 3.3 Μη-λειτουργικές Προδιαγραφές

- Επικοινωνία μεταξύ των αισθητήρων και του λογισμικού:
  - Εγκατάσταση καινούργιων αισθητήρων πίεσης, ποιότητας, έξυπνων υδρομετρητών, βαλβίδων ρύθμισης πίεσης (π.χ. PRV) ή νέων ηλεκτρονικών συστημάτων ρύθμισης βαλβίδων.
  - Επικοινωνία των νέων, αλλά και υπαρχόντων αισθητήρων, με τα υφιστάμενα τηλεμετρικά συστήματα (SCADA) και ακολούθως με το Orion Context Broker για επικοινωνία με την πλατφόρμα Fiware ή κατευθείαν με τον IOT agent (με χρήση IoT πρωτοκόλλων επικοινωνίας, όπως LWM2M μέσω CoaP, JSON ή UltraLight μέσω HTTP/MQTT ή OPC-UA) για επικοινωνία με την πλατφόρμα Fiware.
    - Εγκατάσταση συστήματος επικοινωνίας αισθητήρα με «Πλατφόρμα Μακράς Εμβέλειας – Χαμηλού Ρυθμού» και χρήση «Long range infrastructure link (WiFi)» για επικοινωνία των αισθητήρων με τα τηλεμετρικά συστήματα.
    - Εγκατάσταση πλακετών «Arduino» για επικοινωνία με πλατφόρμα μικρής εμβέλειας με «Raspberry pi» και χρήση «Metropolitan WiFi / Ethernet Link» για επικοινωνία των αισθητήρων με τα τηλεμετρικά συστήματα.
- Ανάπτυξη ολοκληρωμένου λογισμικού:
  - Βασική προϋπόθεση του κεντρικού λογισμικού συστήματος είναι η ασφάλεια. Το κεντρικό λογισμικό σύστημα θα πρέπει να παρέχει πρόσβαση μόνο στα αρμόδια άτομα των τεσσάρων οργανισμών άρδευσης και των δύο ερευνητικών κέντρων που σχετίζονται με το έργο αυτό, καθώς και με την κάθε κατηγορία (διαρροές, ποιότητα νερού, κλπ.). Άτομα που τα καθήκοντά τους δε συνάδουν με οποιαδήποτε από τις κατηγορίες, δε θα αποκτούν πρόσβαση στα αποτελέσματα των κατηγοριών αυτών.
  - Βασική προϋπόθεση είναι επίσης η εύκολη εγκατάσταση και χρήση του λογισμικού από όλους τους εταίρους.
  - Δημιουργία «προωθητή (forwarder)» ώστε να επιτευχθεί κατευθείαν επικοινωνία των τηλεμετρικών συστημάτων με τον Orion Context Broker (μέσω του Fiware NGSII API) της πλατφόρμας Fiware και ενσωμάτωση του «forwarder» στις βάσεις δεδομένων των τηλεμετρικών συστημάτων. Ο «forwarder» θα γραφτεί σε γλώσσα προγραμματισμού Python.
  - Χρήση IoT Agent, Orion Context Broker και Cygnus Generic Enablers για τη δημιουργία της πλατφόρμας που θα εξυπηρετεί στην αποστολή και μεταφορά των δεδομένων από τις τοποθεσίες των αισθητήρων και από τα τηλεμετρικά συστήματα στις νέες βάσεις δεδομένων χρονοσειρών και χρήση Security Generic Enablers για την εγγύηση ασφαλούς πρόσβασης.
  - Θα δημιουργηθούν δύο (2) νέες βάσεις δεδομένων:
    - Βάση δεδομένων για χρονοσειρές, η οποία θα περιέχει όλα τα δεδομένα που προέρχονται από τους αισθητήρες.
      - Ενσωμάτωση των υλοποιημένων και επαληθευμένων αλγορίθμων στο κεντρικό λογισμικό, έτσι ώστε να χρησιμοποιούν τα δεδομένα από την βάση δεδομένων χρονοσειρών.
    - Βάση δεδομένων για έγγραφα (document-oriented database), η οποία θα χρησιμοποιηθεί για αποθήκευση των αποτελεσμάτων των αλγορίθμων.

- Οι αλγόριθμοι θα είναι γραμμένοι σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab και Java, ενώ θα γίνεται επαλήθευσή τους πριν ενσωματωθούν στο κεντρικό λογισμικό σύστημα. Οι αλγόριθμοι θα έχουν σκοπό την ανάλυση των δεδομένων και την παρακολούθηση του συστήματος. Όσον αφορά τις τεχνικές συμπίεσης και ανάκτησης χαμένων δεδομένων, καθώς και τις μεθόδους εντοπισμού ακραίων συμβάντων, που υλοποιούνται από τους ερευνητές του ΙΤΕ με χρήση Matlab και Java, ο έλεγχος της απόδοσής τους γίνεται πάνω σε πραγματικά δεδομένα που αποστέλλει η ΔΕΥΑΜ υπό μορφή csv αρχείων. Στόχος στο άμεσο μέλλον είναι η απευθείας διασύνδεσή τους με τη βάση δεδομένων του κέντρου τηλεμετρίας της ΔΕΥΑΜ ώστε να λαμβάνουν την απαραίτητη πληροφορία εισόδου σε πραγματικό χρόνο. Αναφορικά με τα υδραυλικά μοντέλα, αυτά θα υλοποιούνται με τη χρήση της βιβλιοθήκης Epanet Matlab class, η οποία έχει υλοποιηθεί από ερευνητές του ΚΟΙΟΣ. Οι ερευνητές θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων του κεντρικού λογισμικού συστήματος, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα πραγματικά δεδομένα των αισθητήρων. Για να επιτευχθεί η επικοινωνία αυτή θα χρησιμοποιείται REST API και θα αποστέλλονται JSON αρχεία (στους ερευνητές).
- Δημιουργία γραφικών περιβαλλόντων διεπαφής χρήστη (GUI) ανάλογων με τα αποτελέσματα που θα πρέπει να εμφανίζονται στους χρήστες για κάθε κατηγορία (ποιότητα νερού, πίεση, διαρροές κλπ.).
- Για το κεντρικό λογισμικό που θα υλοποιηθεί στα πλαίσια του έργου θα χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία Docker. Αυτό σημαίνει ότι κάθε Generic Enabler του Fiware, βάση δεδομένων, κώδικας και αναφορά ή αρχείο που δίνονται σαν αποτελέσματα, θα αποτελούν ένα Docker container.
- Ανάπτυξη και δοκιμή κινούμενων αισθητήρων, οι οποίοι θα πλέουν στο δίκτυο για εντοπισμό διαρροών και για καταγραφή της τοπολογίας του δικτύου.

## 4 Αρχιτεκτονική Συστήματος

### 4.1 Περιγραφή αρχιτεκτονικής συστήματος: Υλοποίηση φορέων Κύπρου





## 4.2 Επεξήγηση των νέων τεχνολογιών που θα εφαρμοστούν

### 4.2.1 Fiware

Το Fiware είναι μία πλατφόρμα λογισμικού ανοικτού κώδικα, η οποία αποτελείται από διάφορα μέρη (components). Η διασύνδεση αυτών των components, τα οποία ονομάζονται Generic Enablers, μπορεί να βοηθήσει στην υλοποίηση διαφόρων έργων, με διαφορετικές λειτουργίες το κάθε ένα. Το Fiware είναι μία πλατφόρμα που επιτρέπει την ενεργειακά βέλτιστη ροή πληροφορίας, χωρίς να απαιτεί τεχνολογικές υποδομές, παρόλο που μπορεί να εγκατασταθεί και τοπικά σε ένα server. Τα διάφορα components επικοινωνούν μεταξύ τους με την χρήση IP διευθύνσεων. Το κύριο component του Fiware αποτελεί ο Orion Context Broker, ο οποίος έχει αποθηκευμένες εικονικές αναπαραστάσεις με τα χαρακτηριστικά κάθε αισθητήρα (IoT συσκευής) και επιτρέπει την ενημέρωση από την τρέχουσα τιμή των αισθητήρων, αλλά και την πρόσβαση στην τρέχουσα τιμή των αισθητήρων. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η συλλογή τιμών από αισθητήρες και η καταχώρησή τους με δομημένη μορφή σε μία βάση, ή η αλλαγή της κατάστασης των αισθητήρων. Ο Orion Context Broker έχει τη δυνατότητα να συγκρατεί πολλές εικονικές αναπαραστάσεις από διάφορους αισθητήρες, οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικά μέρη και να στέλλουν τιμές με διαφορετική συχνότητα.

Με την χρήση της πλατφόρμας Fiware σε αυτό το έργο, γίνεται βέλτιστη συλλογή των δεδομένων από τους αισθητήρες, αλλά και από τις βάσεις δεδομένων των τηλεμετρικών συστημάτων, χωρίς να επηρεάζει το γεγονός ότι οι αισθητήρες ανήκουν σε τέσσερις (4) διαφορετικούς οργανισμούς ύδρευσης σε Κύπρο και Κρήτη. Επίσης, η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται με δομημένο τρόπο (που δίνεται από το Fiware) κατευθείαν στη βάση δεδομένων για χρονοσειρές. Με την δημιουργία αυτής της βάσης δεδομένων θα δίνεται η δυνατότητα δοκιμής νέων αλγορίθμων σε πραγματικά δεδομένα και δεδομένα πραγματικού χρόνου.

### 4.2.2 Docker

Το Docker<sup>1</sup> είναι μία πλατφόρμα λογισμικού ανοικτού κώδικα, όπου εφαρμόζεται η εικονικοποίηση (virtualization) στο επίπεδο του λειτουργικού συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι προβλήματα, όπως η ασυμβατότητα μεταξύ τεχνολογιών και υποδομών, σταματούν να μας επηρεάζουν κατά την διάρκεια της ανάπτυξης ενός λογισμικού. Το Docker τρέχει containers, οι οποίοι μπορεί να εμπεριέχουν μία βάση δεδομένων ή ένα κώδικα (για παράδειγμα: ένα python script).

Με την χρήση Docker σε αυτό το έργο επιτυγχάνεται η εύκολη χρήση του λογισμικού που θα υλοποιηθεί από όλους τους εταίρους του έργου.

### 4.2.3 Graphic User Interface (GUI)

Για το γραφικό περιβάλλον διεπαφής χρήστη, θα δημιουργηθούν κατά κύριο λόγο πίνακες ελέγχου (dashboards) ή και διαδικτυακές εφαρμογές (web applications). Επίσης, θα παράγονται αναφορές (reports) και αρχεία με δεδομένα (σε μορφή csv, JSON, κλπ.) με τα αποτελέσματα των αλγορίθμων που θα ενσωματωθούν στο κεντρικό λογισμικό, τα οποία θα αποστέλλονται στα ενδιαφερόμενα άτομα ανάλογα με το περιεχόμενό τους.

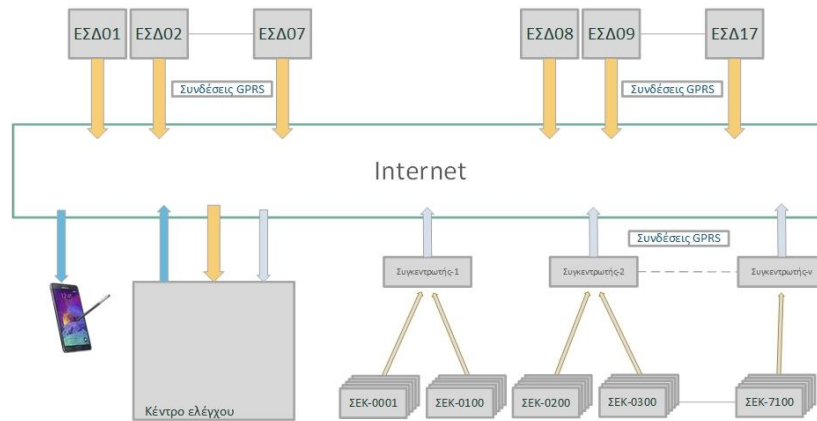
Με τη χρήση dashboards ή web applications μπορεί να επιτευχθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων από την επεξεργασία των δεδομένων, σε πραγματικό χρόνο στους ενδιαφερόμενους χρήστες του συστήματος. Επίσης δε θα είναι απαραίτητη η εγκατάσταση αυτών των εφαρμογών σε οποιοδήποτε υπολογιστή και συνεπώς θα είναι ευκολότερη η παρακολούθηση των αποτελεσμάτων οποιαδήποτε στιγμή και από οποιοδήποτε μέρος που παρέχει πρόσβαση στο διαδίκτυο.

---

<sup>1</sup> <https://el.wikipedia.org/wiki/Docker>

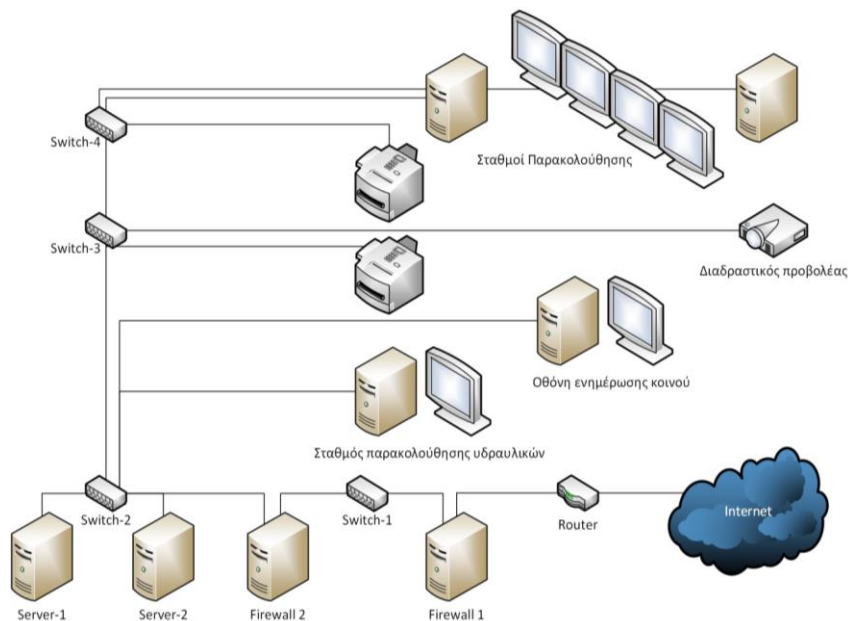
### 4.3 Περιγραφή αρχιτεκτονικής συστήματος: Υλοποίηση φορέων Κρήτης

Η υφιστάμενη υποδομή του δικτύου επικοινωνιών για το σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου του δικτύου ύδρευσης της ΔΕΥΑΜ φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται 25 σταθμοί Εσωτερικού Δικτύου/Καταγραφής (ΕΣΔ) και 700 σταθμοί Ελέγχου Κατανάλωσης (ΣΕΚ). Η επικοινωνία των ΕΣΔ με το κέντρο ελέγχου και τις κινητές συσκευές γίνεται μέσω συνδυασμού συνδέσεων GPRS και διαδικτύου. Οι μετρήσεις των ΣΕΚ συλλέγονται σε ενδιάμεσους «συγκεντρωτές», οι οποίοι με τη σειρά τους αποστέλλουν τα δεδομένα μέσω συνδέσεων GPRS στο κέντρο ελέγχου.



Δίκτυο επικοινωνιών συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου δικτύου ύδρευσης ΔΕΥΑΜ.

Αναφορικά με την αρχιτεκτονική δικτύου του υφιστάμενου κέντρου ελέγχου της ΔΕΥΑΜ, αυτή συνοψίζεται στο ακόλουθο διάγραμμα. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα που λαμβάνονται μέσω διαδικτύου και δικτύου κινητής τηλεφωνίας περνούν από μία σειρά firewalls με σκοπό να εξασφαλιστεί η ασφάλεια των δεδομένων, πριν καταλήξουν στους υφιστάμενους servers και τις υπάρχουσες βάσεις δεδομένων. Οι αλγόριθμοι επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων που αναπτύσσονται από τους ερευνητές του ΙΤΕ θα εγκατασταθούν στο τοπικό σύστημα, ώστε να έχουν απευθείας πρόσβαση στις λαμβανόμενες χρονοσειρές σε πραγματικό χρόνο, αλλά και να εξάγουν τα αποτελέσματά τους για περαιτέρω οπτικοποίηση στους σταθμούς παρακολούθησης και την οθόνη ενημέρωσης κοινού.



Διάγραμμα δικτύου κέντρου ελέγχου ΔΕΥΑΜ.

#### 4.3.1 Υδρόμετρο – αισθητήρας και αποστολή δεδομένων

Οι αισθητήρες υδρομέτρων που προμηθεύτηκε και θα εγκαταστήσει στο δίκτυο της η ΔΕΥΑΜ είναι αισθητήρες τύπου single jet, dry meters, μετρολογικής ακρίβειας κλάσης 2. Χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια ( $\pm 5\%$  μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα για τη ζώνη χαμηλότερης ροής,  $\pm 2\%$  και  $\pm 3\%$  μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα για τη ζώνη υψηλότερης ροής ανάλογα με το αν η θερμοκρασία του νερού είναι  $\leq 30^{\circ}\text{C}$  ή  $> 30^{\circ}\text{C}$ , αντίστοιχα) και υψηλή ανάλυση καταγραφής.

Η αποστολή των δεδομένων από τους αισθητήρες γίνεται μέσω ενός M-Bus wireless remote readout adapter, σε απόσταση 600-800 μέτρων σε ανοιχτό χώρο. Παρέχεται προστασία από την υγρασία με βάση το πρότυπο IP68, ενώ υποστηρίζεται ένα σύνολο από προειδοποιήσεις, όπως, ενημέρωση αφαίρεσης αισθητήρα από το υδρόμετρο, ένδειξη χαμηλής μπαταρίας, ακραία διαρροή, σφάλμα αισθητήρα κ.ά. Τα δεδομένα που αποστέλλονται περιλαμβάνουν τη συνολική και αντίστροφη ροή (σε λίτρα), την ημ/νία και χρόνο καταγραφής μέτρησης, και το σειριακό αριθμό της συσκευής.

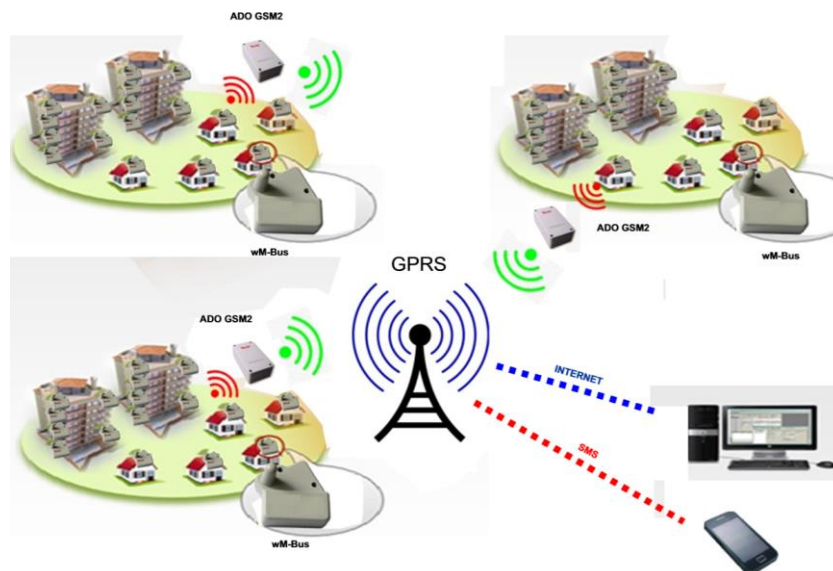
#### 4.3.2 Πίεση – αισθητήρας και αποστολή δεδομένων

Χρησιμοποιείται πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας για μέτρηση της πίεσης με ακρίβεια μικρότερη  $\pm 0,35\%$  FSO και εύρος λειτουργίας από 0,04 έως 40 bars. Τα αρχειοθετημένα δεδομένα αποστέλλονται μέσω GSM dataloggers στο SCADA κεντρικό σταθμό, με την περίοδο αρχειοθέτησης να είναι ρυθμιζόμενη από το χρήστη (ανά 1, 5, 10, 15, 30, 60 λεπτά, αν είναι 0 δεν αρχειοθετεί). Το μέγιστο πλήθος μηνυμάτων SMS που αποστέλλονται ανά ημέρα έχει ορισθεί στα 100, ενώ ο χρόνος μετάδοσης ποικίλει με βάση κάποιους κανόνες (π.χ. μία φορά/ημέρα στέλνει όλα τα SMS στον κεντρικό σταθμό, αποστολή σε περίπτωση υπερχειλίσσης μνήμης, κλπ.). Ο συγχρονισμός του ρολογιού της συσκευής για την αρχειοθέτηση των τιμών επιτυγχάνεται μέσω του δικτύου GSM.

#### 4.3.3 Συγκεντρωτής υδρομέτρων

Ο συγκεντρωτής που λαμβάνει μετρήσεις από ένα σύνολο υδρομέτρων υποστηρίζει GSM2 wM-Bus για τη μετάδοση της κατανάλωσης σε κάποιο απομακρυσμένο υπολογιστή μέσω δικτύου GSM/GPRS. Μια συσκευή GSM2 μπορεί να συνδεθεί το πολύ με 16 συσκευές μέτρησης κατανάλωσης.

Ο χρησιμοποιούμενος συγκεντρωτής μπορεί να ανακτήσει τις μετρήσεις κατανάλωσης κάθε υδρομέτρου που συνδέεται με αυτόν χωριστά σε καθορισμένη ημερομηνία και ώρα. Στη συνέχεια τα καταγεγραμμένα δεδομένα αποστέλλονται μέσω δικτύου GSM στο διακομιστή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Κατόπιν, το λογισμικό υποστήριξης κατεβάζει τα δεδομένα από το διακομιστή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και δημιουργεί μια βάση δεδομένων στον απομακρυσμένο υπολογιστή. Τα αποθηκευμένα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να αναλυθούν, να εκτυπωθούν ή να εξαχθούν σε έναν αριθμό κοινών μορφών αρχείων που μπορούν να εισαχθούν απευθείας στο λογισμικό χρέωσης.



*Συνδεσιμότητα αισθητήρων υδρομέτρων και συγκεντρωτών που θα εγκαταστήσει η ΔΕΥΑΜ.*

## 5 Σύνοψη

Με τη χρήση των τεχνολογιών που έχουν αναφερθεί επιτυγχάνονται και οι δύο από τις βασικές προϋποθέσεις του έργου, δηλαδή, α) η εύκολη εγκατάσταση και χρήση του λογισμικού από όλους τους εταίρους και β) η ασφάλεια των δεδομένων. Με την εφαρμογή της πλατφόρμας Fiware, επιτυγχάνεται ο σωστός διαμοιρασμός της πληροφορίας καθώς και η χρήση Security Generic Enablers, ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής χρήση των πληροφοριών. Τέλος, με την εφαρμογή του Docker επιτυγχάνεται η εύκολη εγκατάσταση του λογισμικού, ενώ με την υλοποίηση γραφικών περιβαλλόντων, όπως dashboards ή web applications, είναι δυνατή η εύκολη παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο για όλους τους εταίρους.