



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών &  
Μηχανικών Υπολογιστών

# Διπλωματική Εργασία

**Σχεδιασμός και Υλοποίηση πληροφοριακού συστήματος εποπτείας  
και διαχείρισης αγωγού φυσικού αερίου**

Τσιβελής Ιωάννης

Εργαστήριο Ρομποτικής, Ενσωματωμένων  
και Ολοκληρωμένων Συστημάτων  
<https://arch.ece.uowm.gr/>

Ιούλιος 2021

Επιβλέπων Καθηγητής:  
**Δρ. Μηνάς Δασυγένης**

# Περίγραμμα Παρουσίασης

- Εισαγωγή
- Θεωρητικό υπόβαθρο
- Αποτέλεσμα διπλωματικής εργασίας
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη
  - Απαιτήσεις συστήματος
  - Βάση δεδομένων
  - Ασφάλεια
  - Καινοτομία συστήματος
- Διεπαφές χρηστών
- Συμπεράσματα
- Μετρικά συστήματος
- Μελλοντικές επεκτάσεις
- Πλάνο ελέγχου ορθής λειτουργίας
- Μελέτη – Εκτίμηση συνεχόμενης λειτουργίας του συστήματος

# Εισαγωγή

## Ορισμός Προβλήματος

- Περιπλοκότητα ενός συστήματος διαχείρισης και εποπτείας αγωγού φυσικού αερίου
- Χρήζει 24ωρης εποπτείας λόγω επικινδυνότητας
- Κεντρικός έλεγχος μετρήσεων
- Έγκυρη και έγκαιρη ειδοποίηση σε περίπτωση βλάβης
- Απομακρυσμένος έλεγχος
- Αποφυγή ατυχημάτων και απώλειας προϊόντος

# Θεωρητικό Υπόβαθρο Τεχνολογίες & Εργαλεία Λογισμικού



# Αποτέλεσμα διπλωματικής εργασίας

- Η υλοποίηση του συστήματος IOT (Internet of Things) περιλαμβάνει την σελίδα διαχείρισης, την εφαρμογή android και το Arduino
- Αναπτύχθηκε ένα ενσωματωμένο σύστημα διαχείρισης και εποπτείας αγωγού φυσικού αερίου
- Το Arduino αναλαμβάνει την συλλογή δεδομένων από τον αγωγό και την εκτέλεση των διαχειριστικών λειτουργιών του συστήματος στον αγωγό
- Η επικοινωνία μεταξύ του Web Server και του Arduino έχει υλοποιηθεί με βάση το πρωτόκολλο MQTT

# Σχεδιασμός και ανάπτυξη

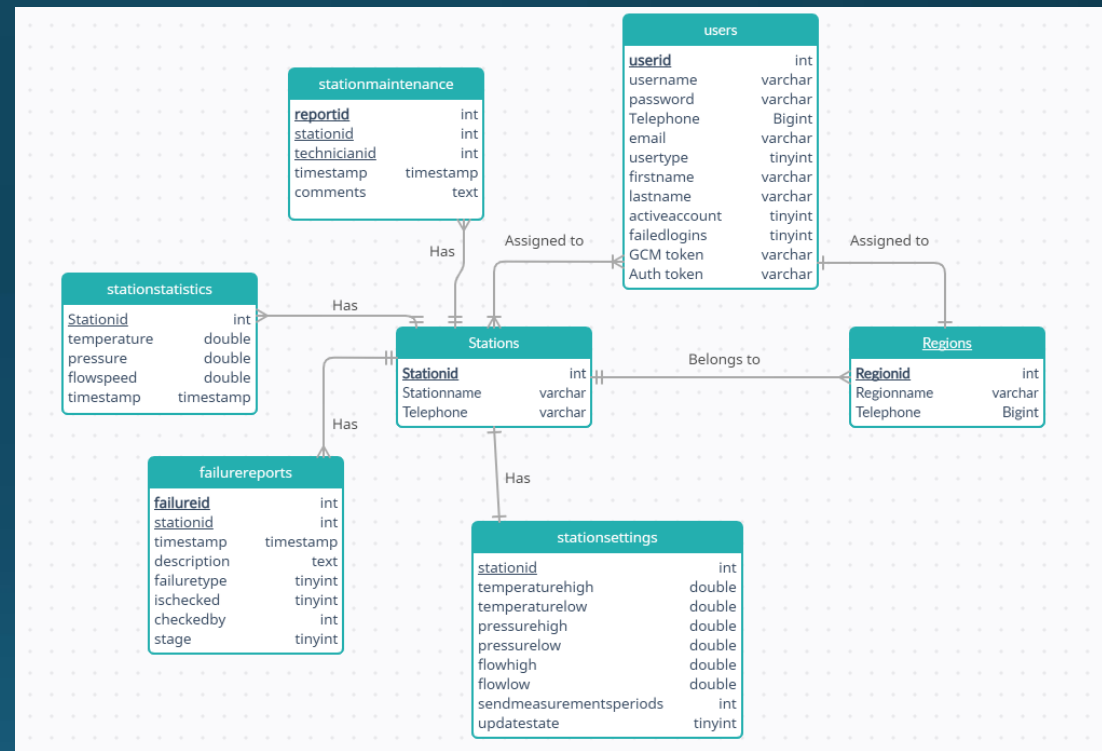
## Απαιτήσεις συστήματος

- Κατηγορίες Χρηστών
  - Τεχνικός-Προϊστάμενος-Διαχειριστής
- Προσθήκη/Επεξεργασία
  - Σταθμού
  - Περιφέρειας
  - Χρηστών
- Είσοδος στο σύστημα
- Προβολή μετρήσεων σταθμού
- Ανάθεση χρηστών
- Αναγνώριση βλαβών
- Ειδοποίηση μέσω SMS και push notifications
- Δημιουργία αναφοράς συντήρησης
- Προβολή ιστορικού βλαβών
- Κλείσιμο βαλβίδας αγωγού
- Δυναμικές ρυθμίσεις συστήματος
- Responsive design

# Σχεδιασμός και ανάπτυξη Βάση Δεδομένων

## □ 10 Πίνακες

- Users
- Stations
- Regions
- Stationstoregions
- Assignedtechnicians
- Assignedsupervisors
- Stationstatistics
- Failurereports
- Stationmaintenance
- Stationsettings



- Κανονικοποίηση βάσης 3NF
- Ένας user προς πολλούς σταθμούς - περιφέρειες
- Πολλοί σταθμοί προς μία περιφέρεια

# Σχεδιασμός και ανάπτυξη Ασφάλεια

- Διακριτά δικαιώματα χρηστών
- Κρυπτογραφημένοι κωδικοί πρόσβασης
- SSL/TLS πιστοποίηση – σύνδεση HTTPS
- Χρήση PDO queries για προστασία από SQL injection attacks
- Tokens για πιστοποίηση χρηστών
- Session timeout – Αποσύνδεση χρήστη
- Απενεργοποίηση λογαριασμού μετά από πολλές αποτυχημένες προσπάθειες σύνδεσης
- Επικύρωση εισαγόμενων δεδομένων



# Σχεδιασμός και ανάπτυξη Καινοτομία συστήματος

- Το σύστημα που αναπτύξαμε χρησιμοποιεί καινοτόμες τεχνολογίες στην υλοποίηση του με στόχο την ασφάλεια και εγκυρότητα των δεδομένων
- Είναι ένα σύστημα ανοιχτού κώδικα με αποτέλεσμα να προσφέρει ευελιξία και δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης
- Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του είναι μικρό, χωρίς να κάνει χρήση ακριβών οργάνων και hardware
- Κάνει χρήση του πρωτοκόλλου ανταλλαγής μηνυμάτων MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) που προσφέρει συνδέσεις χωρίς απώλειες με χαμηλό υπολογιστικό κόστος

# Διεπαφές Χρηστών

## Είσοδος – Ιστοσελίδα & Android

Welcome to  
**N.G.P.M.S.**  
Natural Gas Pipeline Monitoring System

**Είσοδος Στο Σύστημα**

Username

Password

**Log-in**

Ξεχάσατε τον κωδικό σας?  
Παρακαλώ επικοινωνήστε με τον διαχειριστή του συστήματος

Welcome to  
**N.G.P.M.S.**  
Natural Gas Pipeline  
Monitoring System

**Είσοδος Στο  
Σύστημα**

Username

Password

**Log-in**

Ξεχάσατε τον κωδικό σας?  
Παρακαλώ επικοινωνήστε με τον  
διαχειριστή του συστήματος

2020©N.G.P.M.S.

# Διεπαφές Χρηστών

## Διαχείριση Σταθμών


[+ Νέος Σταθμός](#)

### Σταθμοί

Όνομα Σταθμού	Κατάσταση Σύνδεσης	Περιφέρεια	Τηλέφωνο	Επιλογές
Σταθμός 1	<span style="color: green;">●</span>	Μακεδονία	6752334630	<a href="#">Επιλογή</a>
<span style="color: red;">!</span> Σταθμός 2	<span style="color: red;">●</span>	Θράκη	675234657	<a href="#">Επιλογή</a>
Σταθμός 3	<span style="color: red;">●</span>	Θράκη	6978578575	<a href="#">Επιλογή</a>

# Διεπαφές Χρηστών

## Διαχείριση χρηστών

 Προσθήκη Νέου Χρήστη

### Χρήστες χωρίς ανάθεση

Όνοματεπώνυμο	Τύπος	Ανάθεση	Κατάσταση Λογαριασμού	Επιλογές
Κατερίνα Νικ	Τεχνικός	Χωρίς ανάθεση	●	<button>Επιλογή</button>

### Τεχνικοί

Όνοματεπώνυμο	Τύπος	Ανάθεση	Κατάσταση Λογαριασμού	Επιλογές
Νίκος Παπ	Τεχνικός	Σταθμός 1	●	<button>Επιλογή</button>
Κώστας Τζε	Τεχνικός	Σταθμός 2	●	<button>Επιλογή</button>

### Managers

Όνοματεπώνυμο	Τύπος	Ανάθεση	Κατάσταση Λογαριασμού	Επιλογές
Μαρία Περ	Manager	Μακεδονία	●	<button>Επιλογή</button>
Ελένη Παπ	Manager	Θράκη	●	<button>Επιλογή</button>

# Διεπαφές Χρηστών

## Διαχείριση Περιφερειών

+ Νέα Περιφέρεια

Αναζήτηση περιφέρειας...

### Περιφέρειες

Όνομα Περιφέρειας	Τηλέφωνο	Επιλογές
Μακεδονία	6987224458	Επιλογή
Θράκη	6951455456	Επιλογή

# Διεπαφές Χρηστών Κεντρικό πάνελ σταθμού

Station: Σταθμός 1

Επιλέξτε διάστημα ημερομηνιών

Από: ηη/μμ/εεεε


Εώς: ηη/μμ/εεεε

\*Για συγκεκριμένη ημερομηνία επιλέξτε μόνο το "Από:"

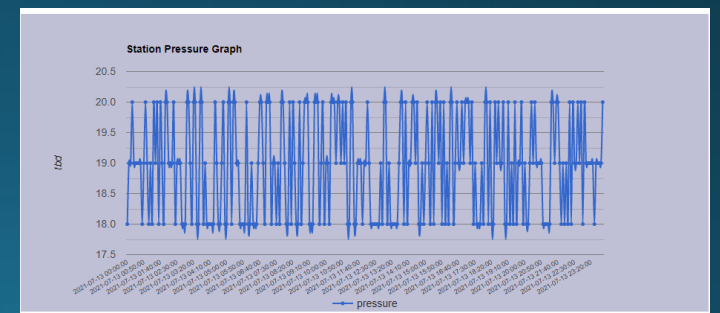
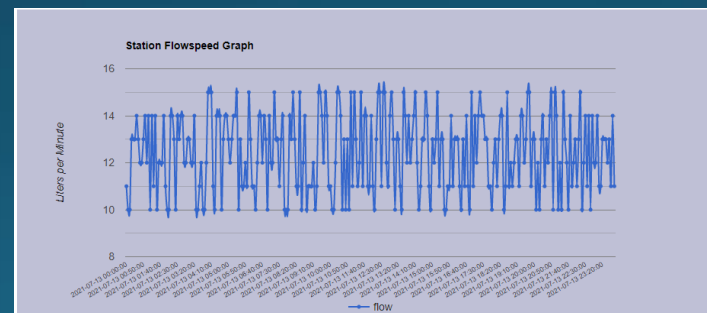
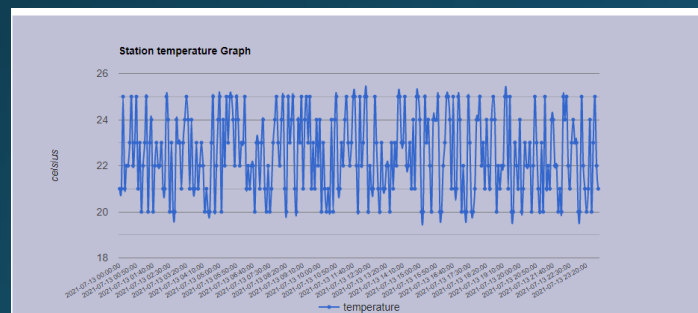
Event Board

-----

Event Board



Σημαντικό!  
Υπάρχει βλάβη στον σταθμό



# Διεπαφές Χρηστών

## Ρυθμίσεις/Επεξεργασία σταθμού

[Πίσω στον σταθμό](#)


### Πληροφορίες Σταθμού

Όνομα Σταθμού:

Τηλέφωνο:

### Όρια μετρήσεων

Ένδειξη παραλαβής ενημερώσεων



Προσδοκώμενος χρόνος συλλογής μετρήσεων(Minutes):

Ανώτατο όριο θερμοκρασίας(Celsius):

Κατώτατο όριο θερμοκρασίας(Celsius):

Ανώτατο όριο πίεσης:

Κατώτατο όριο πίεσης:

Ανώτατο όριο ταχύτητας ροής(kL/min):

Κατώτατο όριο ταχύτητας ροής(kL/min):

[Αποθήκευση Αλλαγών](#)

# Διεπαφές Χρηστών

## Βλάβες & Ιστορικό

Υπάρχει βλάβη στον σταθμό: Σταθμός 1. Παρακαλώ ελέγξτε την άμεσα

Χρόνος συμβάντος: 2021-06-09 22:42:50

Περιγραφή συμβάντος:

Station did not send data to DB in designated time period.

Έλεγχος

Αναφορές Βλαβών Σταθμού: Σταθμός 1 την 2021-06-18

ηη/μμ/εεεε  Επιλογή Ημερομηνίας

Περιγραφή	Ελέχθηκε Από	Timestamp
Station did not send data to DB in designated time period.	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:35:24
Station did not send data to DB in designated time period.	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:35:31
Station Temperature is above limits	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:35:37
Station Temperature is above limits	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:35:42
Station did not send data to DB in designated time period.	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:35:47
Station Temperature is above limits	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:35:53
Station Flowspeed is below limits	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:35:58
Station Flowspeed is below limits	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:36:04
Station Flowspeed is below limits	Giannis tsivelis	2021-06-18 18:36:10

1



# Διεπαφές Χρηστών

## Ρυθμίσεις συστήματος

### System Settings

\*Για πληροφορίες τοποθετήστε τον κέρσορα στα ερωτηματικά

Maintenance	Default_Limits	Webpage_Settings
<input type="text" value="1"/> notification_sleep_time: ?	<input type="text" value="100"/> upper_pressure_limit: ?	<input type="text" value="20000"/> session_timeout: ?
<input type="text" value="1"/> repeat_notification_time: ?	<input type="text" value="10"/> lower_pressure_limit: ?	
<input type="text" value="1"/> check_transmission_time: ?	<input type="text" value="50"/> upper_temperature_limit: ?	
	<input type="text" value="0"/> lower_temperature_limit: ?	
	<input type="text" value="200"/> upper_flowrate_limit: ?	
	<input type="text" value="10"/> lower_flowrate_limit: ?	

Ενημέρωση

? upper temperature limit:  
Προεπιλογή ανώτατου ορίου θερμοκρασίας(Celsius) Τιμή:0-254

# Διεπαφές Χρηστών

## Ρυθμίσεις λογαριασμού χρήστη

<h3>Πληροφορίες Χρήστη</h3> <p>Για επεξεργασία πατήστε: <b>Επεξεργασία</b></p> <p>Όνομα:</p> <input type="text" value="Νίκος"/> <p>Επίθετο:</p> <input type="text" value="Παπ"/> <p>E-mail:</p> <input type="text" value="nikospap@gmail.com"/> <p>Username:</p> <input type="text" value="nikos"/> <p>Τηλέφωνο:</p> <input type="text" value="697567567"/> <p><b>Αποθήκευση Αλλαγών</b></p> <h3>Αλλαγή Password</h3> <p>Νέο Password:</p> <input type="text" value="New Password"/> <p>Επαναλάβετε το νέο Password:</p> <input type="text" value="Password"/> <p><b>Αλλαγή password</b></p>	<h3>Ανάθεση πόστου</h3> <p><b>Έχει ανατεθεί πόστο στον τεχνικό για ακύρωση ανάθεσης πατήστε εδώ</b></p> <p>Επιλέξτε το πόστο που θέλετε να ακυρώσετε την ανάθεση</p> <p>Πόστο: <input type="text" value="Επιλογή σταθμού"/></p> <p><b>Ακύρωση Ανάθεσης</b></p> <p><b>Ανάθεση του τεχνικού σε πόστο</b></p> <p>Επιλέξτε πόστο</p> <p>Πόστο: <input type="text" value="Επιλογή σταθμού"/></p> <p><b>Ανάθεση</b></p> <p><b>Κατάσταση λογαριασμού</b></p> <p>Αυτός ο λογαριασμός είναι <b>Ενεργός</b> Για απενεργοποίηση πατήστε εδώ</p> <p><b>Απενεργοποίηση</b></p>
--	---

# Συμπεράσματα

- Παρουσιάστηκε ο τρόπος που το σύστημα προσφέρει, διευκόλυνση στην διαχείριση, εποπτεία και ασφάλεια ενός αγωγού φυσικού αερίου
- Το σύστημα είναι ασφαλές και εύχρηστο με responsive design
- Προσφέρει απομακρυσμένο έλεγχο του αγωγού με ταχύτητα και εγκυρότητα
- Παρέχει ενημέρωση στον χρήστη σε περίπτωση βλάβης
- Περιλαμβάνει κεντρικό πάνελ διαχείρισης σταθμού με μετρήσεις και ειδοποιήσεις
- Υλοποιήθηκε με βάση νέες τεχνολογίες και τεχνικές

# Μετρικά Συστήματος

- Μετρικά Ιστοτόπου – WebServer

Γλώσσα	Αριθμός Αρχείων	Αριθμός Γραμμών
HTML-PHP	95	4.703
Javascript	6	236
CSS	2	770

- Μετρικά Android application

Γλώσσα	Αριθμός Αρχείων	Αριθμός Γραμμών
JAVA	4	364
XML	13	372

- Μετρικά Arduino

Γλώσσα	Αριθμός Αρχείων	Αριθμός Γραμμών
C	1	490

# Πλάνο ελέγχου ορθής λειτουργίας

Περιγραφή Διευργίας	Ενέργεια/Διευργία	Αποτέλεσμα
Αποκλεισμός χρήστη μετά από πολλές άκυρες προσπάθειες σύνδεσης	Τέσσερις προσπάθειες σύνδεσης με λανθασμένα διαπιστευτήρια	Αποκλεισμός λογαριασμού χρήστη από το σύστημα
Προσθήκη νέου σταθμού στο σύστημα	Συμπλήρωση και υποβολή της φόρμας προσθήκης νέου σταθμού	Εμφάνιση του νέου σταθμού στον πίνακα σταθμών
Προσθήκη αναφοράς συντήρησης σταθμού	Συμπλήρωση και υποβολή της φόρμας προσθήκης νέας αναφοράς συντήρησης	Εμφάνιση της νέας αναφοράς στον πίνακα αναφορών συντήρησης
Αλλαγή των ορίων μετρήσεων ενός σταθμού	Αλλαγή και υποβολή της φόρμας ορίων μετρήσεων του σταθμού	Αρχικά κόκκινη ένδειξη παραλαβής μετρήσεων και με την ολοκλήρωση της διεργασίας γίνεται πράσινη
Εμφάνιση μετρήσεων σταθμού σε διαγράμματα για ένα συγκεκριμένο διάστημα ημερομηνιών	Επιλογή ημερομηνιών «από» και «έως» και υποβολή του ερωτήματος με το κουμπι «επιλογή»	Εμφάνιση των διαγραμμάτων με τις μετρήσεις για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα
Κλείσιμο βαλβίδας σταθμού	Πάτημα του κουμπιού «shutdown» στον κεντρικό πίνακα ελέγχου σταθμού	Κλείσιμο της βαλβίδας με το servo του Arduino
Προσθήκη νέου χρήστη στο σύστημα	Συμπλήρωση και υποβολή της φόρμας προσθήκης νέου χρήστη	Εμφάνιση του νέου χρήστη στον πίνακα χρηστών

Επεξεργασία στοιχείων χρήστη	Επεξεργασία και υποβολή της φόρμας πληροφοριών χρήστη	Εμφάνιση των αλλαγών στην φόρμα πληροφοριών χρήστη
Αλλαγή κωδικού χρήστη	Συμπλήρωση του νέου κωδικού και στα δύο πεδία, και υποβολή της φόρμας	Εμφάνιση μηνύματος επιτυχίας
Ανάθεση χρήστη σε πόστο	Επιλογή πόστου από το drop-down μενού και υποβολή φόρμας	Εμφάνιση της ανάθεσης στον πίνακα χρηστών
Ακύρωση ανάθεσης χρήστη	Επιλογή ανάθεσης για ακύρωση από το drop-down μενού και υποβολή φόρμας	Εμφάνιση μηνύματος επιτυχίας και απουσία της ανάθεσης από τον πίνακα χρηστών
Απενεργοποίηση λογαριασμού χρήστη	Πάτημα του κουμπιού «απενεργοποίηση» από το μενού επεξεργασίας χρήστη	Εμφάνιση της ένδειξης ανενεργός στην κατάσταση λογαριασμού
Ενεργοποίηση λογαριασμού χρήστη	Πάτημα του κουμπιού «ενεργοποίηση» από το μενού επεξεργασίας χρήστη	Εμφάνιση της ένδειξης ενεργός στην κατάσταση λογαριασμού
Προσθήκη νέας περιφέρειας στο σύστημα	Συμπλήρωση και υποβολή της φόρμας προσθήκης νέας περιφέρειας	Εμφάνιση της νέας περιφέρειας στον πίνακα περιφερειών
Αλλαγή τιμών μεταβλητών συστήματος	Επεξεργασία και υποβολή της φόρμας μεταβλητών συστήματος	Εμφάνιση των αλλαγών στην φόρμα μεταβλητών συστήματος
Ειδοποίηση χρήστη για βλάβη στον σταθμό	Μέτρηση πίεσης κάτω του προκαθορισμένου ορίου	Ειδοποίηση χρήστη μέσω SMS και push notification, εμφάνιση ένδειξης βλάβης στον πίνακα σταθμών
Έλεγχος βλάβης από τον χρήστη	Επιλογή της ένδειξης βλάβης στο κεντρικό πάνελ του σταθμού και επιλογή του κουμπιού «έλεγχος» στην φόρμα ενημέρωσης	Εμφάνιση μηνύματος επιτυχίας και απουσία ένδειξης βλάβης

Εμφάνιση ιστορικού βλαβών στον σταθμό	Επιλογή ημερομηνίας και υποβολή ερωτήματος	Εμφάνιση ιστορικού βλαβών για την συγκεκριμένη ημερομηνία
Αποσύνδεση από το σύστημα	Επιλογή του κουμπιού «Log Out» από το μενού πλοήγησης	Αποσύνδεση χρήστη από το σύστημα και μεταφορά του στην σελίδα σύνδεσης
Αποσύνδεση Arduino ενός σταθμού από το σύστημα	Αποσύνδεση της πλακέτας Arduino από το διαδίκτυο	Εμφάνιση κόκκινης ένδειξης στην στήλη κατάστασης σύνδεσης στον πίνακα σταθμών για τον συγκεκριμένο σταθμό

# Μελέτη – Εκτίμηση συνεχόμενης λειτουργίας του συστήματος

Όντας δυναμικό το σύστημα παρέχει την δυνατότητα προσθήκης χρηστών, σταθμών και περιφερειών ανάλογα με τις ανάγκες λειτουργίας του. Για κάθε σταθμό αποθηκεύει τις μετρήσεις που αποστέλλονται.

Μπορούμε να υπολογίσουμε τον ακριβή αριθμό καταχωρήσεων στην βάση δεδομένων για 50 σταθμούς σε χρονικό διάστημα 5 ετών με τον εξής τρόπο.

$60/5 * 24 * 365 * 5 * 50 = 26.280.000$  εγγραφές στην βάση δεδομένων

Όπου: 60/5 : μετρήσεις ανά ώρα, 24: ώρες μια ημέρας, 365: ημέρες ενός έτους, 5: έτη, 50: σταθμοί

Το σύστημα μπορεί να διαχειριστεί αυτό τον όγκο δεδομένων χωρίς προβλήματα, αλλά προτείνεται η αρχειοθέτηση των μετρήσεων μετά από αυτό το χρονικό διάστημα.

# Μελλοντικές Επεκτάσεις

- Ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης για την πρόγνωση πρόληψη και αποφυγή περιστατικών βλάβης ή υπέρβασης των ορίων που ορίστηκαν.
- Ανάπτυξη εφαρμογής για IOS συσκευές.
- Προσθήκη και άλλων τύπων αισθητήρων για την καλύτερη εποπτεία του αγωγού.
- Ενσωμάτωση συστήματος καμερών και μικροφώνων για καλύτερη εποπτεία του αγωγού.

# Στην συνέχεια...

Στην συνέχεια ακολουθεί επίδειξη του συστήματος που υλοποιήθηκε

<https://zafora.ece.uowm.gr/~ece00753/ptixiaki/>



Ευχαριστώ

Ερωτήσεις;