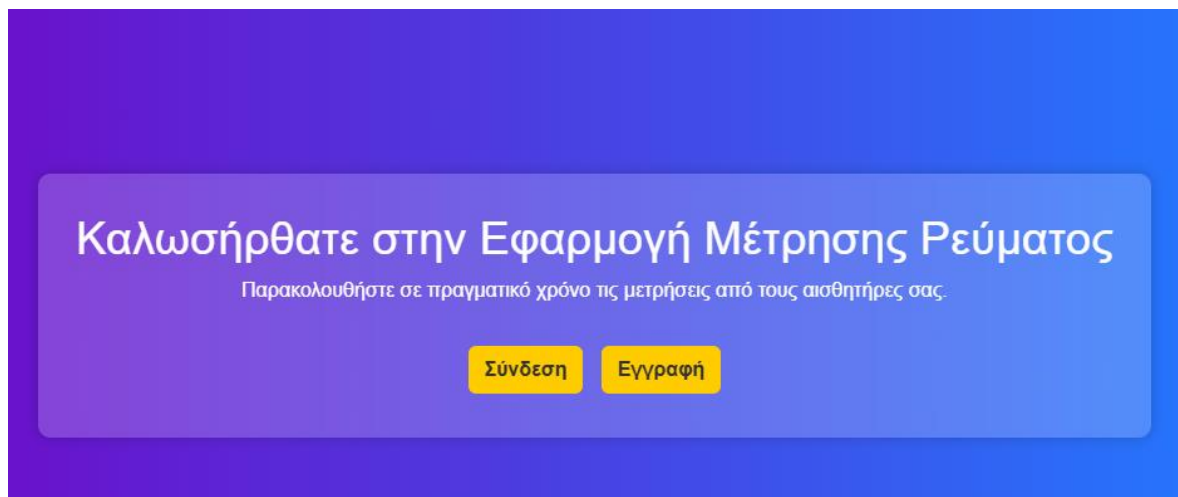




ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Διαδικτυακή εφαρμογή μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος»



**Φοιτητής**  
**ΘΩΜΑΣ – ΜΑΡΙΟΣ ΧΑΣΑΠΗΣ**  
512107

**Επιβλέπων**  
Δρ. Κυριάκος Τσιακμάκης

Φεβρουάριος 2025

Διαδικτυακή εφαρμογή μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος

Κωδικός: 24303

Φοιτητής: Χασάπης Θωμάς-Μάριος

Εισηγητής: Δρ Κυριάκος Τσιακμάκης

Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε. 31-10-2024

Ημερομηνία περάτωσης Π.Ε. 25-01-2025

*Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως πτυχιακή εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.*

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή **Χασάπη Θωμά-Μάριου** που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.*

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.



## Περίληψη

Η διαδικτυακή εφαρμογή μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος παρέχει στους χρήστες δυνατότητα παρακολούθησης της ενεργειακής χρήσης σε πραγματικό χρόνο μέσω μιας φιλικής προς τον χρήστη πλατφόρμας. Η εφαρμογή συλλέγει δεδομένα από έξυπνους μετρητές και άλλες συσκευές IoT, επιτρέποντας τον ακριβή υπολογισμό της κατανάλωσης ρεύματος και την προβολή ιστορικών δεδομένων. Με εργαλεία ανάλυσης, οι χρήστες μπορούν να εντοπίζουν ενεργοβόρες συσκευές, να λαμβάνουν ειδοποιήσεις για υψηλές καταναλώσεις και να υιοθετούν μέτρα.

# « Online Application Management System »

## **Abstract**

This work concerns an integrated system that facilitates the process of submitting, managing and monitoring applications. Users can submit applications through a user-friendly interface, filling in the required information and uploading relevant documents, such as ID, degrees or other supporting documents. The platform supports automated notifications, advanced search filters and management tools, allowing administrators to process applications efficiently. It provides real-time updates on the status of applications, ensuring transparency and faster response times. Aiming to simplify complex processes, the application integrates technologies such as Laravel, MySQL and Bootstrap for speed and flexibility.

## **Ευχαριστίες**

Να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τους φίλους μου και τον επιβλέπων μου για τη συνεχή καθοδήγηση και συμβολή του.

# Περιεχόμενα

Περίληψη .....	iv
Abstract .....	v
Ευχαριστίες .....	vi
Περιεχόμενα.....	vii
Κατάλογος Σχημάτων .....	viii
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	9
1.1 Εισαγωγή.....	9
Κεφάλαιο 2ο: Παρόμοια συστήματα.....	13
2.1 Efergy Engage Gateway 1Φ .....	13
2.2 smart-MAIC.....	14
2.3 Δημοσιευμένες εργασίες.....	16
Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες και Προγραμματιστικά Εργαλεία που Χρησιμοποιήθηκαν για την Ανάπτυξη του Συστήματος .....	19
3.1 Λογισμικό .....	19
3.1.1 Laravel.....	19
3.1.2 MySQL DB .....	24
3.1.3 Χρήσεις .....	24
3.1.4 Γραφικά.....	26
3.2 Υλικό .....	29
3.2.1 Esp32.....	29
3.2.2 Αισθητήρας μέτρησης ρεύματος .....	31
Κεφάλαιο 4ο: Το σύστημα μέτρησης ρεύματος .....	34
4.1 Περιγραφή .....	34
4.2 Περιγραφή του esp32.....	38
4.3 Laravel controller.....	41
4.4 Το σύστημα με τις ιστοσελίδες του .....	45
4.5 Η βάση δεδομένων.....	52
4.6 Ασφάλεια στο σύστημα μέτρησης.....	55
Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα και βελτιώσεις .....	57

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α .....	60

## Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 3.1: esp32 ακροδέκτες .....	29
Εικόνα 3.2: Gravity Αναλογικός Αισθητήρας Ρεύματος AC .....	32
Εικόνα 4.1: Αρχιτεκτονική Συστήματος Μέτρησης Ρεύματος .....	35
Εικόνα 4.2: Λειτουργία ESP32 για Μέτρηση Ρεύματος .....	36
Εικόνα 4.3: Ροή Λειτουργίας Server και Ταυτοποίηση Δεδομένων .....	37
Εικόνα 4.4: Ζώνες και Όρια Κατανάλωσης Ρεύματος.....	38
Εικόνα 4.5: Η αρχική σελίδα καλωσορίζει τον χρήστη στην Εφαρμογή Μέτρησης Ρεύματος, προσφέροντας επιλογές για σύνδεση ή εγγραφή.....	45
Εικόνα 4.6: Η σελίδα σύνδεσης επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει τα διαπιστευτήριά του για πρόσβαση στην εφαρμογή. ....	45
Εικόνα 4.7: Η σελίδα εγγραφής επιτρέπει στους νέους χρήστες να δημιουργήσουν λογαριασμό. ....	46
Εικόνα 4.8: Ο πίνακας ελέγχου παρέχει πρόσβαση στους κόμβους και στις βασικές λειτουργίες διαχείρισης.....	47
Εικόνα 4.9: Δημιουργία Κόμβου .....	47
Εικόνα 4.10: Επεξεργασία Κόμβου .....	48
Εικόνα 4.11: Προβολή Δεδομένων Κόμβου .....	49
Εικόνα 4.12: Γραφική Απεικόνιση Δεδομένων .....	50
Εικόνα 4.13: Πίνακας Τιμών Καταγραφής .....	51
Εικόνα 4.14: Ρύθμιση Ορίων Κατανάλωσης .....	51

# Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

## 1.1 Εισαγωγή

Η κατανάλωση ενέργειας έχει εξελιχθεί σε έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την καθημερινότητά μας αλλά και το μέλλον του πλανήτη. Με την παγκόσμια ζήτηση ενέργειας να αυξάνεται ραγδαία οι τεχνολογικές λύσεις για την αποδοτικότερη διαχείριση και εξοικονόμηση πόρων αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία. Η ανάγκη για παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, η αποφυγή σπατάλης και η υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών καθίστανται απαραίτητες, τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος όσο και για την εξασφάλιση οικονομικών οφελών.

Στο πλαίσιο αυτό η διαδικτυακή εφαρμογή μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος προσφέρει μία σύγχρονη και καλή λύση. Η εφαρμογή σχεδιάστηκε για να επιτρέπει στους χρήστες τη ζωντανή παρακολούθηση της κατανάλωσης ρεύματος σε πραγματικό χρόνο, την ανάλυση ιστορικών δεδομένων και την παροχή εργαλείων διαχείρισης ενέργειας. Ενσωματώνοντας την τεχνολογία IoT (Internet of Things) και χρησιμοποιώντας δεδομένα από έξυπνους μετρητές, η εφαρμογή επιτρέπει την καταγραφή της κατανάλωσης με υψηλή ακρίβεια και την παροχή χρήσιμων ειδοποιήσεων.

Η διαδικτυακή πλατφόρμα απευθύνεται τόσο σε οικιακούς χρήστες όσο και σε επιχειρήσεις, παρέχοντας τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων που συμβάλλουν στη μείωση του ενεργειακού κόστους και στην αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Με εργαλεία όπως γραφήματα, πίνακες και αναλυτικά δεδομένα, οι χρήστες μπορούν να εντοπίζουν ενεργοβόρες συσκευές, να καθορίζουν προσωπικά όρια κατανάλωσης και να προσαρμόζουν τη χρήση τους με βάση τις ανάγκες τους.

Η εφαρμογή αποτελεί μια πρωτοποριακή προσπάθεια συνδυασμού των τεχνολογιών IoT με τις ανάγκες της καθημερινής ζωής. Ο πυρήνας της βασίζεται σε ένα συνδυασμό αισθητήρων μέτρησης, συστήματος διαχείρισης δεδομένων και μιας φιλικής προς τον χρήστη διεπαφής. Αυτά τα στοιχεία συνεργάζονται για να παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατανάλωσης ενισχύοντας την κατανόηση και τη δυνατότητα βελτίωσης των ενεργειακών συνηθειών.

Η παρούσα εργασία στοχεύει στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης διαδικτυακής εφαρμογής που επιτρέπει τη μέτρηση, την ανάλυση και τη διαχείριση της κατανάλωσης ρεύματος. Οι στόχοι διακρίνονται στη ζωντανή παρακολούθηση, την ανάλυση δεδομένων, την προώθηση εξοικονόμησης πόρων και την ευκολία χρήσης.

Ο πρώτος στόχος είναι η παροχή δυνατοτήτων ζωντανής παρακολούθησης της κατανάλωσης ρεύματος μέσω μιας φιλικής προς τον χρήστη διεπαφής. Η εφαρμογή συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες και έξυπνους μετρητές, παρουσιάζοντάς τα με τη μορφή γραφημάτων και πινάκων.

Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να έχουν άμεση εικόνα της κατανάλωσής τους, βοηθώντας τους να εντοπίζουν ενεργοβόρες συσκευές ή μη φυσιολογική χρήση.

Ο δεύτερος στόχος είναι η ανάλυση των ιστορικών δεδομένων κατανάλωσης. Η εφαρμογή αποθηκεύει τα δεδομένα σε μια κεντρική βάση και τα παρουσιάζει με ευδιάκριτο τρόπο, επιτρέποντας στους χρήστες να κατανοούν τις συνήθειές τους και να εντοπίζουν πιθανές πηγές σπατάλης. Παράλληλα, η εργασία ανοίγει το δρόμο για μελλοντική ενσωμάτωση εργαλείων πρόβλεψης κατανάλωσης με τη χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης, παρέχοντας στους χρήστες τη δυνατότητα καλύτερης προετοιμασίας και σχεδιασμού.

Ένας σημαντικός στόχος της εφαρμογής είναι να προωθήσει τη μείωση της ενεργειακής σπατάλης και, συνεπώς, του ενεργειακού κόστους. Μέσα από ειδοποιήσεις που ενημερώνουν τους χρήστες για υπερβάσεις ορίων κατανάλωσης, δίνεται η δυνατότητα άμεσης δράσης για τη βελτίωση της αποδοτικότητας. Οι χρήστες μπορούν να ορίσουν προσωπικά όρια κατανάλωσης και να προσαρμόσουν τη χρήση τους ανάλογα, προάγοντας πιο βιώσιμες πρακτικές.

Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί με στόχο την απλότητα και την προσαρμοστικότητα. Η διεπαφή χρήστη είναι φιλική και εύκολη στη χρήση, παρέχοντας πρόσβαση σε λειτουργίες όπως η προβολή δεδομένων, η δημιουργία ειδοποιήσεων και η ρύθμιση ορίων κατανάλωσης. Η ευκολία αυτή εξασφαλίζει ότι ακόμη και οι λιγότερο έμπειροι χρήστες μπορούν να επωφεληθούν πλήρως από το σύστημα.

Επιπλέον στόχοι είναι:

1. Προσαρμοσμένη Προβολή Δεδομένων: Δημιουργία εργαλείων γραφημάτων και πινάκων για την ανάλυση των δεδομένων.
2. Διαχείριση Κόμβων: Δυνατότητα προσθήκης, διαγραφής και διαχείρισης κόμβων από τους χρήστες.
3. Αυτοματοποιημένες Ειδοποιήσεις: Ανάπτυξη συστήματος που ειδοποιεί τους χρήστες για κρίσιμα επίπεδα κατανάλωσης.
4. Επεκτασιμότητα: Σχεδίαση του συστήματος με δυνατότητα μελλοντικής ενσωμάτωσης νέων λειτουργιών, όπως η υποστήριξη περισσότερων συσκευών IoT και η ενσωμάτωση AI.

Η υλοποίηση αυτών των στόχων δημιουργεί μια ολοκληρωμένη λύση για τη διαχείριση της κατανάλωσης ρεύματος, υποστηρίζοντας τις ανάγκες τόσο των οικιακών χρηστών όσο και των επιχειρήσεων.

Η παρούσα εργασία συνεισφέρει σημαντικά στην κατανόηση, τη διαχείριση και την αποδοτικότερη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μιας ολοκληρωμένης διαδικτυακής εφαρμογής. Η συνεισφορά αυτή μπορεί να χωριστεί σε τεχνολογικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς τομείς, αναδεικνύοντας τη σημασία του συστήματος στην αντιμετώπιση των σύγχρονων ενεργειακών προκλήσεων.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίζεται σε σύγχρονες τεχνολογίες, όπως συσκευές IoT, έξυπνοι αισθητήρες και διαδικτυακές πλατφόρμες ανάλυσης δεδομένων. Οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ρεύματος, να λαμβάνουν αυτοματοποιημένες ειδοποιήσεις και να προσαρμόζουν τις ενεργειακές τους συνήθειες. Επιπλέον, η βάση δεδομένων προσφέρει δυνατότητες ανάλυσης ιστορικών δεδομένων, ενώ το σύστημα είναι σχεδιασμένο με επεκτασιμότητα, επιτρέποντας τη μελλοντική ενσωμάτωση λειτουργιών όπως η χρήση τεχνητής νοημοσύνης για πρόβλεψη καταναλώσεων.

Η εφαρμογή συμβάλλει στη μείωση της ενεργειακής σπατάλης, προωθώντας βιώσιμες πρακτικές. Μέσω της δυνατότητας εντοπισμού ενεργοβόρων συσκευών και της παρακολούθησης υπερβάσεων κατανάλωσης, οι χρήστες μπορούν να μειώσουν το ενεργειακό τους αποτύπωμα. Αυτό, με τη σειρά του, συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς περιορίζεται η ανάγκη παραγωγής επιπλέον ενέργειας από μη ανανεώσιμες πηγές.

Η εργασία υποστηρίζει τη διάδοση της έννοιας της ενεργειακής ευαισθητοποίησης, ενθαρρύνοντας τους χρήστες να υιοθετήσουν πιο υπεύθυνες συνήθειες. Το φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον της εφαρμογής την καθιστά προσιτή σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών, από οικιακούς καταναλωτές έως επαγγελματίες και επιχειρήσεις. Η δυνατότητα αποδοτικής διαχείρισης ενέργειας μπορεί να μειώσει σημαντικά το οικονομικό κόστος για τους χρήστες, ενισχύοντας παράλληλα την ευημερία τους.

Η εργασία προσφέρει ένα πλαίσιο για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της διαχείρισης ενέργειας και της χρήσης συσκευών IoT. Το σύστημα μπορεί να επεκταθεί με τη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, προσφέροντας πιο ακριβείς προβλέψεις και νέες δυνατότητες ανάλυσης. Παράλληλα, θέτει τη βάση για μελέτες που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση χρηστών-συστημάτων σε πραγματικό χρόνο και τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων.

Η εφαρμογή προσφέρει λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε επιχειρήσεις και βιομηχανίες, υποστηρίζοντας την αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών πόρων τους. Ενσωματώνοντας τις ειδοποιήσεις και τις προσαρμογές ορίων, παρέχεται η δυνατότητα για μείωση του λειτουργικού κόστους, ενώ το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για μελλοντικά επαγγελματικά εργαλεία ενεργειακής διαχείρισης.

Η συνεισφορά της παρούσας εργασίας υπογραμμίζει την ανάγκη για καινοτόμες λύσεις διαχείρισης ενέργειας, οι οποίες δεν υποστηρίζουν μόνο τη βιωσιμότητα, αλλά και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των χρηστών.

Η εργασία αυτή είναι δομημένη ως εξής:

Η Περίληψη παρέχει μια συνοπτική περιγραφή του αντικειμένου της εργασίας, αναδεικνύοντας τους κύριους στόχους και τα αποτελέσματα. Ακολουθεί το Abstract στα Αγγλικά, που απευθύνεται σε διεθνές επιστημονικό κοινό.

Το Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή παρουσιάζει το υπόβαθρο του έργου, τη σημασία της μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος και τους στόχους της εργασίας. Εστιάζει στις προκλήσεις της ενεργειακής διαχείρισης και στον ρόλο των τεχνολογιών IoT στην αντιμετώπισή τους.

Στο Κεφάλαιο 2ο: Παρόμοια συστήματα γίνεται μια ανασκόπηση υφιστάμενων συστημάτων, όπως τα Efergy Engage Gateway 1Φ και smart-MAIC, καθώς και μια αναφορά σε δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες που αφορούν τη μέτρηση κατανάλωσης ενέργειας.

Το Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες και Προγραμματιστικά Εργαλεία που Χρησιμοποιήθηκαν για την Ανάπτυξη του Συστήματος περιλαμβάνει το λογισμικό και το υλικό που χρησιμοποιήθηκαν. Περιγράφονται αναλυτικά τα Laravel, MySQL DB, και εργαλεία γραφικών, όπως Bootstrap, Datatables και Google Charts, καθώς και οι συσκευές ESP32 και αισθητήρες μέτρησης ρεύματος.

Στο Κεφάλαιο 4ο: Το σύστημα μέτρησης ρεύματος, περιγράφεται αναλυτικά το υλοποιημένο σύστημα, συμπεριλαμβανομένων του esp32, των Laravel controllers, των ιστοσελίδων της εφαρμογής, της βάσης δεδομένων και των μηχανισμών ασφάλειας.

Το Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα και βελτιώσεις συνοψίζει τα κύρια ευρήματα και την επίτευξη των στόχων της εργασίας, ενώ προτείνονται συγκεκριμένες βελτιώσεις για το μέλλον.

Η εργασία ολοκληρώνεται με τη Βιβλιογραφία, όπου καταγράφονται οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν, και το Παράρτημα Α, το οποίο περιλαμβάνει πρόσθετο υλικό που υποστηρίζει την υλοποίηση.

## Κεφάλαιο 2ο: Παρόμοια συστήματα

### 2.1 Efergy Engage Gateway 1Φ

Το **Efergy Engage Gateway 1Φ** είναι ένα σύστημα παρακολούθησης ενέργειας που επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του σπιτιού τους σε πραγματικό χρόνο μέσω διαδικτυακής πύλης και εφαρμογών για κινητά. Το σύστημα αποτελείται από έναν αισθητήρα που τοποθετείται στον ηλεκτρικό πίνακα, έναν ασύρματο πομπό και το Engage Hub, το οποίο συνδέεται με τον δρομολογητή του χρήστη μέσω καλωδίου Ethernet. Μέσω αυτής της σύνδεσης, οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας από οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

Είναι ένα καινοτόμο σύστημα παρακολούθησης ηλεκτρικής κατανάλωσης που επιτρέπει στους χρήστες να λαμβάνουν πληροφορίες για την κατανάλωση ενέργειας του σπιτιού τους σε πραγματικό χρόνο. Με την αξιοποίηση ασύρματης τεχνολογίας και μιας εύχρηστης διαδικτυακής πύλης, το σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση δεδομένων μέσω οποιασδήποτε συσκευής με πρόσβαση στο διαδίκτυο. Το Engage Gateway λειτουργεί σε συνδυασμό με αισθητήρες που εγκαθίστανται στον ηλεκτρικό πίνακα του σπιτιού, παρέχοντας λεπτομερείς μετρήσεις κατανάλωσης [1,2].

οι δυνατότητες του είναι:

- **Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο:** Οι χρήστες μπορούν να βλέπουν την τρέχουσα κατανάλωση ενέργειας του σπιτιού τους, επιτρέποντάς τους να εντοπίζουν ενεργοβόρες συσκευές και να προσαρμόζουν τη χρήση τους ανάλογα.
- **Ιστορικά δεδομένα:** Το σύστημα παρέχει πρόσβαση σε ιστορικά δεδομένα κατανάλωσης, επιτρέποντας την ανάλυση της χρήσης ενέργειας σε ημερήσια, εβδομαδιαία, μηνιαία ή ετήσια βάση.
- **Θέσπιση προϋπολογισμού:** Οι χρήστες μπορούν να ορίσουν μηνιαίο στόχο κατανάλωσης και να παρακολουθούν την πρόοδό τους, βοηθώντας στη διαχείριση του ενεργειακού τους κόστους.
- **Ειδοποιήσεις κόστους:** Το σύστημα ενημερώνει τους χρήστες για το πόσο έχουν ξοδέψει μέχρι στιγμής, επιτρέποντάς τους να παρακολουθούν τα έξοδά τους σε καθημερινή, εβδομαδιαία ή μηνιαία βάση.
- **Διαχείριση πολλαπλών κυκλωμάτων:** Με την προσθήκη επιπλέον αισθητήρων, οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν έως και πέντε διαφορετικά κυκλώματα ή εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας, καθιστώντας το σύστημα ιδανικό για οικιακές και ηλιακές εγκαταστάσεις.

Το Efergy Engage Gateway 1Φ είναι ιδανικό για οικιακούς χρήστες που επιθυμούν να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του σπιτιού τους. Μέσω της παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και της ανάλυσης ιστορικών δεδομένων, οι χρήστες μπορούν να εντοπίζουν ενεργοβόρες συσκευές, να προσαρμόζουν τις συνήθειες χρήσης τους και να μειώνουν το ενεργειακό τους κόστος. Επιπλέον, η δυνατότητα διαχείρισης πολλαπλών κυκλωμάτων καθιστά το σύστημα κατάλληλο για όσους διαθέτουν ηλιακές εγκαταστάσεις, επιτρέποντάς τους να παρακολουθούν τόσο την κατανάλωση όσο και την παραγωγή ενέργειας.

Το Efergy Engage Gateway 1Φ προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση για την παρακολούθηση και διαχείριση της οικιακής κατανάλωσης ενέργειας, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση κόστους και στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

## **2.2 smart-MAIC**

Το smart-MAIC είναι ένα σύγχρονο σύστημα παρακολούθησης και διαχείρισης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, σχεδιασμένο για οικιακή και επαγγελματική χρήση. Χρησιμοποιεί τεχνολογίες Internet of Things (IoT) για τη συλλογή δεδομένων κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο και προσφέρει ευέλικτα εργαλεία για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής χρήσης. Η πλατφόρμα smart-MAIC ενσωματώνεται σε έξυπνα σπίτια και επιχειρήσεις, προσφέροντας πληροφορίες μέσω εύχρηστων εφαρμογών για κινητές συσκευές και υπολογιστές. Οι δυνατότητες του είναι:

### **1. Παρακολούθηση σε Πραγματικό Χρόνο:**

- Το smart-MAIC παρέχει λεπτομερή δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας ανά συσκευή ή συνολικά για το σύστημα.
- Ενημερώνει συνεχώς για τις ενεργειακές αιχμές, βοηθώντας στη λήψη άμεσων αποφάσεων.

### **2. Προγραμματισμός και Αυτοματισμοί:**

- Δίνει τη δυνατότητα προγραμματισμού λειτουργιών, όπως το άνοιγμα ή κλείσιμο συσκευών με βάση προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα.
- Υποστηρίζει αυτοματισμούς που μειώνουν την κατανάλωση κατά τις ώρες αιχμής.

### **3. Ανάλυση Ιστορικών Δεδομένων:**

- Παρέχει ιστορικές αναφορές για ημέρες, εβδομάδες ή μήνες, διευκολύνοντας τη μακροπρόθεσμη στρατηγική ενεργειακής εξοικονόμησης.
- Η ανάλυση εμφανίζεται μέσω διαδραστικών γραφημάτων και αναφορών.

#### 4. Ειδοποιήσεις:

- Οι χρήστες λαμβάνουν ειδοποιήσεις για υπερβάσεις ορίων κατανάλωσης ή ενεργοποίηση/απενεργοποίηση συσκευών.
- Ειδοποιεί για προβλήματα, όπως συσκευές που παραμένουν ενεργοποιημένες χωρίς λόγο.

#### 5. Ενσωμάτωση Τεχνητής Νοημοσύνης:

- Με αλγόριθμους AI, αναλύει πρότυπα κατανάλωσης και προτείνει τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας.

Το smart-MAIC αποτελείται από έναν κεντρικό κόμβο (gateway) που συνδέεται με αισθητήρες και ελεγκτές στις συσκευές του χρήστη. Η συλλογή δεδομένων γίνεται μέσω WiFi ή Bluetooth, και τα δεδομένα αποστέλλονται σε μια cloud-based πλατφόρμα για ανάλυση. Η διαδικτυακή πύλη και η εφαρμογή επιτρέπουν στους χρήστες να παρακολουθούν την κατανάλωση, να θέτουν όρια και να λαμβάνουν ειδοποιήσεις.

Η διαχείριση γίνεται εύκολα μέσω μιας διεπαφής που υποστηρίζει πολλαπλές γλώσσες και είναι συμβατή με συσκευές iOS, Android και Windows. Ο αλγόριθμος τεχνητής νοημοσύνης ενισχύει την απόδοση του συστήματος, βοηθώντας τους χρήστες να εντοπίσουν ενεργοβόρες συσκευές και να μειώσουν τη συνολική κατανάλωση. Κάποιες από τις χρήσεις του είναι:

##### 1. Οικιακή Χρήση:

- Κατάλληλο για νοικοκυριά που επιθυμούν να μειώσουν το ενεργειακό τους αποτύπωμα.
- Βοηθά τους χρήστες να εντοπίσουν σπατάλες και να προγραμματίσουν τη λειτουργία συσκευών.

##### 2. Επαγγελματική Χρήση:

- Ιδανικό για επιχειρήσεις που επιθυμούν να διαχειρίζονται την κατανάλωση ενέργειας πιο αποδοτικά.
- Εφαρμόζεται σε γραφεία, μικρές επιχειρήσεις ή εμπορικούς χώρους.

##### 3. Υποστήριξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:

- Μπορεί να ενσωματωθεί με ηλιακά πάνελ ή άλλες ανανεώσιμες πηγές, παρέχοντας ακριβή δεδομένα παραγωγής και κατανάλωσης.

Το smart-MAIC είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης και ανάλυσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, κατάλληλο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Με την αξιοποίηση προηγμένων τεχνολογιών IoT και AI, το σύστημα προσφέρει μια σύγχρονη και ευέλικτη λύση που διευκολύνει τη

διαχείριση ενέργειας και την εξοικονόμηση κόστους. Είναι ιδανικό τόσο για οικιακή όσο και για επαγγελματική χρήση, ενώ ενισχύει τη βιωσιμότητα μέσω της μείωσης της ενεργειακής σπατάλης.

### 2.3 Δημοσιευμένες εργασίες

Το άρθρο "**Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the Internet of Things**" παρουσιάζει ένα σύγχρονο σύστημα παρακολούθησης και διαχείρισης της κατανάλωσης ενέργειας σε έξυπνα κτίρια, αξιοποιώντας τις δυνατότητες του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Το σύστημα επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου που επιτρέπει την παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο, τη συλλογή δεδομένων από διαφορετικούς αισθητήρες και την εφαρμογή στρατηγικών εξοικονόμησης ενέργειας [4].

Η αρχιτεκτονική του συστήματος βασίζεται σε τρεις κύριες συνιστώσες: τους κόμβους αισθητήρων, το δίκτυο επικοινωνίας και την πλατφόρμα ανάλυσης δεδομένων. Οι κόμβοι αισθητήρων είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, ενώ το δίκτυο επικοινωνίας διασφαλίζει τη μετάδοση αυτών των δεδομένων σε μια κεντρική πλατφόρμα. Η πλατφόρμα ανάλυσης εκτελεί διεξοδική επεξεργασία των δεδομένων, παρέχοντας στους χρήστες εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την ενεργειακή διαχείριση.

Το σύστημα προσφέρει προηγμένες δυνατότητες ανάλυσης, όπως η παρακολούθηση προτύπων κατανάλωσης, η ανίχνευση ενεργειακών αιχμών και η εκτίμηση του ενεργειακού αποτυπώματος. Επιπλέον, ενσωματώνει αυτοματοποιημένες ειδοποιήσεις και προτάσεις για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης, βοηθώντας τους χρήστες να μειώσουν τη συνολική ενεργειακή δαπάνη. Η πλατφόρμα είναι σχεδιασμένη να είναι εύκολα επεκτάσιμη, υποστηρίζοντας τη διασύνδεση με άλλα συστήματα έξυπνων κτιρίων και τεχνολογιών IoT.

Το άρθρο αναλύει επίσης τη σημαντική συμβολή του συστήματος στη μείωση της ενεργειακής σπατάλης και στη βιώσιμη διαχείριση πόρων. Μέσω της ενσωμάτωσης δεδομένων από πολλαπλές πηγές και της εφαρμογής εξελιγμένων μεθόδων ανάλυσης, το σύστημα διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων που οδηγούν σε πιο βιώσιμες πρακτικές. Επιπλέον, αναδεικνύεται η δυνατότητα του συστήματος να προσαρμοστεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα και ανάγκες, από οικιακές εφαρμογές έως μεγάλες εμπορικές εγκαταστάσεις. Το άρθρο παρέχει έναν πλήρη οδηγό για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση συστημάτων IoT με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Το άρθρο "**Energy Consumption Monitoring and Alert System via IoT**" από τους Zainal Hisham Che Soh και τους συνεργάτες του, επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης κατανάλωσης ενέργειας και έγκαιρης ειδοποίησης, το οποίο βασίζεται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων

(IoT). Το σύστημα σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους χρήστες να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, με στόχο τη μείωση της σπατάλης ενέργειας και την ενίσχυση της βιωσιμότητας [5].

Το σύστημα αποτελείται από αισθητήρες που τοποθετούνται σε διαφορετικά σημεία μιας εγκατάστασης, οι οποίοι συλλέγουν δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας. Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω δικτύου στο cloud, όπου γίνεται ανάλυση και επεξεργασία. Οι χρήστες έχουν πρόσβαση στα δεδομένα μέσω μιας διαδικτυακής πλατφόρμας, η οποία παρουσιάζει τις πληροφορίες κατανάλωσης σε γραφήματα και πίνακες, διευκολύνοντας την κατανόηση των ενεργειακών προτύπων.

Μια από τις σημαντικές λειτουργίες του συστήματος είναι οι ειδοποιήσεις που ενεργοποιούνται σε περιπτώσεις υπέρβασης των προκαθορισμένων ορίων κατανάλωσης. Οι ειδοποιήσεις αυτές αποστέλλονται μέσω email ή SMS, επιτρέποντας στους χρήστες να λαμβάνουν άμεσα μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης. Επιπλέον, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα ανάλυσης ιστορικών δεδομένων, επιτρέποντας στους χρήστες να εντοπίζουν τάσεις και ανωμαλίες στην κατανάλωση.

Το άρθρο αναλύει τα πλεονεκτήματα της χρήσης IoT για την παρακολούθηση ενέργειας, όπως η ακρίβεια, η απομακρυσμένη πρόσβαση και η αυτοματοποίηση της διαδικασίας. Επίσης, περιγράφει την ευελιξία του συστήματος, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα περιβάλλοντα, από κατοικίες έως εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Παράλληλα, τονίζεται η συμβολή του συστήματος στη μείωση του κόστους ενέργειας και στην ευαισθητοποίηση των χρηστών για θέματα ενεργειακής αποδοτικότητας.

Το άρθρο καταλήγει υπογραμμίζοντας τη σημασία της ενσωμάτωσης συστημάτων IoT στη διαχείριση ενέργειας, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη λύση που συνδυάζει τεχνολογία και βιωσιμότητα. Πρόκειται για μια προσέγγιση που όχι μόνο βελτιώνει τη διαχείριση ενέργειας, αλλά επίσης συμβάλλει στη συνολική προσπάθεια για μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος.

Το άρθρο "**Monitoring Energy Consumption System to Improve Energy Efficiency**" των Marques και Pitarma παρουσιάζει ένα σύστημα παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας που στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Η εργασία αυτή, που δημοσιεύθηκε στο πλαίσιο του συνεδρίου WorldCIST 2017, εξετάζει μια λύση βασισμένη στη συλλογή, ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας, χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες για τη διευκόλυνση της διαχείρισης ενέργειας [6].

Το σύστημα περιλαμβάνει τη χρήση αισθητήρων που παρακολουθούν συνεχώς την κατανάλωση ενέργειας σε διαφορετικά σημεία μιας εγκατάστασης. Οι αισθητήρες αυτοί συνδέονται με μια κεντρική πλατφόρμα, όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται και αναλύονται. Η ανάλυση των δεδομένων επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίζουν ενεργοβόρες συσκευές και να αξιολογούν την αποδοτικότητα της χρήσης ενέργειας. Παράλληλα, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα προβολής σε πραγματικό χρόνο, καθώς και την παρουσίαση ιστορικών δεδομένων, μέσω ενός φιλικού προς τον χρήστη περιβάλλοντος.

Ένας από τους κύριους στόχους του συστήματος είναι να ευαισθητοποιήσει τους χρήστες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και να τους παρέχει εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων που μειώνουν το ενεργειακό τους αποτύπωμα. Επιπλέον, το σύστημα προσφέρει τη δυνατότητα ειδοποιήσεων όταν ανιχνεύονται ανωμαλίες ή υπερβάσεις προκαθορισμένων ορίων κατανάλωσης, δίνοντας τη δυνατότητα άμεσης παρέμβασης.

Το άρθρο τονίζει τη σημασία της ενεργειακής αποδοτικότητας, ειδικά σε επιχειρηματικά ή βιομηχανικά περιβάλλοντα, όπου η ενέργεια αποτελεί σημαντικό κόστος. Η υιοθέτηση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση πόρων, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Τέλος, οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι το σύστημα μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω, ενσωματώνοντας τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη, για την πρόβλεψη της κατανάλωσης ενέργειας και την πιο αποδοτική διαχείρισή της.

## **Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες και Προγραμματιστικά Εργαλεία που Χρησιμοποιήθηκαν για την Ανάπτυξη του Συστήματος**

Η ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων παρακολούθησης και διαχείρισης απαιτεί τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών και εργαλείων που ενσωματώνουν δυναμικά τις ανάγκες του χρήστη και τις απαιτήσεις του συστήματος. Το παρόν σύστημα μέτρησης και παρακολούθησης κατανάλωσης ρεύματος βασίστηκε σε μια σειρά από τεχνολογίες που διασφαλίζουν την αξιοπιστία, την ευελιξία και την αποδοτικότητά του.

Η επιλογή των κατάλληλων εργαλείων προγραμματισμού και τεχνολογιών έγινε με βάση τις απαιτήσεις της εφαρμογής, οι οποίες περιλαμβάνουν τη συλλογή δεδομένων από αισθητήρες, την επεξεργασία τους σε πραγματικό χρόνο, την αποθήκευση σε μια ασφαλή βάση δεδομένων και την παρουσίασή τους στον χρήστη μέσω μιας φιλικής διεπαφής. Επιπλέον, η διασύνδεση IoT συσκευών και η υλοποίηση των ειδοποιήσεων απαιτούν έναν συνδυασμό τεχνολογιών που διασφαλίζουν τόσο τη λειτουργικότητα όσο και την επεκτασιμότητα του συστήματος.

Στόχος του κεφαλαίου είναι να αναλυθούν οι τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάπτυξη του συστήματος. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι γλώσσες προγραμματισμού, τα περιβάλλοντα ανάπτυξης, οι βιβλιοθήκες και τα frameworks που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση του έργου.

### **3.1 Λογισμικό**

#### **3.1.1 Laravel**

Το Laravel αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα και σύγχρονα frameworks για την ανάπτυξη εφαρμογών διαδικτύου, βασισμένο στη γλώσσα προγραμματισμού PHP. Εισήχθη το 2011 από τον Taylor Otwell και έκτοτε έχει κατακτήσει την κορυφή στις προτιμήσεις των προγραμματιστών λόγω της ευελιξίας, της αποδοτικότητας και της απλότητάς του. Το Laravel είναι ένα framework ανοιχτού κώδικα, που διευκολύνει την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών προσφέροντας ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και λειτουργιών [7,8].

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του Laravel είναι η χρήση της αρχιτεκτονικής MVC (Model-View-Controller), που διαχωρίζει τη λογική του προγράμματος, τη διαχείριση δεδομένων και την παρουσίαση στον χρήστη. Αυτή η αρχιτεκτονική όχι μόνο καθιστά την ανάπτυξη πιο οργανωμένη, αλλά επιτρέπει επίσης την εύκολη συντήρηση και την επεκτασιμότητα της εφαρμογής. Επιπλέον, το Laravel

περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία εργαλείων που διευκολύνουν την ανάπτυξη, όπως το Eloquent ORM για την αλληλεπίδραση με βάσεις δεδομένων, το Blade για τη δημιουργία δυναμικών HTML templates, και το Artisan για αυτοματοποιημένες διαδικασίες, όπως η δημιουργία κώδικα και η διαχείριση της βάσης δεδομένων.

Το Laravel διακρίνεται επίσης για την ενσωμάτωση εργαλείων ασφαλείας, που περιλαμβάνουν προστασία από επιθέσεις CSRF (Cross-Site Request Forgery) και SQL Injection, διασφαλίζοντας τη δημιουργία εφαρμογών με υψηλά πρότυπα ασφαλείας. Παράλληλα, η υποστήριξη του Laravel για RESTful API endpoints το καθιστά ιδανικό για την ανάπτυξη εφαρμογών που απαιτούν διασύνδεση με άλλα συστήματα ή υπηρεσίες.

Με την εκτενή τεκμηρίωσή του και την ενεργή κοινότητα προγραμματιστών που υποστηρίζει τη συνεχή βελτίωση του, το Laravel αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών κάθε κλίμακας. Η ευκολία χρήσης και οι δυνατότητές του έχουν οδηγήσει στη χρήση του σε ένα ευρύ φάσμα έργων, από μικρές προσωπικές εφαρμογές μέχρι πολύπλοκα συστήματα διαχείρισης επιχειρηματικών δεδομένων.

Το Laravel αποτελεί ένα εργαλείο που συνδυάζει καινοτομία, απόδοση και αξιοπιστία, παρέχοντας στους προγραμματιστές τη δυνατότητα να αναπτύξουν εφαρμογές που ανταποκρίνονται στις σύγχρονες ανάγκες και απαιτήσεις του διαδικτύου. Στο πλαίσιο του παρόντος έργου, το Laravel χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της backend λογικής, τη διαχείριση των δεδομένων και την ενσωμάτωση λειτουργιών ασφαλείας, ενισχύοντας τη συνολική ποιότητα του συστήματος.

Το Laravel ξεχωρίζει για τη χρηστικότητά του, καθώς παρέχει ένα περιβάλλον ανάπτυξης που είναι ιδιαίτερα φιλικό προς τον προγραμματιστή. Με την καθαρή σύνταξη και την ευκολία εκμάθησής του, το Laravel διευκολύνει τη διαδικασία ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών. Η δυνατότητα να δημιουργεί κανείς λειτουργίες γρήγορα, αξιοποιώντας τις έτοιμες βιβλιοθήκες και τα εργαλεία του framework, καθιστά το Laravel ιδανικό για ομάδες ανάπτυξης που χρειάζονται γρήγορη απόδοση και αξιοπιστία. Το Artisan CLI, η γραμμή εντολών του Laravel, ενισχύει την αποδοτικότητα, παρέχοντας αυτοματοποιημένα εργαλεία για τη δημιουργία μοντέλων, controllers, migration αρχείων και άλλα, μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής [9].

Οι χρήσεις του Laravel είναι ποικίλες, καθώς καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από μικρές ιστοσελίδες έως περίπλοκα συστήματα. Με τη δυνατότητα διαχείρισης δεδομένων μέσω του Eloquent ORM, προσφέρει εύκολη και αποδοτική αλληλεπίδραση με βάσεις δεδομένων. Το Blade, το σύστημα templates του Laravel, διευκολύνει τη δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων, ενώ η ενσωμάτωσή του με τεχνολογίες frontend, όπως το Vue.js και το React, επεκτείνει τις δυνατότητες της πλατφόρμας για ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών. Επιπλέον, η υποστήριξη για RESTful APIs καθιστά το Laravel ιδανικό για την ανάπτυξη εφαρμογών που απαιτούν επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών ή συστημάτων, όπως εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου ή συστήματα διαχείρισης δεδομένων.

Η εφαρμογή του Laravel είναι ευρεία και ποικίλη, καθώς χρησιμοποιείται από μεμονωμένους προγραμματιστές, μικρές επιχειρήσεις και μεγάλες εταιρείες για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Από συστήματα διαχείρισης περιεχομένου (CMS) έως πλατφόρμες ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και διαδικτυακά καταστήματα, το Laravel έχει αποδείξει την αξία του σε ποικίλες περιπτώσεις. Στο πλαίσιο συστημάτων που απαιτούν υψηλή ασφάλεια, όπως τραπεζικές εφαρμογές ή πλατφόρμες υγείας, το Laravel αποτελεί την ιδανική επιλογή, χάρη στα ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας του. Επιπλέον, χρησιμοποιείται ευρέως για την ανάπτυξη πολυκαναλικών πλατφορμών που απαιτούν υποστήριξη για διαφορετικές συσκευές και τεχνολογίες, διασφαλίζοντας την καλύτερη εμπειρία χρήστη ανεξαρτήτως πλατφόρμας.

Το Laravel είναι ένα ισχυρό και ευέλικτο πλαίσιο ανάπτυξης εφαρμογών ιστού που προσφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα, καθιστώντας το δημοφιλές μεταξύ των προγραμματιστών. Ωστόσο, όπως κάθε τεχνολογία, παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή του για ένα έργο [10].

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του Laravel είναι η διαισθητική του διεπαφή και η εξαιρετική τεκμηρίωση, που διευκολύνουν την κατανόηση και τη χρήση του, ακόμη και από αρχάριους προγραμματιστές. Η προεγκατεστημένη βιβλιοθήκη του παρέχει μια πληθώρα λειτουργιών, ενώ η μηχανή προτύπων Blade προσφέρει υψηλή απόδοση και ευελιξία στον σχεδιασμό των προβολών. Επιπλέον, το Laravel διαθέτει ενσωματωμένα χαρακτηριστικά για εξουσιοδότηση και ασφάλεια, προσφέροντας ένα επιπλέον επίπεδο προστασίας στις εφαρμογές.

Παρά τα πλεονεκτήματά του, το Laravel παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα. Σε σύγκριση με άλλα πλαίσια, μπορεί να είναι ελαφρώς πιο αργό, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την απόδοση σε εφαρμογές με υψηλές απαιτήσεις ταχύτητας. Επιπλέον, διαθέτει λιγότερες ενσωματωμένες λειτουργίες, απαιτώντας συχνά την ενσωμάτωση εργαλείων τρίτων για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών. Αν και παρέχει βασικά χαρακτηριστικά ασφαλείας, οι εγγενείς ανασφάλειες της PHP μπορεί να περιορίσουν την αποτελεσματικότητά του σε αυτόν τον τομέα.

Το Laravel αποτελεί μια ισχυρή επιλογή για την ανάπτυξη εφαρμογών ιστού, προσφέροντας μια ισορροπία μεταξύ ευκολίας χρήσης και λειτουργικότητας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αξιολογηθούν οι συγκεκριμένες ανάγκες του έργου και να ληφθούν υπόψη τα πιθανά μειονεκτήματα πριν από την απόφαση χρήσης του.

Ας δούμε ένα παράδειγμα εφαρμογής στο πλαίσιο της διαδικτυακής εφαρμογής μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος. Θα αναπτύξουμε μια απλή λειτουργία με Laravel που συλλέγει δεδομένα κατανάλωσης από έναν αισθητήρα και τα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων.

Βήμα 1: Δημιουργία ενός API endpoint για την καταγραφή δεδομένων

Ας υποθέσουμε ότι ένας αισθητήρας στέλνει δεδομένα κατανάλωσης ρεύματος (ένταση σε Ampere) μέσω ενός HTTP GET αιτήματος. Το endpoint θα δέχεται αυτές τις πληροφορίες και θα τις αποθηκεύει στη βάση δεδομένων.

Ρύθμιση του route στο routes/api.php:

```
use App\Http\Controllers\RevmaController;

Route::get('/addvalue', [RevmaController::class, 'addValue']);
```

## Βήμα 2: Υλοποίηση του Controller

Ο Controller θα λαμβάνει τα δεδομένα από το αίτημα και θα τα αποθηκεύει στον πίνακα revmavalues.

Ο κώδικας του RevmaController:

```
namespace App\Http\Controllers;
use Illuminate\Http\Request;
use Illuminate\Support\Facades\DB;

class RevmaController extends Controller
{
    public function addValue(Request $request)
    {
        // Λήψη παραμέτρων από το API αίτημα
        $komvosid = $request->query('komvos'); // ID του κόμβου
        $current = $request->query('current'); // Ένταση ρεύματος

        // Αποθήκευση στη βάση δεδομένων
        DB::table('revmavalues')->insert([
            'komvosid' => $komvosid,
            'entasi' => $current,
            'created_at' => now()
        ]);

        // Επιστροφή απάντησης
        return response()->json(['message' => 'Value added successfully']);
    }
}
```

### Βήμα 3: Δομή της βάσης δεδομένων

Ο πίνακας revmavalues περιέχει τα παρακάτω πεδία:

- id: Μοναδικό αναγνωριστικό (Primary Key).
- komvosid: ID του κόμβου που έστειλε τα δεδομένα.
- entasi: Η τιμή της έντασης (σε Ampere).
- created\_at: Χρονική σήμανση της εγγραφής.

Δήλωση του πίνακα:

```
CREATE TABLE `revmavalues` (  
  `id` INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,  
  `komvosid` INT NOT NULL,  
  `entasi` DECIMAL(10,2) NOT NULL,  
  `created_at` DATETIME DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP  
);
```

### Βήμα 4: Αποστολή αιτήματος από τον αισθητήρα

Ο αισθητήρας (π.χ., ESP32) στέλνει δεδομένα μέσω HTTP GET αιτήματος στο API:

```
#include <WiFi.h>  
#include <HTTPClient.h>  
  
const char* ssid = "your_ssid";  
const char* password = "your_password";  
const char* serverName = "http://your-laravel-server.com/api/addvalue";  
  
void setup() {  
  WiFi.begin(ssid, password);  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
  }  
}  
  
void loop() {
```

```
float current = measureCurrent(); // Συνάρτηση μέτρησης έντασης
String serverPath = String(serverName) + "?komvos=1&current=" + String(current);

HttpClient http;
http.begin(serverPath.c_str());
int httpResponseCode = http.GET();
http.end();

delay(5000); // Αναμονή 5 δευτερολέπτων
}
```

### Δοκιμή της λειτουργίας

Όταν ο αισθητήρας στείλει δεδομένα μέσω του API, ο Laravel server θα τα αποθηκεύσει στον πίνακα revmavalues. Τα δεδομένα μπορούν να προβληθούν μέσω ενός απλού ερωτήματος στη βάση:

```
SELECT * FROM revmavalues;
```

Το παραπάνω παράδειγμα παρουσιάζει τη χρήση του Laravel για την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός αισθητήρα και μιας βάσης δεδομένων. Ο Controller λαμβάνει δεδομένα από το αίτημα, τα επαληθεύει και τα αποθηκεύει, ενώ η χρήση της Laravel Query Builder προσφέρει ευκολία και ασφάλεια κατά την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων.

### 3.1.2 MySQL DB

Σδσδσδ

Η MySQL είναι ένα από τα πιο δημοφιλή συστήματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS), που αναπτύχθηκε αρχικά από τη MySQL AB και πλέον ανήκει στην Oracle Corporation. Είναι ανοιχτού κώδικα, προσφέροντας ταυτόχρονα εμπορικές εκδόσεις για πιο εξειδικευμένες ανάγκες. Η MySQL χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές που βασίζονται στο διαδίκτυο, καθώς επιτρέπει την αποθήκευση, διαχείριση και ανάκτηση δεδομένων με δομημένο και οργανωμένο τρόπο. Η γλώσσα SQL (Structured Query Language) που χρησιμοποιεί αποτελεί το πρότυπο για τη διαχείριση σχεσιακών δεδομένων. Η MySQL χαρακτηρίζεται από υψηλή απόδοση, ευελιξία και αξιοπιστία, γεγονός που την καθιστά ιδανική επιλογή για μικρές και μεγάλες εφαρμογές.

### 3.1.3 Χρήσεις

Η MySQL χρησιμοποιείται κυρίως για την αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων που αφορούν διάφορες εφαρμογές, από προσωπικά ιστολόγια μέχρι πολύπλοκες επιχειρησιακές λύσεις. Εφαρμογές

όπως ιστότοποι ηλεκτρονικού εμπορίου, συστήματα διαχείρισης περιεχομένου, εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης και πλατφόρμες αναλυτικών δεδομένων βασίζονται στη MySQL για την αποθήκευση και την ανάκτηση δεδομένων. Η ευκολία ενσωμάτωσής της σε γλώσσες προγραμματισμού όπως PHP, Python, και Java την καθιστά εξαιρετικά προσαρμόσιμη. Στο πλαίσιο του έργου μας, η MySQL χρησιμοποιείται για τη διαχείριση δεδομένων κατανάλωσης ρεύματος, την αποθήκευση ιστορικών καταγραφών, των χρηστών, των κόμβων και των ειδοποιήσεων, εξασφαλίζοντας τη δομή και τη συνοχή της πληροφορίας [11].

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της MySQL είναι η ταχύτητά της, καθώς είναι εξαιρετικά αποδοτική στην εκτέλεση ερωτημάτων και στη διαχείριση δεδομένων. Η αξιοπιστία της, σε συνδυασμό με την υποστήριξη μεγάλων όγκων δεδομένων, την καθιστούν ιδανική για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας. Παράλληλα, το γεγονός ότι είναι ανοιχτού κώδικα και διαθέτει ενεργή κοινότητα υποστήριξης εξασφαλίζει τη συνεχή ανάπτυξή της. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα διαχείρισης πολλαπλών χρηστών ταυτόχρονα, καθιστώντας την κατάλληλη για συνεργατικά περιβάλλοντα [12].

Ωστόσο, η MySQL έχει ορισμένα μειονεκτήματα. Σε περιπτώσεις πολύπλοκων ερωτημάτων και υψηλών απαιτήσεων για συναλλαγές, μπορεί να χρειαστεί περαιτέρω βελτιστοποίηση. Επίσης, η πλήρης υποστήριξη αποθηκευμένων διαδικασιών και triggers μπορεί να είναι περιορισμένη σε σύγκριση με άλλα συστήματα βάσεων δεδομένων όπως το PostgreSQL. Ακόμη, αν και είναι ευέλικτη, η χρήση της απαιτεί καλή κατανόηση της SQL και προγραμματιστικών αρχών.

Η MySQL συνεργάζεται άψογα με το Laravel, το οποίο παρέχει ένα ενσωματωμένο επίπεδο αφαιρετικότητας για τη διαχείριση βάσεων δεδομένων. Μέσω του Eloquent ORM (Object-Relational Mapping), το Laravel επιτρέπει στους προγραμματιστές να αλληλεπιδρούν με τη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας μοντέλα και αντικείμενα, μειώνοντας την ανάγκη για γραφή πολύπλοκων SQL ερωτημάτων. Οι πίνακες της MySQL μπορούν να δημιουργηθούν, να μετατραπούν και να διαχειριστούν εύκολα μέσω των migrations του Laravel, παρέχοντας ένα συνεκτικό και οργανωμένο τρόπο διαχείρισης της βάσης. Στο έργο μας, το Laravel αναλαμβάνει να γεφυρώσει το κενό ανάμεσα στη λογική της εφαρμογής και τα δεδομένα της MySQL, εξασφαλίζοντας τη σωστή αποθήκευση και επεξεργασία της πληροφορίας.

### 3.1.4 Γραφικά

#### 3.1.4.1 Bootstrap

Το Bootstrap είναι ένα από τα πιο δημοφιλή front-end frameworks για την ανάπτυξη responsive και μοντέρνων ιστοσελίδων και εφαρμογών. Δημιουργήθηκε αρχικά από τους προγραμματιστές του Twitter και από τότε έχει εξελιχθεί σε ένα ισχυρό εργαλείο για την κατασκευή διεπαφών χρήστη. Παρέχει ένα σύνολο από έτοιμα CSS και JavaScript στοιχεία, όπως grid systems, κουμπιά, φόρμες, πλοήγηση, και πολλά άλλα, τα οποία επιτρέπουν την εύκολη και γρήγορη δημιουργία προσαρμοσμένων σχεδίων. Το Bootstrap ακολουθεί μια mobile-first προσέγγιση, εξασφαλίζοντας ότι οι ιστοσελίδες προσαρμόζονται ομαλά σε διαφορετικές συσκευές και μεγέθη οθονών [13].

Το Bootstrap χρησιμοποιείται ευρέως για τη δημιουργία responsive ιστοσελίδων, δηλαδή σελίδων που προσαρμόζονται αυτόματα σε διαφορετικές οθόνες, όπως κινητά τηλέφωνα, tablets και υπολογιστές. Είναι ιδανικό για την κατασκευή dashboards, διαχειριστικών εργαλείων και κάθε είδους εφαρμογών που απαιτούν μοντέρνα και προσαρμόσιμη σχεδίαση. Επιπλέον, υποστηρίζει την ενσωμάτωση με άλλες τεχνολογίες, όπως Angular, React, και φυσικά Laravel, προσφέροντας στους προγραμματιστές ένα ευέλικτο εργαλείο για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη διεπαφών χρήστη.

Το Bootstrap προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα. Το πλέγμα (grid system) του είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του, επιτρέποντας την εύκολη διάταξη στοιχείων στη σελίδα. Παρέχει επίσης ένα εκτενές σύνολο από προσαρμόσιμα components, όπως φόρμες, καρτέλες, modal παραθύρων, και πλοηγήσεων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η διαθεσιμότητα μιας μεγάλης κοινότητας υποστήριξης, που διασφαλίζει συνεχή ανάπτυξη και βελτιώσεις [14].

Ωστόσο, το Bootstrap έχει και ορισμένα μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι το γεγονός ότι οι προεπιλεγμένες επιλογές στυλ μπορεί να κάνουν τις ιστοσελίδες να μοιάζουν παρόμοιες, εκτός αν προσαρμοστούν περαιτέρω. Επιπλέον, αν το framework δεν χρησιμοποιηθεί προσεκτικά, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο όγκο CSS και JavaScript, επηρεάζοντας την ταχύτητα φόρτωσης της ιστοσελίδας.

Στο πλαίσιο του έργου μας, το Bootstrap χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας φιλικής προς τον χρήστη και responsive διεπαφής. Όλες οι σελίδες της εφαρμογής, από την εγγραφή και τη σύνδεση μέχρι την προβολή δεδομένων κατανάλωσης και τη ρύθμιση ορίων, έχουν σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας τα εργαλεία και τα components του Bootstrap. Το πλέγμα του framework διασφαλίζει την ομαλή διάταξη των στοιχείων σε όλες τις συσκευές, ενώ τα έτοιμα στοιχεία, όπως κουμπιά, πίνακες, και φόρμες, συμβάλλουν στη δημιουργία μιας ομοιόμορφης και επαγγελματικής εμφάνισης. Με τη χρήση

του Bootstrap, οι χρήστες μπορούν να πλοηγηθούν εύκολα στην εφαρμογή, ανεξάρτητα από τη συσκευή που χρησιμοποιούν.

### 3.1.4.2 Datatables

Το DataTables είναι μια ισχυρή βιβλιοθήκη JavaScript που χρησιμοποιείται για την ενίσχυση και τη διαχείριση πινάκων δεδομένων στις ιστοσελίδες. Αποτελεί επέκταση του HTML table στοιχείου και προσφέρει προηγμένες λειτουργίες, όπως ταξινόμηση, αναζήτηση, σελιδοποίηση και φιλτράρισμα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Το DataTables είναι εξαιρετικά προσαρμόσιμο και μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα με διάφορα frameworks, όπως το Bootstrap, επιτρέποντας τη δημιουργία φιλικών προς τον χρήστη και ελκυστικών διεπαφών για την παρουσίαση δεδομένων.

Το DataTables χρησιμοποιείται κυρίως για την προβολή και τη διαχείριση μεγάλων συνόλων δεδομένων σε διαδραστικούς πίνακες. Είναι ιδανικό για εφαρμογές που απαιτούν αναλυτική παρουσίαση δεδομένων, όπως dashboards, διαχειριστικά εργαλεία και συστήματα CRM. Χάρη στις δυνατότητες αναζήτησης και φιλτραρίσματος, οι χρήστες μπορούν εύκολα να εντοπίσουν συγκεκριμένα στοιχεία, ενώ η σελιδοποίηση εξασφαλίζει την ταχύτητα φόρτωσης ακόμη και σε μεγάλους πίνακες δεδομένων. Η ενσωμάτωσή του με AJAX επιτρέπει τη φόρτωση δεδομένων δυναμικά, ενισχύοντας την απόδοση των εφαρμογών [15].

Το DataTables προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα, όπως η ευκολία χρήσης και η ευελιξία στη διαχείριση δεδομένων. Επιτρέπει τη γρήγορη αναζήτηση και φιλτράρισμα, γεγονός που διευκολύνει την αλληλεπίδραση των χρηστών με τα δεδομένα. Επίσης, η υποστήριξη δυναμικής φόρτωσης μέσω AJAX συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της ταχύτητας και της εμπειρίας χρήστη. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η εύκολη ενσωμάτωσή του με άλλα frameworks, όπως το Laravel και το Bootstrap.

Ωστόσο, ένα πιθανό μειονέκτημα είναι η αυξημένη πολυπλοκότητα όταν πρόκειται για πολύ προσαρμοσμένες λύσεις, καθώς απαιτείται περισσότερος χρόνος για τον προγραμματισμό και τη διαμόρφωση. Επιπλέον, όταν χρησιμοποιείται με μεγάλους όγκους δεδομένων, μπορεί να απαιτείται περαιτέρω βελτιστοποίηση για την αποφυγή επιβράδυνσης [16].

Το DataTables χρησιμοποιείται για την προβολή των δεδομένων κατανάλωσης ρεύματος και των ειδοποιήσεων σε διαδραστικούς πίνακες. Στη σελίδα προβολής δεδομένων κόμβου, οι τιμές κατανάλωσης και τα alerts παρουσιάζονται μέσω DataTables, επιτρέποντας στους χρήστες να ταξινομήσουν, να φιλτράρουν ή να αναζητήσουν συγκεκριμένες πληροφορίες εύκολα. Η ενσωμάτωση με AJAX δίνει τη δυνατότητα για δυναμική φόρτωση δεδομένων, εξασφαλίζοντας άμεση ανταπόκριση ακόμη και σε περιπτώσεις μεγάλου όγκου πληροφοριών. Επιπλέον, η ενσωμάτωσή του με το Bootstrap

ενισχύει την αισθητική και τη λειτουργικότητα της εφαρμογής, παρέχοντας μια ενοποιημένη και φιλική προς τον χρήστη εμπειρία.

### 3.1.4.3 Google Charts

Το Google Charts είναι μια ισχυρή βιβλιοθήκη οπτικοποίησης δεδομένων που παρέχει μια μεγάλη ποικιλία γραφημάτων και διαγραμμάτων, κατάλληλων για την παρουσίαση δεδομένων με σαφή και ελκυστικό τρόπο. Είναι ένα δωρεάν εργαλείο που βασίζεται σε JavaScript και HTML5, προσφέροντας δυναμική και διαδραστική εμπειρία οπτικοποίησης για ιστοσελίδες και εφαρμογές. Με την ευελιξία του, το Google Charts επιτρέπει την απεικόνιση δεδομένων μέσω διαφορετικών τύπων γραφημάτων, όπως γραμμικά, ραβδογράμματα, πίτες, χάρτες θερμότητας και πολλά άλλα [17].

Το Google Charts χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές που απαιτούν τη γραφική απεικόνιση δεδομένων. Είναι ιδανικό για dashboards, αναφορές επιχειρηματικής ευφυΐας, συστήματα διαχείρισης έργων και κάθε είδους εφαρμογή που βασίζεται σε δεδομένα. Μέσω των διαδραστικών χαρακτηριστικών του, όπως η εμφάνιση λεπτομερειών κατά την τοποθέτηση του δείκτη (tooltips) και η δυνατότητα ζουμ, οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, υποστηρίζει την προσαρμογή των γραφημάτων, ώστε να ανταποκρίνονται σε εξειδικευμένες ανάγκες.

Το Google Charts προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η ευκολία χρήσης, η δωρεάν διαθεσιμότητα και η δυνατότητα δημιουργίας διαδραστικών γραφημάτων. Η ενσωμάτωσή του σε εφαρμογές είναι απλή, ενώ η βιβλιοθήκη του περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία τύπων γραφημάτων που καλύπτουν κάθε ανάγκη. Επίσης, η υποστήριξή του από την Google εγγυάται τη συνεχή βελτίωση και ενημέρωσή του [18].

Ωστόσο, ενδέχεται να έχει κάποιους περιορισμούς, όπως η εξάρτηση από σύνδεση στο διαδίκτυο για τη φόρτωση της βιβλιοθήκης, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει καθυστερήσεις. Επίσης, σε περιπτώσεις που απαιτούνται πολύπλοκες προσαρμογές ή ειδικές ανάγκες, η ευελιξία μπορεί να είναι περιορισμένη σε σύγκριση με άλλες βιβλιοθήκες οπτικοποίησης δεδομένων.

Στο έργο μας, το Google Charts χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση της κατανάλωσης ρεύματος σε πραγματικό χρόνο. Οι τιμές κατανάλωσης που λαμβάνονται από τους αισθητήρες απεικονίζονται σε γραφήματα γραμμής, παρέχοντας στους χρήστες μια σαφή εικόνα των διακυμάνσεων. Αυτή η απεικόνιση βοηθά στην κατανόηση των ενεργειακών τάσεων και στην εύκολη αναγνώριση πιθανών ενεργοβόρων περιόδων. Η δυνατότητα προσαρμογής των γραφημάτων επιτρέπει την παρουσίαση των δεδομένων με τρόπο που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του έργου, ενώ η διαδραστικότητα προσφέρει

στους χρήστες τη δυνατότητα να εξετάζουν λεπτομέρειες και να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση τα δεδομένα που εμφανίζονται.

## 3.2 Υλικό

### 3.2.1 Esp32

Το ESP32 είναι μια σειρά μικροελεγκτών συστήματος σε ένα τσιπ (SoC) χαμηλού κόστους και χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, που ενσωματώνουν δυνατότητες Wi-Fi και Bluetooth διπλής λειτουργίας. Αναπτύχθηκε από την Espressif Systems, μια κινεζική εταιρεία με έδρα τη Σαγκάη, και αποτελεί τον διάδοχο του δημοφιλούς ESP8266. Το ESP32 είναι ιδανικό για εφαρμογές Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), φορητές συσκευές και έργα που απαιτούν ασύρματη συνδεσιμότητα [19,20].



Εικόνα 3.1: esp32 ακροδέκτες

[\[https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.ACmYio09DLWVo-mWkzFicgHaEc\]](https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.ACmYio09DLWVo-mWkzFicgHaEc)

#### Χαρακτηριστικά:

- **Επεξεργαστής:** Διαθέτει διπύρηνιο ή μονοπύρηνιο επεξεργαστή Tensilica Xtensa LX6 32-bit, με συχνότητα λειτουργίας έως 240 MHz, προσφέροντας απόδοση έως 600 DMIPS.
- **Μνήμη:** Περιλαμβάνει 520 KiB SRAM και 448 KiB ROM, με δυνατότητα επέκτασης μέσω εξωτερικής μνήμης flash ή RAM.

- **Ασύρματη συνδεσιμότητα:** Υποστηρίζει Wi-Fi 802.11 b/g/n και Bluetooth v4.2 BR/EDR και BLE, επιτρέποντας ευέλικτες επιλογές επικοινωνίας.
- **Διασυνδέσεις περιφερειακών:** Προσφέρει 34 προγραμματιζόμενες GPIOs, 10 αισθητήρες αφής, 2 ADCs 12-bit, 2 DACs 8-bit, PWM για κινητήρες και LED, καθώς και υποστήριξη για πρωτόκολλα όπως SPI, I2C, I2S και UART.
- **Διαχείριση ενέργειας:** Διαθέτει πέντε λειτουργίες ισχύος, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργιών ύπνου και αδρανοποίησης, με κατανάλωση ενέργειας μόλις 10  $\mu$ A σε κατάσταση βαθύ ύπνου.

Το ESP32 χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές όπως ασύρματος βιομηχανικός έλεγχος, έξυπνες συσκευές, ασύρματη παρακολούθηση και έργα IoT που απαιτούν δυνατότητες αναγνώρισης εικόνας και παρακολούθησης. Η ευελιξία και η ισχύς του το καθιστούν δημοφιλή επιλογή μεταξύ προγραμματιστών και μηχανικών για την ανάπτυξη αποδοτικών λύσεων επεξεργασίας εικόνας και απομακρυσμένης παρακολούθησης.

Στο παρόν έργο, το ESP32 αποτελεί τον κύριο μικροελεγκτή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της κατανάλωσης ρεύματος και την αποστολή των δεδομένων στον server. Χάρη στις ισχυρές δυνατότητές του, το ESP32 επιλέχθηκε ως το καταλληλότερο εργαλείο για την υλοποίηση του συστήματος μέτρησης, προσφέροντας ευελιξία, επεκτασιμότητα και υψηλή απόδοση.

Το ESP32 είναι υπεύθυνο για τη λήψη αναλογικών δεδομένων από έναν αισθητήρα μέτρησης ρεύματος, τη μετατροπή αυτών των δεδομένων σε ψηφιακή μορφή και τη μεταφορά τους σε πραγματικό χρόνο στον διαδικτυακό server. Ο μικροελεγκτής διασυνδέεται με τον αισθητήρα μέσω του αναλογικού pin του (ADC), εξασφαλίζοντας ακρίβεια στη μέτρηση των τάσεων που αντιστοιχούν στην ένταση του ρεύματος.

Το ESP32 λειτουργεί ως εξής:

1. **Ανάγνωση Δεδομένων:** Το ESP32 αναλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων από τον αισθητήρα μέτρησης ρεύματος μέσω του αναλογικού του pin.
2. **Επεξεργασία Δεδομένων:** Υπολογίζει την τιμή RMS του ρεύματος από τις αναλογικές τιμές που λαμβάνονται, προκειμένου να αποτυπώσει την πραγματική κατανάλωση.
3. **Αποστολή Δεδομένων:** Μέσω των ενσωματωμένων δυνατοτήτων Wi-Fi, το ESP32 συνδέεται με το τοπικό δίκτυο και αποστέλλει τα δεδομένα σε μορφή HTTP request προς το Laravel-based API του server.
4. **Περιοδική Αναφορά:** Η συσκευή έχει ρυθμιστεί να αποστέλλει δεδομένα σε τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε 5 δευτερόλεπτα) για τη διατήρηση της επικαιρότητας της μέτρησης.

Το ESP32 επικοινωνεί με τον server μέσω HTTP requests, καλώντας συγκεκριμένες API endpoints που έχουν σχεδιαστεί στο Laravel framework. Για παράδειγμα, τα δεδομένα αποστέλλονται με τη μορφή ενός GET request, το οποίο περιλαμβάνει την τιμή της έντασης του ρεύματος και τον μοναδικό αναγνωριστικό αριθμό του κόμβου (node ID). Ο server επεξεργάζεται αυτές τις πληροφορίες και τις αποθηκεύει στη βάση δεδομένων για περαιτέρω ανάλυση.

Η χρήση του ESP32 στο έργο μας προσφέρει διάφορα πλεονεκτήματα, όπως:

- **Χαμηλό κόστος:** Το ESP32 είναι οικονομικά προσιτό, καθιστώντας το ιδανικό για έργα μεγάλης κλίμακας.
- **Ενσωματωμένο Wi-Fi:** Δεν απαιτούνται πρόσθετα εξαρτήματα για την ασύρματη επικοινωνία με τον server.
- **Υψηλή απόδοση:** Παρέχει επεξεργαστική ισχύ ικανή να χειριστεί σύνθετες μαθηματικές πράξεις όπως ο υπολογισμός RMS.
- **Επεκτασιμότητα:** Η δυνατότητα διαχείρισης πολλών GPIO pins επιτρέπει τη διασύνδεση με πολλαπλούς αισθητήρες, καθιστώντας δυνατή την επέκταση του συστήματος.

Για τη μέτρηση της κατανάλωσης, το ESP32 λαμβάνει δεδομένα από έναν αναλογικό αισθητήρα, υπολογίζει το RMS και το αποστέλλει στον server. Στη συνέχεια, ο server αποθηκεύει τα δεδομένα στη βάση δεδομένων MySQL και τα προβάλλει σε μορφή γραφημάτων μέσω Google Charts. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να λαμβάνουν ειδοποιήσεις για υπερβάσεις κατανάλωσης, οι οποίες ενεργοποιούνται μέσω των δεδομένων που αποστέλλονται από το ESP32.

### 3.2.2 Αισθητήρας μέτρησης ρεύματος

Ο αισθητήρας μέτρησης ρεύματος που χρησιμοποιήθηκε στο έργο μας είναι ο Gravity: Analog AC Current Sensor (20A), ο οποίος παρέχεται από την DFRobot. Πρόκειται για έναν αισθητήρα που μπορεί να μετρήσει εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) έως 20A, προσφέροντας υψηλή ακρίβεια και σταθερότητα, καθιστώντας τον ιδανικό για εφαρμογές παρακολούθησης κατανάλωσης ενέργειας [21].

Ο Gravity AC Current Sensor χρησιμοποιεί την τεχνολογία Hall για την ανίχνευση του ρεύματος που ρέει μέσα από το καλώδιο. Ο αισθητήρας διαθέτει ενσωματωμένο μετασχηματιστή ρεύματος και αναλογική έξοδο, η οποία είναι συμβατή με τα περισσότερα μικροελεγκτικά συστήματα, όπως το ESP32. Κύρια χαρακτηριστικά του αισθητήρα είναι:

- **Εύρος μέτρησης:** 0–20A AC.
- **Ακρίβεια:** Παρέχει σταθερές και ακριβείς μετρήσεις ακόμα και σε χαμηλά επίπεδα ρεύματος.

- **Αναλογική έξοδος:** Η τάση εξόδου κυμαίνεται από 0 έως 2,5V, αναλογικά με την ένταση του ρεύματος που ανιχνεύεται.
- **Ευκολία στη χρήση:** Διαθέτει υποδοχή για εύκολη σύνδεση με Arduino, ESP32 ή άλλους μικροελεγκτές.
- **Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας:** Κατάλληλος για συνεχή λειτουργία σε συστήματα παρακολούθησης.



Εικόνα 3.2: Gravity Αναλογικός Αισθητήρας Ρεύματος AC

[[https://grobotronics.com/images/thumbnails/570/570/detailed/120/500288\\_1\\_grobo.jpg](https://grobotronics.com/images/thumbnails/570/570/detailed/120/500288_1_grobo.jpg)]

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας χρησιμοποιείται σε συστήματα παρακολούθησης κατανάλωσης ενέργειας για την ανίχνευση ενεργοβόρων συσκευών ή την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης. Ενδείκνυται για εφαρμογές σε:

- Συστήματα IoT για έξυπνα σπίτια.
- Βιομηχανική παρακολούθηση εξοπλισμού.
- Υποδομές παρακολούθησης κατανάλωσης σε εμπορικά κτίρια.
- Εργαστηριακές εφαρμογές που απαιτούν ανίχνευση και μέτρηση AC ρεύματος.

Ο αισθητήρας μέτρησης ρεύματος αποτελεί το κύριο εργαλείο για την ανίχνευση της κατανάλωσης ενέργειας στο έργο μας. Συνδέεται με το ESP32 μέσω του αναλογικού pin και παρέχει δεδομένα σε

πραγματικό χρόνο για την ένταση του ρεύματος. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάζονται από το ESP32 για τον υπολογισμό της RMS τιμής του ρεύματος και αποστέλλονται στον server για αποθήκευση και ανάλυση. Το σύστημα χρησιμοποιεί τις μετρήσεις του αισθητήρα για να ενημερώνει τον χρήστη σχετικά με την τρέχουσα κατανάλωση και για την ανίχνευση υπερβάσεων των προκαθορισμένων ορίων.

Η αναλογική έξοδος του αισθητήρα είναι συνδεδεμένη στο pin ADC του ESP32. Ο μικροελεγκτής πραγματοποιεί πολλαπλές μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο για να υπολογίσει τη μέση τιμή RMS της έντασης. Αυτή η διαδικασία εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα που συλλέγονται είναι αξιόπιστα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποτύπωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

## Κεφάλαιο 4ο: Το σύστημα μέτρησης ρεύματος

### 4.1 Περιγραφή

Το σύστημα μέτρησης ρεύματος αποτελεί μια λύση παρακολούθησης και ανάλυσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος του συστήματος είναι η συλλογή δεδομένων από απομακρυσμένους αισθητήρες, η αποθήκευση αυτών σε κεντρική βάση δεδομένων και η παρουσίασή τους μέσω φιλικής διεπαφής χρήστη. Το σύστημα βασίζεται σε μοντέρνες τεχνολογίες, όπως το ESP32 για συλλογή δεδομένων, το Laravel για την επεξεργασία και παρουσίαση, και μια σχεσιακή βάση δεδομένων για αποθήκευση.

Το σύστημα αποτελείται από τους εξής πυλώνες:

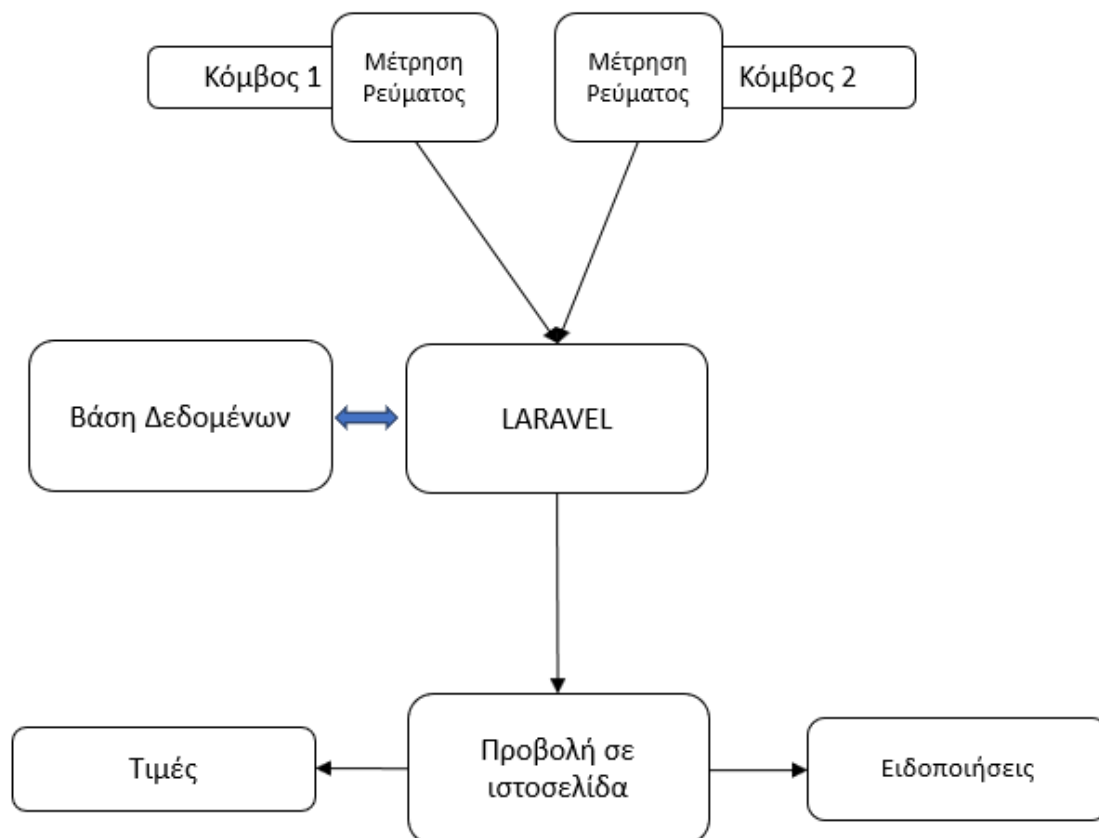
- Κόμβοι Μέτρησης:** Οι κόμβοι βασίζονται σε μικροελεγκτές ESP32, εξοπλισμένους με αισθητήρες μέτρησης ρεύματος. Κάθε κόμβος εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:
  - Ρύθμιση του ESP32 για σταθερή λειτουργία.
  - Ανάγνωση της τάσης από τον ADC ανά τακτά χρονικά διαστήματα (π.χ. κάθε 5 λεπτά).
  - Υπολογισμός της RMS τιμής του ρεύματος από τις τιμές τάσης.
  - Αποστολή των δεδομένων στον server μέσω HTTP API.
- Κεντρικός Server:** Ο server έχει διπλό ρόλο:
  - Λαμβάνει δεδομένα από τους κόμβους, επαληθεύει την αυθεντικότητά τους και τα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων.
  - Ενημερώνει τον χρήστη για τυχόν υπερβάσεις προκαθορισμένων ορίων κατανάλωσης.
- Βάση Δεδομένων:** Αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα των κόμβων, όπως οι τιμές κατανάλωσης, οι παράμετροι των κόμβων και τα όρια που έχουν οριστεί για κάθε χρήστη. Η δομή της βάσης περιλαμβάνει πίνακες για:
  - Τιμές κατανάλωσης (retnavalues).
  - Ρυθμίσεις κόμβων (komvos).
  - Ειδοποιήσεις (alerts).
- Διαδραστική Διεπαφή:** Οι χρήστες έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους μέσω μιας μοντέρνας διαδικτυακής εφαρμογής. Οι βασικές λειτουργίες περιλαμβάνουν:
  - Προβολή ιστορικών και real-time δεδομένων μέσω διαγραμμάτων και πινάκων.
  - Ρύθμιση ορίων κατανάλωσης ανά κόμβο.
  - Δημιουργία και επεξεργασία κόμβων.

Η ροή δεδομένων ξεκινά από τους κόμβους, όπου οι μετρήσεις συλλέγονται και αποστέλλονται στον server. Εκεί γίνεται επεξεργασία και αποθήκευση στη βάση δεδομένων. Ο server στη συνέχεια παρέχει στους χρήστες πρόσβαση στα δεδομένα μέσω της ιστοσελίδας, ενώ δημιουργεί ειδοποιήσεις όταν παρατηρούνται υπερβάσεις στα όρια κατανάλωσης.

Το σύστημα αυτό προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Συνεχής παρακολούθηση της κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο.
- Ικανότητα ανίχνευσης ενεργοβόρων συσκευών και εξοικονόμηση ενέργειας.
- Προσαρμογή στις ανάγκες του κάθε χρήστη μέσω παραμετροποίησης.

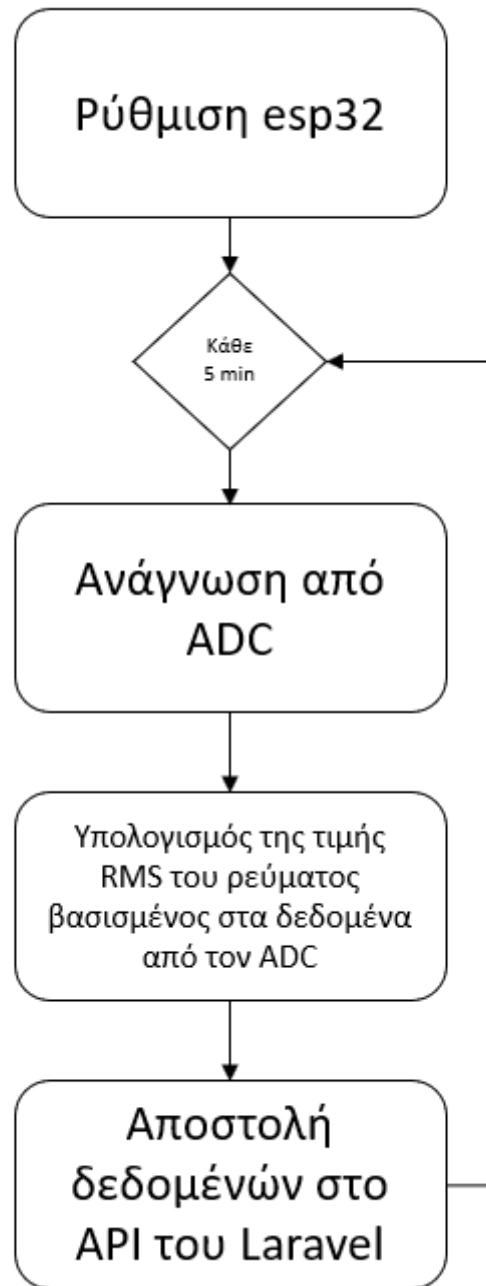
Συνολικά, το σύστημα μέτρησης ρεύματος αποτελεί μια αποδοτική λύση για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, προσφέροντας στον χρήστη πλήρη έλεγχο και πληροφορία για την ενεργειακή του χρήση.



Εικόνα 4.1: Αρχιτεκτονική Συστήματος Μέτρησης Ρεύματος

Στην Εικόνα 4.1 παρουσιάζεται η συνολική αρχιτεκτονική του συστήματος μέτρησης ρεύματος. Περιλαμβάνει δύο κόμβους μέτρησης (Κόμβος 1 και Κόμβος 2) που συλλέγουν δεδομένα ρεύματος και τα αποστέλλουν στον server μέσω Laravel. Ο server αποθηκεύει τα δεδομένα σε μια βάση

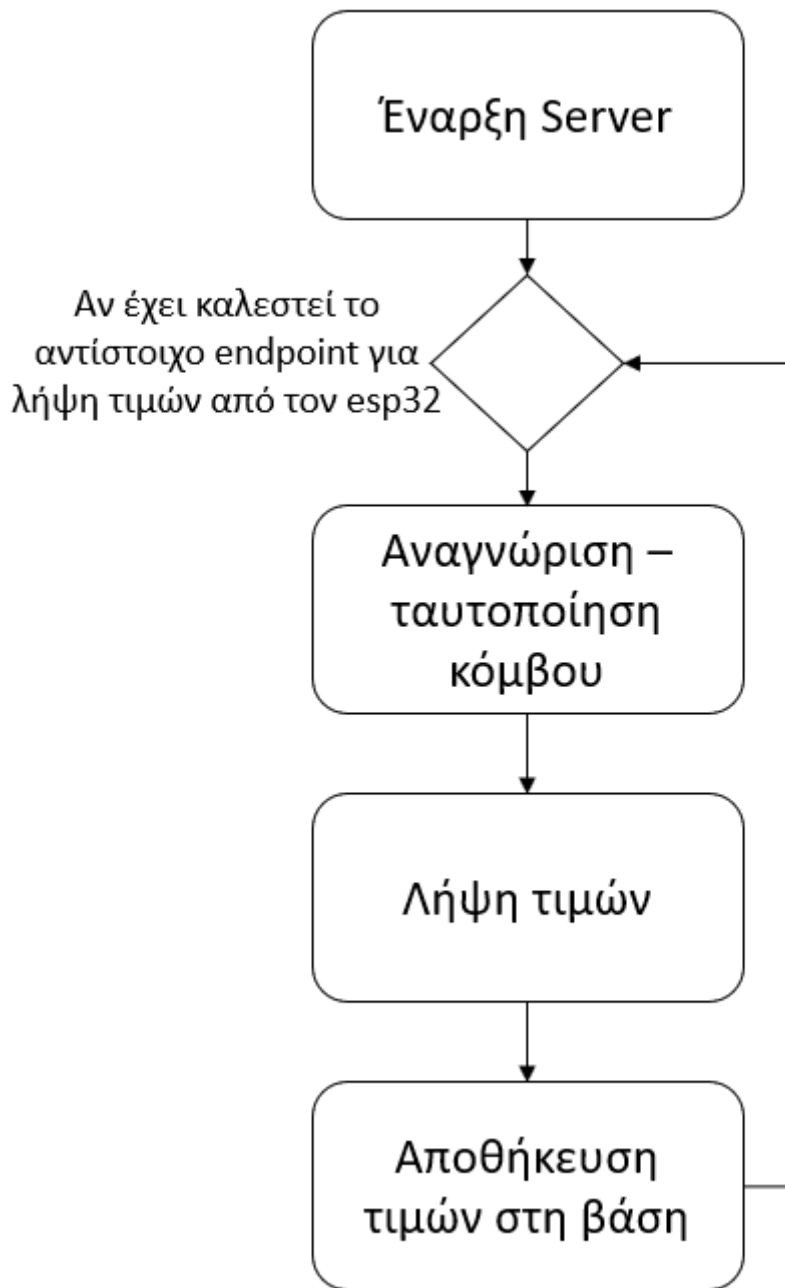
δεδομένων, ενώ ο χρήστης έχει πρόσβαση στις τιμές, την προβολή δεδομένων μέσω ιστοσελίδας και τη λήψη ειδοποιήσεων για υπερβάσεις ορίων.



Εικόνα 4.2: Λειτουργία ESP32 για Μέτρηση Ρεύματος

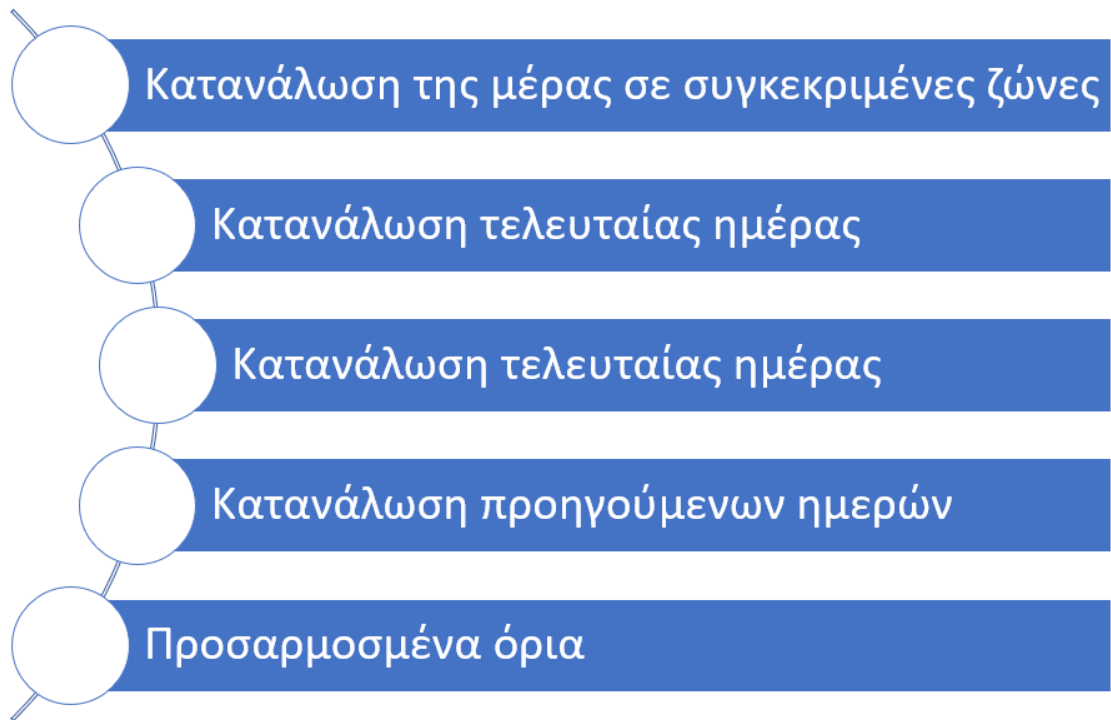
Η Εικόνα 4.2 απεικονίζει τη λειτουργία του ESP32 για τη μέτρηση του ρεύματος. Ο κύκλος ξεκινά με τη ρύθμιση του ESP32, ενώ ανά 5 λεπτά γίνεται ανάγνωση από τον ADC, υπολογισμός της RMS τιμής

του ρεύματος και αποστολή των δεδομένων στο API του Laravel. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς για τη διατήρηση real-time δεδομένων.



Εικόνα 4.3: Ροή Λειτουργίας Server και Ταυτοποίηση Δεδομένων

Στην Εικόνα 4.3 παρουσιάζεται η ροή λειτουργίας του server. Με την έναρξη του server, γίνεται αναγνώριση και ταυτοποίηση του κόμβου που αποστέλλει δεδομένα. Έπειτα λαμβάνονται οι τιμές, οι οποίες αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων για ανάλυση και προβολή. Η ταυτοποίηση διασφαλίζει την ακεραιότητα και την ορθότητα των δεδομένων.



Εικόνα 4.4: Ζώνες και Όρια Κατανάλωσης Ρεύματος

Η Εικόνα 4.4 περιγράφει τις διαφορετικές ζώνες και όρια που μπορούν να οριστούν για την κατανάλωση ρεύματος. Περιλαμβάνονται ζώνες για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα της ημέρας, παρακολούθηση ημερήσιας κατανάλωσης, σύγκριση προηγούμενων ημερών και δυνατότητα ορισμού προσαρμοσμένων ορίων ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.

## 4.2 Περιγραφή του esp32

### Ορισμός δικτύου WiFi και παραμέτρων επικοινωνίας

```
const char* ssid = "dipae";  
  
const char* password = "23456789";  
  
const char* serverName = "http://localhost/xasapis/addvalue?komvos=1&current=";
```

Το πρώτο κομμάτι του κώδικα περιλαμβάνει τις βασικές παραμέτρους σύνδεσης του ESP32 στο WiFi. Ορίζεται το όνομα του δικτύου (ssid), ο κωδικός πρόσβασης (password), καθώς και η διεύθυνση του server (serverName) όπου θα αποστέλλονται τα δεδομένα. Αυτή η ενότητα διασφαλίζει τη δυνατότητα του ESP32 να επικοινωνεί με τον server μέσω HTTP.

## Ρύθμιση του αναλογικού αισθητήρα και των παραμέτρων μέτρησης

```
const int ACPin = 34;

#define ACTectionRange 20

#define VREF 3.3
```

Ορίζεται το pin του ESP32 που είναι συνδεδεμένο με τον αισθητήρα μέτρησης ρεύματος (ACPin). Επίσης, ορίζεται η κλίμακα του αισθητήρα (ACTectionRange) και η τάση αναφοράς του ADC (VREF). Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τον σωστό υπολογισμό της RMS τιμής του ρεύματος.

## Μέτρηση έντασης ρεύματος

```
float measureCurrent()
{
    float peakVoltage = 0;
    float rmsVoltage = 0;
    float currentValue = 0;

    for (int i = 0; i < 50; i++)
    {
        float reading = analogRead(ACPin);
        peakVoltage += reading * reading;
        delay(1);
    }
    peakVoltage = peakVoltage / 50;
    rmsVoltage = peakVoltage * 0.707;
    rmsVoltage = (rmsVoltage / 1024 * VREF) / 2;

    currentValue = rmsVoltage * ACTectionRange;
```

```
return currentValue;
}
```

Αυτή η συνάρτηση συλλέγει 50 δείγματα τάσης από τον αισθητήρα, υπολογίζει την τετραγωνική μέση τιμή (RMS) και τη μετατρέπει σε ένταση ρεύματος. Οι υπολογισμοί βασίζονται στην κλίμακα του αισθητήρα και στην τάση αναφοράς του ADC. Η διαδικασία εξασφαλίζει ακριβείς μετρήσεις της πραγματικής κατανάλωσης.

### Σύνδεση στο WiFi

```
WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(500);

    Serial.println("Σύνδεση στο WiFi...");

}

Serial.println("Συνδεδεμένο στο WiFi");
```

Το ESP32 συνδέεται στο τοπικό δίκτυο WiFi χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που ορίστηκαν. Η διαδικασία είναι μπλοκαριστική, περιμένοντας να ολοκληρωθεί η σύνδεση πριν προχωρήσει στις επόμενες λειτουργίες.

### Αποστολή δεδομένων στον server

```
if(WiFi.status() == WL_CONNECTED){

    HTTPClient http;

    String serverPath = serverName + String(current);

    http.begin(serverPath.c_str());

    int httpResponseCode = http.GET();

    http.end();

}
```

Το ESP32 ελέγχει τη σύνδεσή του στο WiFi και αποστέλλει τις μετρήσεις ρεύματος στον server μέσω

HTTP GET request. Η διεύθυνση του server περιλαμβάνει τις μετρηθείσες τιμές, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα αποστέλλονται σε πραγματικό χρόνο.

Ο κώδικας για το ESP32 αποτελεί την κύρια μονάδα συλλογής δεδομένων του συστήματος. Το ESP32, μέσω του ADC, λαμβάνει μετρήσεις τάσης από έναν αναλογικό αισθητήρα ρεύματος. Οι τιμές μετατρέπονται σε ένταση ρεύματος μέσω υπολογισμών RMS και αποστέλλονται στον server μέσω WiFi. Ο server λαμβάνει τις τιμές και τις αποθηκεύει για ανάλυση. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται κάθε 5 δευτερόλεπτα, εξασφαλίζοντας συνεχή ροή δεδομένων.

### 4.3 Laravel controller

#### API για την προσθήκη τιμής από το ESP32

```
public function addValue(Request $request)
{
    $komvosid = $request->query('komvos');
    $current = $request->query('current');

    DB::table('revmavalues')->insert([
        'komvosid' => $komvosid,
        'entasi' => $current,
        'created_at' => now()
    ]);

    return response()->json(['message' => 'Value added successfully']);
}
```

Αυτό το endpoint λαμβάνει δεδομένα από το ESP32 μέσω HTTP GET request. Χρησιμοποιεί τις παραμέτρους komvos (ID του κόμβου) και current (ένταση ρεύματος) και τις καταγράφει στον πίνακα revmavalues. Ο server επιστρέφει ένα μήνυμα επιβεβαίωσης, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν επιτυχώς.

## API για την προβολή τιμών

```
public function getValues()
{
    $values = DB::table('revmavalues')->orderBy('created_at', 'desc')->get();
    return response()->json($values);
}
```

Αυτό το endpoint επιστρέφει όλες τις τιμές που έχουν αποθηκευτεί στον πίνακα revmavalues. Οι τιμές ταξινομούνται με βάση την ημερομηνία δημιουργίας (φθίνουσα σειρά). Χρησιμοποιείται για την ανάκτηση ιστορικών δεδομένων ή τη δημιουργία real-time προβολών.

## Προβολή δεδομένων για έναν κόμβο

```
public function viewNode($komvosid)
{
    $values = DB::table('revmavalues')
        ->where('komvosid', $komvosid)
        ->orderBy('created_at', 'desc')
        ->get();

    $alerts = DB::table('alerts')
        ->where('komvosid', $komvosid)
        ->orderBy('created_at', 'desc')
        ->get(['created_at', DB::raw("'Υπέρβαση Ορίου' as message")]);

    return view('revma.view_node', compact('values', 'alerts', 'komvosid'));
}
```

Αυτή η μέθοδος προβάλλει τις μετρήσεις και τις ειδοποιήσεις για έναν συγκεκριμένο κόμβο. Τα δεδομένα των μετρήσεων (values) και των ειδοποιήσεων (alerts) φορτώνονται από τη βάση και εμφανίζονται στη σελίδα. Η λειτουργία αυτή παρέχει στον χρήστη μια λεπτομερή προβολή για κάθε κόμβο.

### **Δημιουργία/Επεξεργασία κόμβου**

```
public function editNode($komvosid = null)
{
    $node = $komvosid ? DB::table('komvos')->where('id', $komvosid)->first() : null;
    return view('revma.edit_node', compact('node'));
}
```

Αυτή η μέθοδος δημιουργεί ή επεξεργάζεται τις πληροφορίες ενός κόμβου. Αν δοθεί komvosid, φορτώνει τον κόμβο από τη βάση για επεξεργασία. Διαφορετικά, επιτρέπει τη δημιουργία νέου κόμβου μέσω της σελίδας edit\_node.

### **Αποθήκευση ή Ενημέρωση Κόμβου**

```
public function saveNode(Request $request)
{
    $data = $request->only(['userid', 'name', 'description']);

    if ($request->id) {
        DB::table('komvos')->where('id', $request->id)->update($data);
    } else {
        DB::table('komvos')->insert($data);
    }
}
```

```
return redirect()->route('revma.viewNodes');  
}
```

Η μέθοδος αυτή αποθηκεύει ή ενημερώνει έναν κόμβο στη βάση δεδομένων. Αν υπάρχει ID, ο κόμβος ενημερώνεται. Αν όχι, δημιουργείται νέος κόμβος. Χρησιμοποιείται από τη φόρμα που σχετίζεται με τη δημιουργία/επεξεργασία κόμβων.

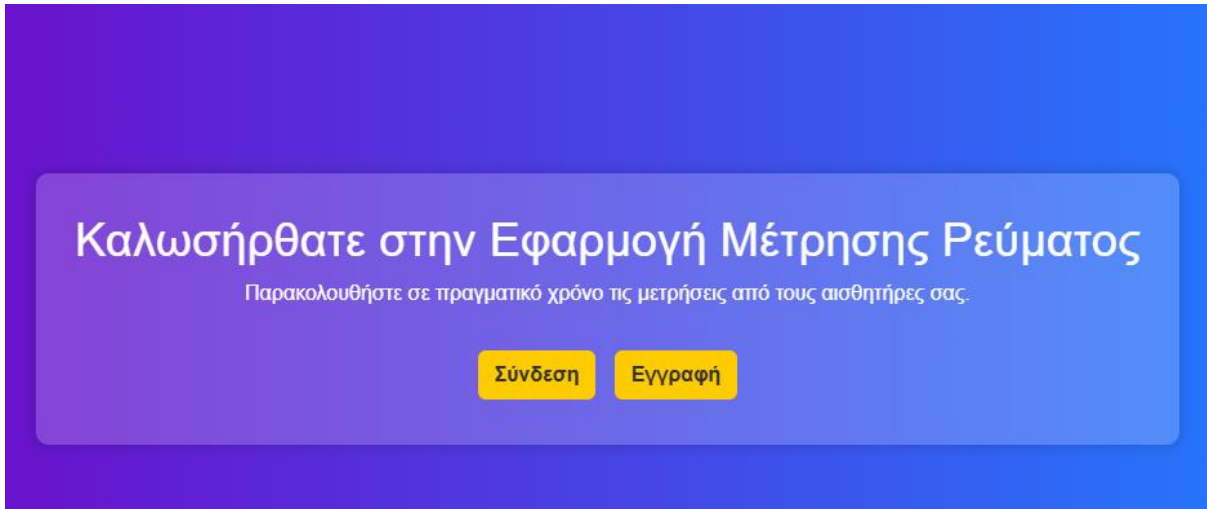
### Ρύθμιση ορίων κατανάλωσης

```
public function configureLimits($userid, $komvosid)  
{  
    $limits = DB::table('monitor')  
        ->where('userid', $userid)  
        ->where('komvosid', $komvosid)  
        ->first();  
  
    $epiloges = DB::table('epilogi')->get();  
    $monitorOptions = DB::table('epilogi')->get();  
  
    return view('revma.configure_limits', compact('limits', 'epiloges', 'monitorOptions', 'userid',  
'komvosid'));  
}
```

Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στον χρήστη να ρυθμίσει τα όρια κατανάλωσης για κάθε κόμβο. Φέρνει από τη βάση τα όρια (limits), τις επιλογές (epiloges) και παρουσιάζει τα δεδομένα στη σελίδα configure\_limits. Δίνει τη δυνατότητα παραμετροποίησης της κατανάλωσης.

Ο RevmaController είναι ο πυρήνας του backend του συστήματος. Διαχειρίζεται τη ροή δεδομένων μεταξύ ESP32, βάσης δεδομένων και frontend. Οι μέθοδοι του επιτρέπουν την καταγραφή δεδομένων, την προβολή, την επεξεργασία κόμβων και τη ρύθμιση ορίων κατανάλωσης. Παρέχει API για real-time λειτουργίες και πλήρη υποστήριξη του συστήματος μέσω Laravel.

#### 4.4 Το σύστημα με τις ιστοσελίδες του

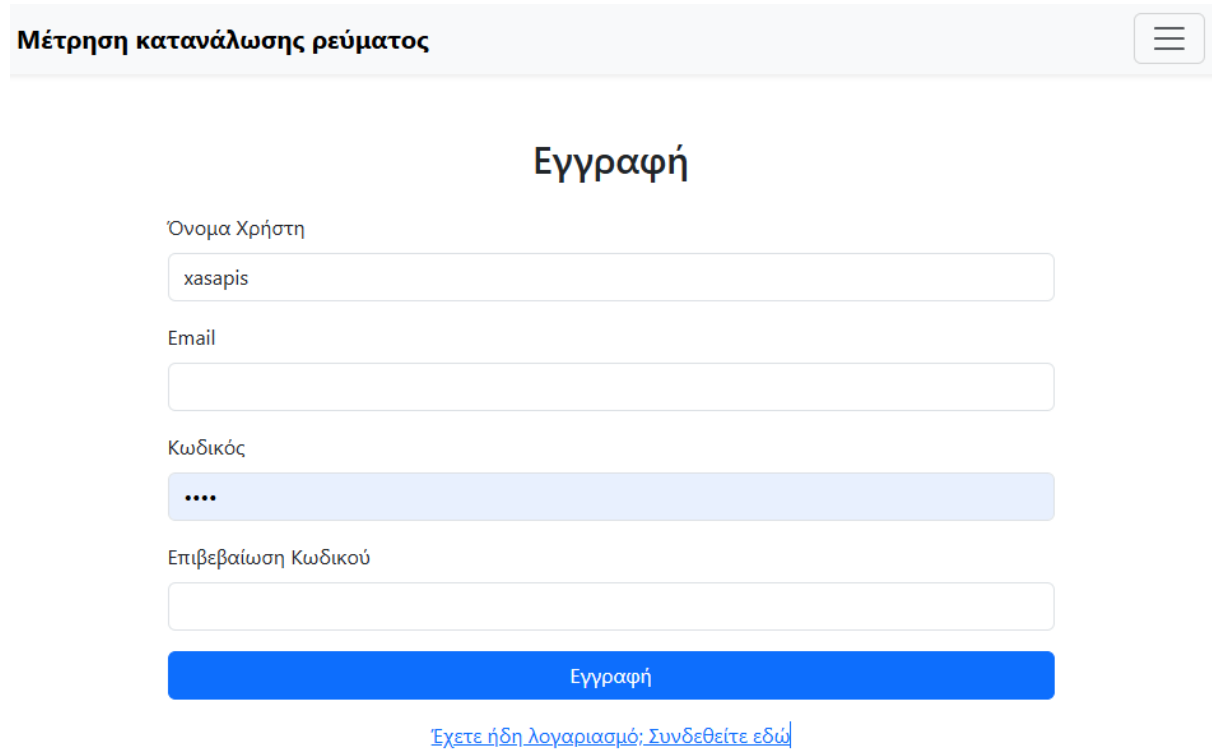


Εικόνα 4.5: Η αρχική σελίδα καλωσορίζει τον χρήστη στην Εφαρμογή Μέτρησης Ρεύματος, προσφέροντας επιλογές για σύνδεση ή εγγραφή.

Η Εικόνα 4.5 παρουσιάζει την πρώτη επαφή του χρήστη με την εφαρμογή. Σε ένα μοντέρνο περιβάλλον, εμφανίζονται δύο βασικά κουμπιά για "Σύνδεση" και "Εγγραφή". Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει φιλικό προς τον χρήστη χρωματισμό και κεντρική τοποθέτηση των στοιχείων. Η σελίδα τονίζει τη δυνατότητα παρακολούθησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Εικόνα 4.6: Η σελίδα σύνδεσης επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει τα διαπιστευτήριά του για πρόσβαση στην εφαρμογή.

Στην Εικόνα 4.6, ο χρήστης εισάγει το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης για να αποκτήσει πρόσβαση στην εφαρμογή. Η σελίδα περιλαμβάνει καθαρή διάταξη, ενώ παρέχεται σύνδεσμος για εγγραφή σε περίπτωση που ο χρήστης δεν διαθέτει λογαριασμό. Το σύστημα προσφέρει ασφάλεια και ευκολία πρόσβασης.



**Μέτρηση κατανάλωσης ρεύματος**

## Εγγραφή

Όνομα Χρήστη

Email

Κωδικός

Επιβεβαίωση Κωδικού

**Εγγραφή**

[Έχετε ήδη λογαριασμό; Συνδεθείτε εδώ](#)

Εικόνα 4.7: Η σελίδα εγγραφής επιτρέπει στους νέους χρήστες να δημιουργήσουν λογαριασμό.

Η Εικόνα 4.7 παρουσιάζει τη φόρμα εγγραφής. Ο χρήστης εισάγει όνομα χρήστη, email, κωδικό πρόσβασης και επιβεβαίωση κωδικού. Το σύστημα διασφαλίζει τη συμμόρφωση με κανόνες ασφαλείας μέσω των πεδίων επαλήθευσης. Περιλαμβάνεται σύνδεσμος για χρήστες που έχουν ήδη λογαριασμό.



## Πίνακας Ελέγχου

Καλώς ήρθατε

### Οι Κόμβοι σας

Όνομα	Περιγραφή	Ενέργειες
Μετρητής 1	Μετρητής στον 1ο όροφο	<a href="#">Προβολή</a> <a href="#">Επεξεργασία</a>

[Δημιουργία Νέου Κόμβου](#)

### Ρυθμίσεις

Ρυθμίστε τα όρια κατανάλωσης και ειδοποιήσεις.

[Ρύθμιση Ορίων](#)

[Αποσύνδεση](#)

Εικόνα 4.8: Ο πίνακας ελέγχου παρέχει πρόσβαση στους κόμβους και στις βασικές λειτουργίες διαχείρισης.

Η Εικόνα 4.8 δείχνει τον πίνακα ελέγχου μετά τη σύνδεση του χρήστη. Ο χρήστης βλέπει τους κόμβους του με όνομα, περιγραφή και ενέργειες όπως προβολή ή επεξεργασία. Παρέχεται επίσης δυνατότητα δημιουργίας νέου κόμβου ή ρύθμισης των ορίων κατανάλωσης.



## Διαχείριση Κόμβου

Όνομα Κόμβου

Περιγραφή

[Αποθήκευση](#)

[Ακύρωση](#)

Εικόνα 4.9: Δημιουργία Κόμβου

Στην Εικόνα 4.9, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει έναν νέο κόμβο. Περιλαμβάνει πεδία για το όνομα και την περιγραφή του κόμβου, με κουμπιά για αποθήκευση ή ακύρωση.

**Μέτρηση κατανάλωσης ρεύματος** ☰

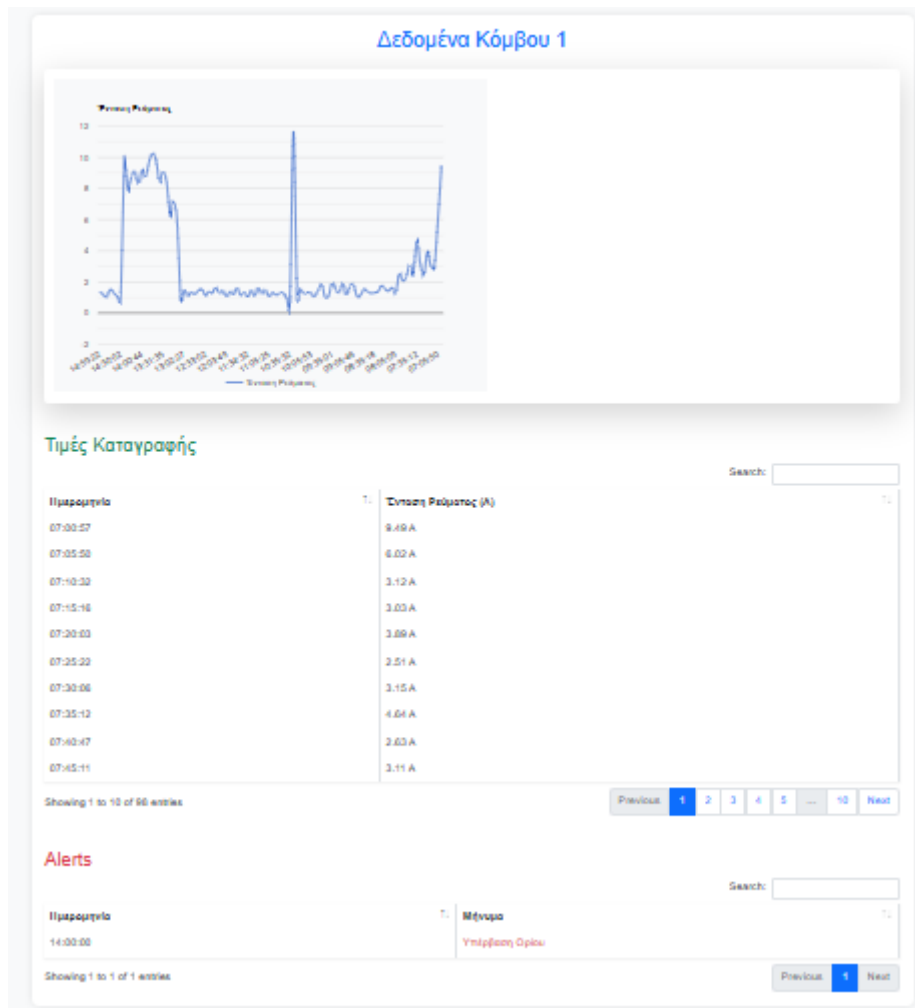
### Διαχείριση Κόμβου

Όνομα Κόμβου

Περιγραφή

Εικόνα 4.10: Επεξεργασία Κόμβου

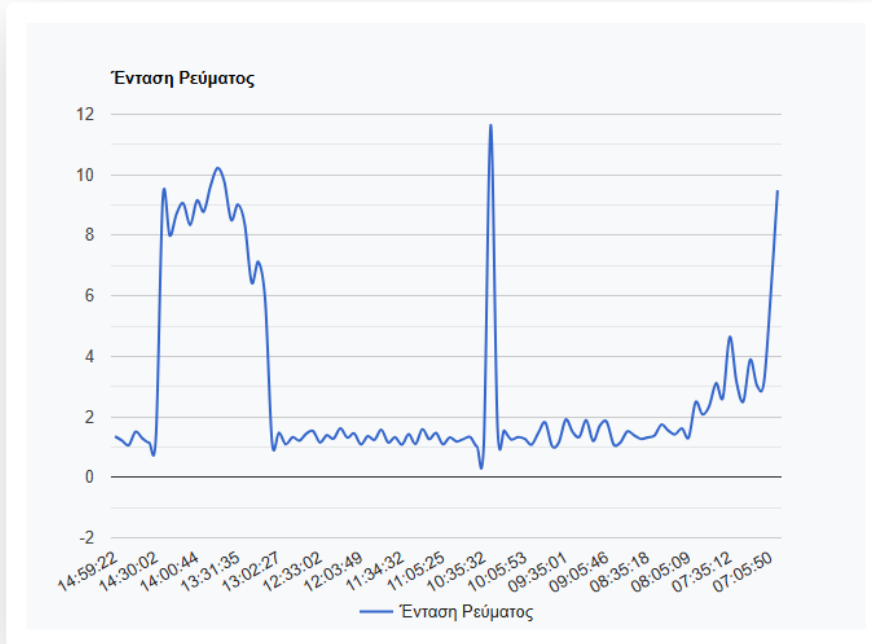
Στην Εικόνα 4.10, ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί υπάρχοντα. Περιλαμβάνει πεδία για το όνομα και την περιγραφή του κόμβου, με κουμπιά για αποθήκευση ή ακύρωση.



Εικόνα 4.11: Προβολή Δεδομένων Κόμβου

Η Εικόνα 4.11 εμφανίζει λεπτομερή δεδομένα για έναν κόμβο. Περιλαμβάνει γραφήματα για την ένταση ρεύματος, πίνακες τιμών καταγραφής και ειδοποιήσεις. Η διάταξη επιτρέπει στον χρήστη να αναλύσει τα δεδομένα του κόμβου.

## Δεδομένα Κόμβου 1



Εικόνα 4.12: Γραφική Απεικόνιση Δεδομένων

Η Εικόνα 4.12 παρουσιάζει τη γραφική απεικόνιση των δεδομένων του κόμβου. Το διάγραμμα απεικονίζει τη μεταβολή της έντασης ρεύματος σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, επιτρέποντας τη γρήγορη κατανόηση των τάσεων.

Η Εικόνα 4.13 δείχνει έναν πίνακα με τις καταγεγραμμένες τιμές του κόμβου. Ο χρήστης μπορεί να δει τις μετρήσεις ταξινομημένες κατά ημερομηνία και ένταση, με δυνατότητα αναζήτησης ή φιλτραρίσματος. Ο πίνακας τιμών περιλαμβάνει ιστορικά δεδομένα με ημερομηνία και ένταση ρεύματος.

Περιλαμβάνει και τις ειδοποιήσεις για έναν κόμβο. Ο πίνακας περιλαμβάνει ημερομηνία και μήνυμα ειδοποίησης, όπως "Υπέρβαση Ορίου". Είναι χρήσιμος για τον εντοπισμό προβλημάτων.

Στην Εικόνα 4.14, ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει τα όρια κατανάλωσης για έναν κόμβο. Παρέχονται επιλογές για τα διαθέσιμα όρια και η τιμή μέγιστου ορίου, με κουμπιά αποθήκευσης ή ακύρωσης.

## Τιμές Καταγραφής

Search:

Ημερομηνία	Ένταση Ρεύματος (A)
07:00:57	9.49 A
07:05:50	6.02 A
07:10:32	3.12 A
07:15:16	3.03 A
07:20:03	3.89 A
07:25:22	2.51 A
07:30:06	3.15 A
07:35:12	4.64 A
07:40:47	2.63 A
07:45:11	3.11 A

Showing 1 to 10 of 98 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 10 Next

## Alerts

Search:

Ημερομηνία	Μήνυμα
14:00:00	Υπέρβαση Ορίου

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous 1 Next

Εικόνα 4.13: Πίνακας Τιμών Καταγραφής

## Ρύθμιση Ορίων Κατανάλωσης

Επιλογή Ορίου

Κατανάλωση της μέρας Ζώνη 1 (07:00-15:00) πάνω από το όριο

Μέγιστο Όριο

8.00

Αποθήκευση

Ακύρωση

## Ρύθμιση Ορίων Κατανάλωσης

Επιλογή Ορίου

Κατανάλωση της μέρας Ζώνη 1 (07:00-15:00) πάνω από το όριο

Κατανάλωση της μέρας Ζώνη 1 (07:00-15:00) πάνω από το όριο

Κατανάλωση της μέρας Ζώνη 2 (15:00-23:00) πάνω από το όριο

Κατανάλωση της μέρας Ζώνη 3 (23:00-07:00) πάνω από το όριο

Κατανάλωση της τελευταίας μέρας πάνω από το όριο

Κατανάλωση των 2 τελευταίων ημερών πάνω από το όριο

Κατανάλωση στιγμιαία >10 kWh πάνω από το χρονικό όριο

Εικόνα 4.14: Ρύθμιση Ορίων Κατανάλωσης

## 4.5 Η βάση δεδομένων

Παρακάτω παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή της δομής και του ρόλου των πινάκων που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων. Κάθε πίνακας περιγράφεται με τα βασικά πεδία του, τον ρόλο τους και τις τυχόν σχέσεις .

### 1. Πίνακας users

**Σκοπός:** Αποθηκεύει πληροφορίες χρηστών του συστήματος.

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
<b>id</b>	int(11) AI	(PK, Το μοναδικό αναγνωριστικό του χρήστη (πρωτεύον κλειδί, αυτόματη αρίθμηση).
active	tinyint(1)	Ορίζει αν ο χρήστης είναι ενεργός (1) ή όχι (0).
username	varchar(100)	Το όνομα χρήστη για σύνδεση στο σύστημα (μοναδικό).
password	varchar(255)	Ο κωδικός πρόσβασης (συνήθως κρυπτογραφημένος).
lastname	varchar(100)	Το επώνυμο του χρήστη.
firstname	varchar(100)	Το όνομα του χρήστη.
created_at	datetime	Η ημερομηνία και ώρα δημιουργίας της εγγραφής.

- **Κλειδιά:**

- Πρωτεύον κλειδί: id
- Μοναδικό κλειδί: username

### 2. Πίνακας komvos

**Σκοπός:** Καταγράφει τους μετρητές/«κόμβους» (π.χ. σημεία μέτρησης ρεύματος) που ανήκουν σε κάποιον χρήστη.

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
<b>id</b>	int(11) (PK, AI)	Μοναδικό αναγνωριστικό του κόμβου (αυτόματη αρίθμηση).
active	tinyint(1)	Ενεργός (1) ή ανενεργός (0) κόμβος.

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
userid	int(11)	Αναφέρεται στον χρήστη (users.id) στον οποίο ανήκει ο κόμβος.
name	varchar(100)	Σύντομη ονομασία του κόμβου/μετρητή.
description	text	Περιγραφή ή σημειώσεις για τον κόμβο.
created_at	datetime	Ημερομηνία και ώρα δημιουργίας της εγγραφής.

- **Κλειδιά:**
  - Πρωτεύον κλειδί: id
- **Σχέση:**
  - Το userid παραπέμπει σε users.id (συσχέτιση χρήστη με κόμβους).

### 3. Πίνακας reynavalues

**Σκοπός:** Αποθηκεύει τις μετρήσεις (π.χ. ένταση ρεύματος) που καταγράφονται από κάθε κόμβο σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
<b>id</b>	int(11) (PK, AI)	Μοναδικό αναγνωριστικό εγγραφής (αυτόματη αρίθμηση).
active	tinyint(1)	Ενεργό (1) ή ανενεργό (0) για την συγκεκριμένη μέτρηση.
komvosid	int(11)	Αναφέρεται στον κόμβο (komvos.id) στον οποίο ανήκει η μέτρηση.
entasi	decimal(10,2)	Η τιμή της έντασης ρεύματος (ή άλλη μονάδα μέτρησης) που καταγράφηκε.
created_at	datetime	Η ημερομηνία και ώρα καταγραφής της μέτρησης.

- **Κλειδιά:**
  - Πρωτεύον κλειδί: id
- **Σχέση:**
  - Το komvosid παραπέμπει σε komvos.id.

#### 4. Πίνακας epilogi

**Σκοπός:** Αποθηκεύει τυποποιημένες «επιλογές» ή μηνύματα/περιγραφές που σχετίζονται συνήθως με ειδοποιήσεις ή συναγερμούς.

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
id	int(11) (PK, AI)	Μοναδικό αναγνωριστικό εγγραφής (αυτόματη αρίθμηση).
description	varchar(255)	Περιγραφή της «επιλογής» ή του σεναρίου ειδοποίησης.
created_at	datetime	Ημερομηνία και ώρα δημιουργίας της εγγραφής.

- **Κλειδιά:**
  - Πρωτεύον κλειδί: id

#### 5. Πίνακας monitor

**Σκοπός:** Ορίζει παραμέτρους ή όρια που παρακολουθούνται (monitoring) για έναν συγκεκριμένο κόμβο. Π.χ. ποια «επιλογή» να παρακολουθούμε και ποιο είναι το μέγιστο όριο (megistoorio).

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
id	int(11) (PK, AI)	Μοναδικό ID του monitor (αυτόματη αρίθμηση).
active	tinyint(1)	Ενεργή (1) ή όχι (0) κατάσταση παρακολούθησης.
userid	int(11)	Αναφέρεται στον χρήστη (users.id) που θέτει την παρακολούθηση.
komvosid	int(11)	Συσχέτιση με τον κόμβο (komvos.id) που παρακολουθείται.
epilogi	int(11)	Συσχέτιση με την «επιλογή» (epilogi.id) που υλοποιεί το συγκεκριμένο σενάριο.
megistoorio	decimal(10,2)	Το μέγιστο όριο (π.χ. KWh ή ένταση) που ορίζεται για τον συγκεκριμένο έλεγχο.
created_at	datetime	Ημερομηνία και ώρα δημιουργίας της παρακολούθησης.

- **Κλειδιά:**
  - Πρωτεύον κλειδί: id
- **Σχέσεις:**
  - Το userid παραπέμπει σε users.id.

- Το komvosid παραπέμπει σε komvos.id.
- Το epilogi παραπέμπει σε epilogi.id.

## 6. Πίνακας alerts

**Σκοπός:** Περιέχει τις ειδοποιήσεις που έχουν δημιουργηθεί βάσει των κανόνων/παραμετρών του πίνακα monitor. Χρησιμοποιείται για να καταγράφεται πότε δημιουργήθηκε μια ειδοποίηση, σε ποιον κόμβο και σε ποιον χρήστη.

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
<b>id</b>	int(11) (PK, AI)	Μοναδικό ID της ειδοποίησης (αυτόματη αρίθμηση).
active	tinyint(1)	Υποδεικνύει εάν η ειδοποίηση είναι ενεργή (1) ή όχι (0).
userid	int(11)	Ο χρήστης (users.id) που σχετίζεται με την ειδοποίηση.
komvosid	int(11)	Ο κόμβος (komvos.id) στον οποίο αφορά η ειδοποίηση.
monitorid	int(11)	Παραπέμπει στο monitor (monitor.id) που δημιούργησε την ειδοποίηση.
created_at	datetime	Ημερομηνία και ώρα δημιουργίας της ειδοποίησης.

- **Κλειδιά:**
  - Πρωτεύον κλειδί: id
- **Σχέσεις:**
  - Το userid παραπέμπει σε users.id.
  - Το komvosid παραπέμπει σε komvos.id.
  - Το monitorid παραπέμπει σε monitor.id.

## 4.6 Ασφάλεια στο σύστημα μέτρησης

Η ασφάλεια ενός συστήματος μέτρησης ρεύματος που λειτουργεί διαδικτυακά αποτελεί ένα από τα ζητήματα κατά τη σχεδίαση και ανάπτυξή του. Ένα τέτοιο σύστημα όχι μόνο επεξεργάζεται και αποθηκεύει δεδομένα που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας, αλλά ταυτόχρονα συνδέεται με μετρητές (κόμβους) που βρίσκονται σε φυσικούς χώρους, και ενδέχεται να περιλαμβάνει κρίσιμες πληροφορίες (π.χ. στοιχεία ταυτοποίησης χρηστών, ιστορικό καταναλώσεων, κ.λπ.).

Η επαρκής ασφάλεια σημαίνει να διασφαλιστεί ότι:

1. Τα δεδομένα των χρηστών και οι μετρήσεις δεν θα υποκλαπούν ή τροποποιηθούν από μη εξουσιοδοτημένα μέρη.
2. Τα δεδομένα είναι διαθέσιμα όταν χρειάζονται (χωρίς διακοπές ή απώλειες).
3. Η πρόσβαση στο σύστημα ελέγχεται και εκχωρείται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Σύστημα Επαλήθευσης Χρήστη (Authentication):

- Οι χρήστες πρέπει να συνδέονται με όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης, που διατηρούνται ασφαλείς στη βάση.

Ελάχιστα Δικαιώματα Χρήστη Βάσης (Least Privilege):

- Ο χρήστης που συνδέεται από την εφαρμογή στη βάση δεδομένων πρέπει να έχει μόνο τα απαραίτητα δικαιώματα (π.χ. CRUD στις σχετικές πινάκες).
- Δεν πρέπει να δοθούν δικαιώματα που δεν χρειάζονται για τη λειτουργία της εφαρμογής (π.χ. δημιουργία βάσης, υπερχρήστης, κ.λπ.).

Πρόσβαση στον μετρητή:

- Οι μετρητές ή άλλες συσκευές που στέλνουν δεδομένα στο σύστημα πρέπει να τοποθετούνται σε ασφαλές σημείο ή σε κλειδωμένο χώρο. Έτσι, αποτρέπεται η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή αλλοίωση της συσκευής.
- Αν κάποιος αποκτήσει φυσική πρόσβαση στον εξοπλισμό, ενδέχεται να παρέμβει στα δεδομένα ή να διακόψει τη λειτουργία.

Εξασφάλιση επικοινωνίας κόμβου – κεντρικού συστήματος:

- Οι κόμβοι πρέπει να επικοινωνούν επίσης με κρυπτογραφημένα πρωτόκολλα ή τουλάχιστον με ασφαλή προσαρμοσμένα πρωτόκολλα, ώστε να μη μπορεί κάποιος απλώς να υποκλέψει ή να τροποποιήσει τα σήματα ενδιάμεσα.
- Να απαιτείται επαλήθευση της ταυτότητας του κόμβου από το κεντρικό σύστημα (device authentication), ώστε να βεβαιωθούμε ότι τα δεδομένα προέρχονται από έναν νόμιμο κόμβο και δεν είναι κακόβουλη παροχή ψευδών δεδομένων.

Συνεχής επιτήρηση:

- Η απόκλιση τιμών πέρα από λογικά όρια (π.χ. ξαφνικά πολύ υψηλή ή χαμηλή μέτρηση) μπορεί να ενεργοποιήσει μηχανισμούς επιπρόσθετης επαλήθευσης ή ειδοποίησης, ώστε να εντοπιστεί έγκαιρα κάποια δολιοφθορά ή βλάβη.

## Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα και βελτιώσεις

Η ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος σηματοδοτεί μια σημαντική πρόοδο στη διαχείριση ενεργειακών πόρων, αξιοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Το έργο μας συνδύασε εργαλεία όπως το Laravel, τη MySQL, το ESP32, και αισθητήρες μέτρησης ρεύματος για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι η πλατφόρμα μπορεί να προσφέρει σημαντική αξία τόσο σε οικιακούς χρήστες όσο και σε επιχειρήσεις.

Η εφαρμογή προσφέρει τη δυνατότητα παρακολούθησης και ανάλυσης δεδομένων κατανάλωσης ρεύματος σε πραγματικό χρόνο, ενώ παράλληλα ενσωματώνει μηχανισμούς ειδοποίησης για την ενημέρωση των χρηστών σε περιπτώσεις υπερβολικής κατανάλωσης. Μέσω της πλατφόρμας, οι χρήστες μπορούν να θέτουν όρια κατανάλωσης, να ελέγχουν την ενεργειακή απόδοση των συσκευών τους και να λαμβάνουν ιστορικά δεδομένα για ανάλυση και λήψη αποφάσεων. Η φιλική προς τον χρήστη διεπαφή της εφαρμογής διευκολύνει τη χρήση και προσφέρει εργαλεία ανάλυσης, τα οποία παρουσιάζουν τις μετρήσεις με τη χρήση γραφημάτων και πινάκων, παρέχοντας έτσι άμεσα κατανοητές πληροφορίες.

Η ολοκλήρωση της εργασίας μας έδειξε ότι οι τεχνολογίες IoT και οι εφαρμογές που βασίζονται σε αυτές έχουν τη δυνατότητα να επαναπροσδιορίσουν τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και διαχειριζόμαστε την ενέργεια. Η επιτυχία της εφαρμογής αποδεικνύει ότι η υιοθέτηση τέτοιων συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση πόρων, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος.

Βέβαια υπάρχουν περιθώρια για βελτιώσεις που μπορούν να κάνουν την εφαρμογή ακόμα πιο αποδοτική και ευέλικτη. Ένα από τα κύρια σημεία προς βελτίωση είναι η ακρίβεια των μετρήσεων. Η ενσωμάτωση πιο ευαίσθητων αισθητήρων ή η υποστήριξη πολλαπλών αισθητήρων θα μπορούσε να βελτιώσει την ακρίβεια των δεδομένων, παρέχοντας στους χρήστες πληρέστερη εικόνα της ενεργειακής τους κατανάλωσης. Επίσης, η προσθήκη λειτουργιών που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να δώσει νέες δυνατότητες, όπως η πρόβλεψη καταναλώσεων ή η παροχή προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Ένας άλλος σημαντικός τομέας βελτίωσης αφορά την εμπειρία του χρήστη. Η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα θα διευκολύνει την πρόσβαση στην πλατφόρμα, ενώ η ενσωμάτωση περισσότερων γλωσσών θα την καταστήσει διαθέσιμη σε μεγαλύτερο κοινό. Επιπλέον, η προσθήκη χαρακτηριστικών, όπως η υποστήριξη πολλαπλών χρηστών και συσκευών, θα επεκτείνει τις δυνατότητες της πλατφόρμας για χρήση σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις ή επιχειρήσεις.

Η ασφάλεια των δεδομένων αποτελεί επίσης προτεραιότητα για μελλοντική ανάπτυξη. Παρότι το τρέχον σύστημα παρέχει ικανοποιητικό επίπεδο ασφάλειας, η υιοθέτηση πιο προηγμένων

πρωτοκόλλων, όπως η κρυπτογράφηση ή η χρήση blockchain, θα ενισχύσει περαιτέρω την εμπιστοσύνη των χρηστών. Ένα ακόμα στοιχείο που θα μπορούσε να ενσωματωθεί είναι η υποστήριξη για αναφορές και στατιστικά, τα οποία θα επιτρέψουν στους χρήστες να αξιολογούν την πρόοδο τους σε μακροπρόθεσμη βάση.

Η συνεισφορά της εργασίας αυτής δεν περιορίζεται μόνο στην ανάπτυξη μιας πλατφόρμας μέτρησης κατανάλωσης ρεύματος αλλά ανοίγει τον δρόμο για τη μελλοντική ενσωμάτωση ακόμα πιο καινοτόμων λύσεων. Το έργο μας παρέχει ένα ισχυρό υπόβαθρο για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της ενεργειακής διαχείρισης, συμβάλλοντας παράλληλα στην υιοθέτηση πρακτικών βιωσιμότητας.

Το έργο αυτό αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την ενσωμάτωση των IoT τεχνολογιών στη διαχείριση ενέργειας, παρέχοντας στους χρήστες τα απαραίτητα εργαλεία για να αναλάβουν ενεργό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <https://uk.efergy.com/>
- [2] <https://engage.efergy.com/>
- [3] <https://smart-maic.com/el/>
- [4] C. Wei and Y. Li, "Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the Internet of things," 2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC), Ningbo, China, 2011, pp. 3650-3652, doi: 10.1109/ICECC.2011.6066758.
- [5] Z. H. Che Soh, I. H. Hamzah, S. A. Che Abdullah, M. A. Shafie, S. N. Sulaiman and K. Daud, "Energy Consumption Monitoring and Alert System via IoT," 2019 7th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), Istanbul, Turkey, 2019, pp. 265-269, doi: 10.1109/FiCloud.2019.00044.
- [6] Marques, G., Pitarma, R. (2017). Monitoring Energy Consumption System to Improve Energy Efficiency. In: Rocha, Á., Correia, A., Adeli, H., Reis, L., Costanzo, S. (eds) Recent Advances in Information Systems and Technologies. WorldCIST 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 570. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56538-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56538-5_1)
- [7] <https://laravel.com/>
- [8] <https://en.wikipedia.org/wiki/Laravel>
- [9] <https://invedus.com/blog/reasons-why-laravel-is-the-best-php-framework/>
- [10] [https://www.tisdigitech.com/el/blog/Laravel-Framework-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AE-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7-%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%83%CE%B5%CE%BB%CE%AF%CE%B4%CF%89%CE%BD-php/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.tisdigitech.com/el/blog/Laravel-Framework-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AE-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7-%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%83%CE%B5%CE%BB%CE%AF%CE%B4%CF%89%CE%BD-php/?utm_source=chatgpt.com)
- [11] <https://www.oracle.com/mysql/what-is-mysql/>
- [12] <https://www.w3schools.com/blog/mysql-advantages-disadvantages>
- [13] <https://www.w3schools.com/bootstrap/>
- [14] <https://owdt.com/article/the-pros-and-cons-of-using-bootstrap-for-front-end-development/>
- [15] <https://datatables.net/>
- [16] <https://www.samgalope.dev/2023/10/13/datatables-pros-and-cons/>
- [17] <https://developers.google.com/chart>
- [18] <https://www.fusioncharts.com/blog/a-step-by-step-guide-to-a-google-charts-alternative/>
- [19] <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP32>
- [20] <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>
- [21] <https://grobotronics.com/gravity-analog-ac-current-sensor-20a.html>

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

## RevmaController

```
<?php

namespace App\Http\Controllers;

use Illuminate\Http\Request;
use Illuminate\Support\Facades\DB;

class RevmaController extends Controller
{
    // API για την προσθήκη τιμής από το ESP32
    public function addValue(Request $request)
    {
        $komvosid = $request->query('komvos');
        $current = $request->query('current');

        DB::table('revmavalues')->insert([
            'komvosid' => $komvosid,
            'entasi' => $current,
            'created_at' => now()
        ]);

        return response()->json(['message' => 'Value added successfully']);
    }

    // API για την προβολή τιμών
    public function getValues()
    {
        $values = DB::table('revmavalues')->orderBy('created_at', 'desc')->get();
        return response()->json($values);
    }

    // Προβολή δεδομένων για έναν κόμβο (Charts + DataTables)
    public function viewNode($komvosid)
    {
        $values = DB::table('revmavalues')
            ->where('komvosid', $komvosid)
            ->orderBy('created_at', 'desc')
```

```

        ->get());

    $alerts = DB::table('alerts')
        ->where('komvosid', $komvosid)
        ->orderBy('created_at', 'desc')
        ->get(['created_at', DB::raw("'Υπέρβαση Ορίου' as message")]);

    return view('revma.view_node', compact('values', 'alerts', 'komvosid'));
}

// Σελίδα για δημιουργία/επεξεργασία κόμβου
public function editNode($komvosid = null)
{
    $node = $komvosid ? DB::table('komvos')->where('id', $komvosid)->first() : null;
    return view('revma.edit_node', compact('node'));
}

// Αποθήκευση ή ενημέρωση κόμβου
public function saveNode(Request $request)
{
    $data = $request->only(['userid', 'name', 'description']);

    if ($request->id) {
        DB::table('komvos')->where('id', $request->id)->update($data);
    } else {
        DB::table('komvos')->insert($data);
    }

    return redirect()->route('revma.viewNodes');
}

// Σελίδα για ρύθμιση megistorio για κάθε χρήστη-κόμβο
public function configureLimits($userid, $komvosid)
{
    $limits = DB::table('monitor')
        ->where('userid', $userid)
        ->where('komvosid', $komvosid)
        ->first(); // Ensure we get a single record

    $epiloges = DB::table('epilogi')->get();
}

```

```

        $monitorOptions = DB::table('epilogi')->get(); // Φέρνουμε τις επιλογές των ορίων

        return view('revma.configure_limits', compact('limits', 'epiloges', 'monitorOptions', 'userid',
'komvosid'));
    }
}

```

Web.php

```

<?php

use Illuminate\Support\Facades\Route;
use App\Http\Controllers\UserController;
use App\Http\Controllers\RevmaController;

Route::get('/', [UserController::class, 'welcome'])->name('welcome');
Route::get('/login', [UserController::class, 'showLoginForm'])->name('login');
Route::post('/login', [UserController::class, 'login']);
Route::post('/logout', [UserController::class, 'logout'])->name('logout');

Route::get('/dashboard', [UserController::class, 'dashboard'])->name('dashboard');
Route::get('/welcome', [RevmaController::class, 'welcome'])->name('welcome');

Route::get('/register', [UserController::class, 'showregister'])->name('register');
Route::post('/register', [UserController::class, 'register']);

// API για την προσθήκη τιμής από το ESP32
Route::get('/addvalue', [RevmaController::class, 'addValue']);

// API για την προβολή τιμών
Route::get('/getvalues', [RevmaController::class, 'getValues']);

// Προβολή δεδομένων για έναν κόμβο (Charts + DataTables)
Route::get('/node/{komvosid}', [RevmaController::class, 'viewNode'])->name('revma.viewNode');

// Σελίδα για δημιουργία/επεξεργασία κόμβου
Route::get('/edit-node/{komvosid?}', [RevmaController::class, 'editNode'])->name('revma.editNode');
Route::post('/save-node', [RevmaController::class, 'saveNode'])->name('revma.saveNode');

// Σελίδα για ρύθμιση megistorio για κάθε χρήστη-κόμβο

```

```

Route::get('/configure-limits/{userid}/{komvosid}', [RevmaController::class, 'configureLimits'])-
>name('revma.configureLimits');

//RevmaController
//θα έχει όλες τι βασικές σελίδες που θα αφορούν API GET addvalue απο το esp32,
//API GET getvalues για δει καποιος τις τιμές,
//ιστοσελίδα για προβολή δεδομένων σε σελίδα για εναν κόμβο (charts + datatable τιμων + datatable alerts)
//ιστοσελίδα για δημιουργία/επεξεργασία κόμβου
//ιστοσελίδα για ρύθμιση megistoorio για κάθε χρήστη-κόμβο στο αντίστοιχο epilogi

```

Esp32 code

```

#include <WiFi.h>
#include <HttpClient.h>

// Ορισμός των στοιχείων του δικτύου WiFi
const char* ssid = "****";
const char* password = "****";

// Διεύθυνση του server για την αποστολή δεδομένων
const char* serverName = "http://localhost/xasapis/addvalue?komvos=1&current=";

// Ορισμός του pin για τον αναλογικό αισθητήρα ρεύματος
const int ACPin = 34;
#define ACTectionRange 20

// Αναφορά τάσης
#define VREF 3.3

// Συνάρτηση για τη μέτρηση του ρεύματος
float measureCurrent()
{
    float peakVoltage = 0;
    float rmsVoltage = 0;
    float currentValue = 0;

    // Ανάγνωση της τάσης από τον αισθητήρα
    for (int i = 0; i < 50; i++)
    {
        float reading = analogRead(ACPin);

```

```

    peakVoltage += reading * reading;
    delay(1);
}

// Υπολογισμός της μέσης τιμής
peakVoltage = peakVoltage / 50;
rmsVoltage = peakVoltage * 0.707; // Μετατροπή σε RMS
rmsVoltage = (rmsVoltage / 1024 * VREF) / 2;

// Υπολογισμός της έντασης του ρεύματος
currentValue = rmsVoltage * ACTectionRange;
return currentValue;
}

void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    pinMode(13, OUTPUT);

    // Σύνδεση στο WiFi
    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        Serial.println("Σύνδεση στο WiFi...");
    }
    Serial.println("Συνδεδεμένο στο WiFi");
}

void loop()
{
    float current = measureCurrent();
    Serial.print("Ένταση ρεύματος: ");
    Serial.print(current);
    Serial.println(" A");

    // Αποστολή δεδομένων στον server
    if(WiFi.status() == WL_CONNECTED){
        Serial.println("Αποστολή δεδομένων...");
        HTTPClient http;
        String serverPath = serverName + String(current);

```

```
http.begin(serverPath.c_str());
Serial.println(serverPath.c_str());
int httpResponseCode = http.GET();
if (httpResponseCode > 0) {
    String response = http.getString();
    Serial.println(response);
}
Serial.println(httpResponseCode);
http.end();
}
delay(5000); // Αναμονή 5 δευτερολέπτων πριν την επόμενη μέτρηση
}
```