

Χρηματοδοτικό πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ 2022»
Άξονας Προτεραιότητας 3
«ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»

Τίτλος Έργου
Στρατηγική δράση για τον Μετριασμό και την Προσαρμογή της Κλιματικής
Αλλαγής στα Λιμάνια



Παραδοτέο 3.2: Περιβαλλοντικές/ κλιματικές συνθήκες στην Πιλοτική Περιοχή
Υποενότητα Εργασίας: Εγκατάσταση περιβαλλοντικού σταθμού

Περιεχόμενα

Περιγραφή Παραδοτέου	3
Σύνθεση Ομάδας Έργου Παραδοτέου	3
1. Εισαγωγή.....	4
2. Δεδομένα.....	5
2.1. Συλλογή Δεδομένων.....	5
2.2. Αποθήκευση δεδομένων	6
2.2.1. Δημιουργία αθροιστικής χρονοσειράς	7
2.2.2 Επεξήγηση συνόλου δεδομένων.....	7
2.2.3 Επεξήγηση παύσεων μετάδοσης δεδομένων.	11
2.2.4 Ενσωμάτωση λογιστικών φύλλων Google (Google Sheets).....	12
2.3 Οπτικοποίηση δεδομένων	12
2.4 Δημοσίευση στο διαδίκτυο	13
3 Αποτελέσματα.....	13

Περιγραφή Παραδοτέου

Σκοπός είναι η εγκατάσταση ενός σταθμού μέτρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων για την απόκτηση μετεωρολογικών (άνεμος, θερμοκρασία, βροχόπτωση) και ωκεανογραφικών (θαλάσσια στάθμη, pH, διαλυμένο οξυγόνο) δεδομένων. Ο σταθμός θα φιλοξενηθεί στις κτηριακές εγκαταστάσεις του ΟΛΝΕ με ασύρματη σύνδεση με τις εγκαταστάσεις του ΕΚΠΑ (Χαλκίδα), όπου θα εγκατασταθεί/ παραμετροποιηθεί ένας FTP Server. Η συλλογή των δεδομένων στηρίζεται σε πρότυπες τεχνικές καταγραφής από κατάλληλους αισθητήρες, τοποθετημένους εντός του μετρητικού εξοπλισμού.

Η πιλοτική εγκατάσταση έχει πολλαπλό χαρακτήρα: (i) τη συλλογή/καταγραφή επιτόπιων χρονοσειρών (διάρκειας μεγαλύτερης του ενός έτους) ατμοσφαιρικών παραμέτρων που μελετώνται από τις υπάρχουσες βάσεις (διεύθυνση/ταχύτητα ανέμου, θαλάσσια στάθμη) και την αξιολόγηση των αντίστοιχων δεδομένων που παράγονται μέσω της μεθοδολογίας EML και, συνεπώς, της μεθοδολογίας που προτείνεται ως βέλτιστη πρακτική (τεχνολογική καινοτομία) για τις περιπτώσεις που υπάρχουν κενά στην κλιματική πληροφορία (ii) τη μακροχρόνια συλλογή πολύτιμων κλιματικών δεδομένων στο πιλοτικό λιμάνι χτίζοντας την απαραίτητη γνώση για τη λήψη αποφάσεων και το πέρασμα σε προσαρμοστικό λιμάνι και τις προϋποθέσεις για τη μετάβαση του λιμένα Χαλκίδας σε ένα πιο «πράσινο» λιμάνι.

Ο σταθμός παρακολούθησης θα παραμείνει σε λειτουργία στις εγκαταστάσεις του ΟΛΝΕ και μετά το τέλος του έργου, ενώ τα δεδομένα θα συνεχίσουν να διατίθενται στο ΤΔι/ΛιΝ/ΕΚΠΑ διατηρώντας τη συνεργασία μεταξύ των δύο φορέων.

Σύνθεση Ομάδας Έργου Παραδοτέου

Βασίλης Νικολακάκης, Επιστ. Συνεργάτης

Αναστάσιος Γιαννόπουλος, Επιστ. Συνεργάτης

Παναγιώτης Τρακάδας, Αναπλ.Καθηγητής

1. Εισαγωγή

Στην εποχή τεχνολογικής προόδου και αυξανόμενης περιβαλλοντικής διακύμανσης, η συλλογή και ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων είναι κρίσιμη για εφαρμογές από την καθημερινή πρόγνωση του καιρού έως την έρευνα για την κλιματική αλλαγή. Η κατανόηση των καιρικών συνθηκών είναι ζωτικής σημασίας για την επιστημονική κοινότητα, τη γεωργία, την ναυσιπλοΐα, τη διαχείριση καταστροφών και το ευρύ κοινό. Ωστόσο, ο όγκος των δεδομένων από τους μετεωρολογικούς σταθμούς παρουσιάζει προκλήσεις στη διαχείριση, επεξεργασία και οπτικοποίηση τους. Το έργο μας αντιμετωπίζει αυτές τις προκλήσεις με ένα αυτοματοποιημένο, αποτελεσματικό και αξιόπιστο σύστημα για τη συλλογή, αντίγραφα ασφαλείας, επεξεργασία και οπτικοποίηση των μετεωρολογικών δεδομένων.

Χρησιμοποιώντας το Raspberry Pi 4, αναπτύξαμε ένα σύστημα που εξασφαλίζει την ασφαλή αποθήκευση και συστηματική οργάνωση των δεδομένων, καθώς και την προετοιμασία τους για μελλοντικές αναλύσεις, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών ML. Τα δεδομένα αξιοποιούνται άμεσα για τη δημιουργία διαγραμμάτων που επικοινωνούν αποτελεσματικά τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες στο κοινό μέσω του ιστότοπου του ερευνητικού προγράμματος.

Η μεθοδολογία μας είναι απλή αλλά ισχυρή, με το Raspberry Pi 4 να εξασφαλίζει συνεχή λήψη δεδομένων μέσω FTP. Ένα προσαρμοσμένο σενάριο παρακολουθεί φακέλους για νέα δεδομένα, δημιουργεί αντίγραφα ασφαλείας και ενημερώνει ένα αθροιστικό αρχείο χρονοσειράς .csv, διατηρώντας την ακρίβεια και ακεραιότητα των δεδομένων. Τα διαγράμματα δημιουργούνται βάσει συγκεκριμένων μετρήσεων και δημοσιεύονται στον ιστότοπο μέσω HTML, προσβάσιμα σε ένα ευρύ κοινό.

Το έργο συμβάλλει στην περιβαλλοντική παρακολούθηση και ανάλυση, ενισχύοντας την κατανόηση του φυσικού κόσμου και βελτιώνοντας την ακρίβεια των μετεωρολογικών προβλέψεων. Επιπλέον, προετοιμάζει τα δεδομένα για μελλοντικές εφαρμογές ML, οδηγώντας τις προσπάθειες για την αξιοποίηση της προβλεπτικής δύναμης της τεχνητής νοημοσύνης στη μετεωρολογία. Το έργο αντιμετωπίζει τις προκλήσεις διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων και συμβάλλει στην καλύτερη πρόβλεψη και κατανόηση των καιρικών προτύπων, ενισχύοντας τη διάδοση πληροφοριών και την έρευνα στην πρόγνωση του καιρού.

1. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία του έργου μας έχει σχεδιαστεί για να διασφαλίσει μια απρόσκοπτη, αυτοματοποιημένη διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας, δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και οπτικοποίησης δεδομένων καιρού, με τελικό αποτέλεσμα τη δημοσίευση πληροφοριακών διαγραμμάτων καιρικών συνθηκών στον ιστότοπο του ερευνητικού προγράμματος. Η διαδικασία αυτή χωρίζεται σε διάφορα βασικά στάδια: Συλλογή δεδομένων, δημιουργία αθροιστικών χρονοσειρών, ενσωμάτωση υπολογιστικών φύλλων Google, οπτικοποίηση δεδομένων και δημοσίευση στο διαδίκτυο.

2. Δεδομένα

2.1. Συλλογή Δεδομένων

Η δράση στηρίζεται στην εγκατάσταση ενός σταθμού παρακολούθησης ατμοσφαιρικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων στο λιμάνι της Χαλκίδας. Η προμήθεια και εγκατάσταση του σταθμού πραγματοποιήθηκε με απευθείας ανάθεση στην εταιρεία JGC Συστήματα Γεωπληροφορικής Α.Ε. και ακολουθώντας τις πρότυπες διαδικασίες του ΕΛΚΕ-ΕΚΠΑ.

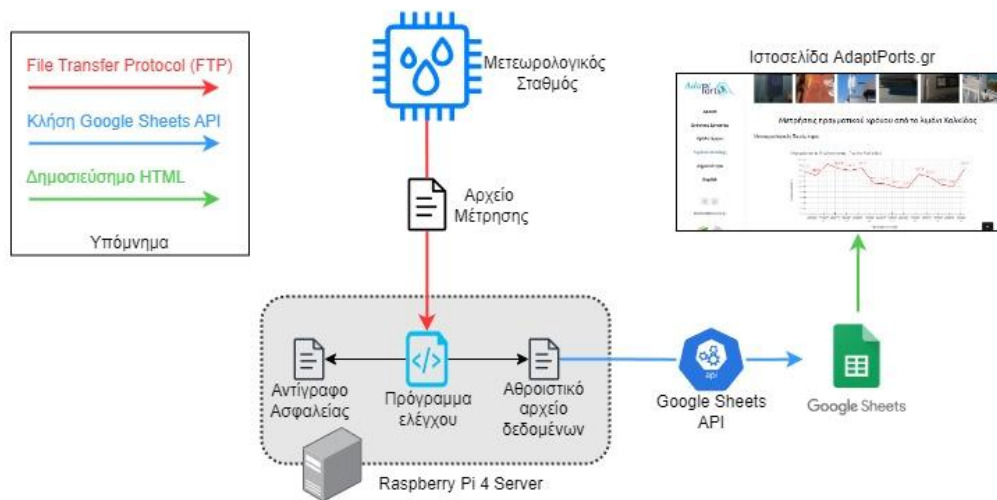
Η εγκατάσταση του σταθμού μέτρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων πραγματοποιήθηκε στις 19/10/2023 στις κτιριακές εγκαταστάσεις του Οργανισμού Λιμένων Ευβοίας, στο λιμάνι της Χαλκίδας (Σχήμα 1). Ο σταθμός περιλαμβάνει: (i) Τηλεμετρικό καταγραφικό (με σύστημα τροφοδοσίας με ηλιακό συλλέκτη και υπηρεσία cloud data hosting) της DELTA-OHM, (ii) Μετεωρολογικό σύστημα με αισθητήρες ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου με υπέρηχους, θερμοκρασίας-υγρασίας αέρα και βαρομετρικής πίεσης της DELTA-OHM, (iii) Πολυπαραμετρικός αισθητήρας μέτρησης pH/ORP, Αγωγιμότητας, Θερμοκρασίας και Διαλυμένου Οξυγόνου της AquaTroll500.



ΣΧΗΜΑ 2: Σταθμός παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων στο λιμάνι της Χαλκίδας.

2.2. Αποθήκευση δεδομένων

Το υπόβαθρο της μεθοδολογίας είναι η αξιόπιστη ωριαία συλλογή ενός ευρέος φάσματος μετεωρολογικών μετρήσεων μέσω μιας συσκευής Raspberry Pi 4. Οι μετρικές περιλαμβάνουν ατμοσφαιρικές συνθήκες όπως θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, επίπεδα βροχόπτωσης και πιο περίπλοκες μετρήσεις όπως pH, ORP, DO και αγωγιμότητα. Το script, εκτελείται ανά διαστήματα των 15 λεπτών και ελέγχει για νέα αρχεία δεδομένων που έχουν μεταδοθεί μέσω FTP. Χρησιμοποιώντας ένα ισχυρό σύστημα επαλήθευσης, διασφαλίζει ότι μόνο τα νέα αρχεία αποθηκεύονται σε έναν καθορισμένο φάκελο για περαιτέρω επεξεργασία. Αυτό το βήμα είναι κρίσιμο για τη διατήρηση ενός ενημερωμένου συνόλου δεδομένων χωρίς πλεονασμό.



Σχήμα 1. Αρχιτεκτονική συστήματος συλλογής, προώθησης και οπτικοποίησης μετεωρολογικών δεδομένων χρονοσειράς.

2.2.1. Δημιουργία αθροιστικής χρονοσειράς

Μόλις τα δεδομένα επικυρωθούν και δημιουργηθούν αντίγραφα ασφαλείας, προστίθενται σε ένα αθροιστικό αρχείο χρονοσειρών .csv. Χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός μοναδικού αναγνωριστικού γραμμής για κάθε γραμμή δεδομένων που λαμβάνεται για την αποφυγή επαναλήψεων, καθώς και ένας έλεγχος ονόματος αρχείου, που διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων. Αυτό το αθροιστικό αρχείο υποβάλλεται σε κανονικοποίηση για την αντιμετώπιση ασυνεπειών μορφοποίησης και ελλিপών δεδομένων, καθιστώντας το μια αξιόπιστη πηγή τόσο για άμεση οπτικοποίηση όσο και για μελλοντικές εφαρμογές μηχανικής μάθησης.

2.2.2 Επεξήγηση συνόλου δεδομένων

i. Line ID

Αυτή η στήλη περιέχει το μοναδικό αναγνωριστικό αριθμό για κάθε εγγραφή στο dataset, κάτι που είναι χρήσιμο για την αναγνώριση και την παρακολούθηση δεδομένων. Η διατήρηση της μοναδικότητας του Line ID βοηθά στη διαχείριση των δεδομένων και την αποφυγή διπλοεγγραφών, ενώ διευκολύνει επίσης τον εντοπισμό συγκεκριμένων μετρήσεων για επαλήθευση ή ανάλυση.

ii. Date time

Η ημερομηνία και η ώρα που λήφθηκε κάθε μέτρηση. Αυτή η στήλη είναι ζωτικής σημασίας για τον καθορισμό της χρονικής εξέλιξης των μετρήσεων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση τάσεων ή μεταβολών στη διάρκεια του χρόνου. Η ακρίβεια της χρονικής σήμανσης μπορεί να βοηθήσει στην εκτίμηση των συνθηκών και στην αναγνώριση σχέσεων ανάμεσα σε άλλες παραμέτρους. Το συγκεκριμένο σύνολο έχει βήμα 30 λεπτών ανά μέτρηση.

iii. Battery voltage (V)

Η τάση της μπαταρίας, μετρημένη σε βολτ, δείχνει το επίπεδο φόρτισης και την υγεία της μπαταρίας που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του σταθμού. Ο σταθμός λειτουργεί με ηλιακή φόρτιση, επομένως η τάση της μπαταρίας εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα ηλιακής ενέργειας και την απόδοση των ηλιακών συλλεκτών. Η παρακολούθηση αυτής της τάσης είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι η μπαταρία έχει αρκετή ενέργεια για να διατηρεί τον σταθμό λειτουργικό ακόμα και σε περιόδους χωρίς επαρκή ηλιακή ακτινοβολία.

iv. Voltage power supply (V)

Η τάση της τροφοδοσίας ισχύος από την εξωτερική πηγή εδώ είναι σχετική με την ενέργεια που λαμβάνεται από τον ηλιακό φορτιστή/συλλέκτη. Η σταθερότητα της τάσης εξαρτάται από την απόδοση των ηλιακών συλλεκτών, την ένταση του ηλιακού φωτός και την αποδοτικότητα του συστήματος φόρτισης. Μια αστάθεια στη μέτρηση της τάσης μπορεί να σημαίνει ότι οι ηλιακοί συλλέκτες δεν αποδίδουν όσο πρέπει, πιθανόν λόγω κακών καιρικών συνθηκών ή προβλημάτων στο σύστημα φόρτισης.

v. Wind speed (m/s)

Η ταχύτητα του ανέμου, μετρημένη σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο, παρέχει πληροφόρηση για τις αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου και μπορεί να επηρεάσει πολλές μεταβλητές, όπως την ατμοσφαιρική πίεση και την υγρασία. Αυτή η πληροφορία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη μελέτη της δυναμικής των περιβαλλοντικών συνθηκών και των πιθανών επιπτώσεών τους. Μέση τιμή: 2.48m/s, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 14.14m/s (2024/11/21 11:30:00).

vi. Wind direction (DEG)

Η κατεύθυνση του ανέμου μετράται σε μοίρες και δείχνει από πού φυσάει ο άνεμος. Οι πληροφορίες για την κατεύθυνση είναι σημαντικές για την εκτίμηση της προέλευσης των καιρικών

φαινομένων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη κατανόηση των τοπικών καιρικών συνθηκών.

vii. Temperature PT100 (°C)

Η θερμοκρασία του αέρα, όπως μετράται από τον αισθητήρα PT100. Ο αισθητήρας PT100 είναι πολύ αξιόπιστος και συχνά χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εφαρμογές. Οι θερμοκρασίες που συλλέγονται μπορεί να βοηθήσουν στην κατανόηση των καιρικών συνθηκών της περιοχής καθώς και στη δημιουργία συσχετισμών μεταξύ φαινομένων και χρονικών περιόδων. Μέση τιμή: 22.46°C, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 39.8°C (2024/06/13 15:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 6.4°C (2024/03/21 06:00:00).

viii. Relative Humidity (%)

Η σχετική υγρασία εκφράζεται ως το ποσοστό της τρέχουσας υγρασίας στον αέρα σε σύγκριση με το μέγιστο επίπεδο που μπορεί να συγκρατήσει σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. Μέση τιμή: 55.91%, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 96.6% (2024/03/02 06:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 7.5% (2024/06/23 16:30:00).

ix. Dew point (°C)

Το σημείο δρόσου σε βαθμούς Κελσίου. Αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία στην οποία ο αέρας γίνεται κορεσμένος και αρχίζει να συμπυκνώνεται η υγρασία. Μέση τιμή: 12.32°C, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 22.0°C (2024/07/18 00:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: -6.6°C (2024/04/21 12:30:00).

x. Atmospheric pressure (hPa)

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι το βάρος της ατμόσφαιρας πάνω από το σημείο μέτρησης, μετρημένο σε hectoPascal. Αυτή η μέτρηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη των καιρικών φαινομένων και τη μελέτη της επίδρασης των καιρικών αλλαγών στις μετρήσεις. Μέση τιμή: 1012.94hPa, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 1034.5hPa (2024/11/24 09:00:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 996.8hPa (2024/04/17 19:30:00).

xi. Max rain rate (mm/h)

Ο μέγιστος ρυθμός βροχόπτωσης δείχνει την ένταση της βροχής που μπορεί να καταγραφεί σε μια συγκεκριμένη ώρα. Αυτό είναι κρίσιμο για την εκτίμηση των επιπτώσεων που μπορεί να έχει η βροχή σε εξωτερικές εγκαταστάσεις ή την πρόκληση πλημμυρικών φαινομένων. Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 55.2mm/h (2024/07/04 16:00:00)

xii. Rain counter (mm)

Η συνολική ποσότητα βροχής που έχει καταγραφεί από την έναρξη των μετρήσεων. Αυτή η πληροφορία βοηθά στην παρακολούθηση των μακροπρόθεσμων αλλαγών στις βροχοπτώσεις και μπορεί να είναι χρήσιμη για τη διαχείριση υδάτινων πόρων. Μέση τιμή: 258.37mm, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 337.8mm (2024/12/01 06:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 176.2mm (2024/02/26 10:00:00).

xiii. Current rain (mm)

Η τρέχουσα ποσότητα βροχής που καταγράφηκε. Αυτή η μέτρηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμήσει πόσο βροχή έπεσε σε σύντομο χρονικό διάστημα και είναι χρήσιμη για την άμεση αξιολόγηση των καιρικών συνθηκών. Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 15.2mm (2024/07/04 15:30:00).

xiv. Temp (°C)

Η θερμοκρασία του νερού σε βαθμούς Κελσίου. Αυτή η μέτρηση βοηθά στην εκτίμηση της θερμοκρασίας υδάτινων πόρων, που μπορεί να επηρεάσει βιολογικές διαδικασίες και τη χημική ποιότητα του νερού. Μέση τιμή: 22.36mm, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 29.12mm (2024/07/27 15:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 13.89mm (2024/02/26 10:00:00).

xv. pH (%)

Το pH του νερού δείχνει αν είναι όξινο ή αλκαλικό. Οι αλλαγές στο pH μπορεί να επηρεάσουν τη βιωσιμότητα οργανισμών και την καταλληλότητα του νερού για συγκεκριμένες χρήσεις. Μέση τιμή: 8.48, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 8.65 (2024/11/28 13:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 8.35 (2024/07/01 06:00:00).

xvi. ORP (mV)

Το Οξειδοαναγωγικό Δυναμικό (ORP) είναι ένδειξη της ικανότητας του νερού να οξειδώνει ή να μειώνει άλλα στοιχεία. Η παρακολούθηση του ORP είναι σημαντική για τον προσδιορισμό της ποιότητας του νερού και της καταλληλότητάς του. Μέση τιμή: 257.42mV, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 306 mV (2024/11/07 18:00:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 136 mV (2024/02/29 03:00:00).

xvii. DO (mg/l)

Η διαλυμένη ποσότητα οξυγόνου στο νερό είναι σημαντική για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού. Η χαμηλή ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου μπορεί να είναι ένδειξη ρύπανσης και δυσμενών συνθηκών για την υδρόβια ζωή. Μέση τιμή: 5.86mg/l, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 7.93mg/l (2024/03/19 13:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 3.26mg/l (2024/08/17 02:00:00).

xviii. Cond (uS/cm)

Η αγωγιμότητα του νερού δείχνει την ικανότητά του να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα, κάτι που εξαρτάται από την παρουσία διαλυμένων ιόντων. Η αγωγιμότητα είναι σημαντική για την εκτίμηση της καθαρότητας του νερού και της περιεκτικότητάς του σε άλατα.

xix. Level

Το επίπεδο του υδάτινου στοιχείου ή άλλου συστήματος μέτρησης. Αντιπροσωπεύει το ύψος ή τον όγκο σε συγκεκριμένο σημείο μέτρησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της στάθμης υδάτινων πόρων. Μέση τιμή: 1.10, Μέγιστη Τιμή που καταγράφηκε: 1.55 (2024/12/01 02:30:00), Ελάχιστη Τιμή που καταγράφηκε: 0.65 (2024/02/27 12:00:00).

2.2.3 Επεξήγηση παύσεων μετάδοσης δεδομένων.

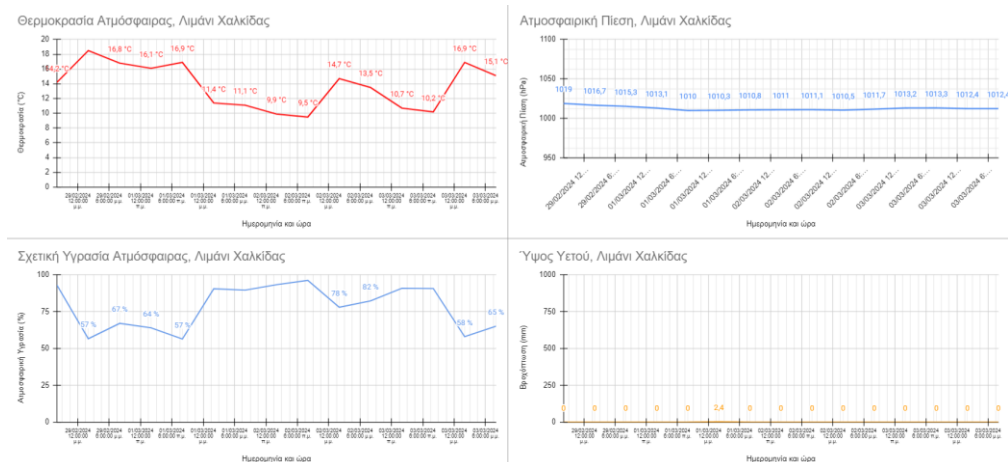
Στο dataset παρατηρούνται τρεις μικρές χρονικές παύσεις στη μετάδοση δεδομένων, διάρκειας από κάποιες μέρες έως και 2-3 εβδομάδες. Αυτές οι παύσεις οφείλονταν σε θέματα τηλεματικής φύσεως, όπως διακοπές στη σύνδεση και προβλήματα επικοινωνίας με τον σταθμό. Τέλος, προβλήματα στην εγκατάσταση, όπως βλάβες εξοπλισμού, συνέβαλαν επίσης στις διακοπές. Σε κάθε περίπτωση, ο αντιπρόσωπος της εταιρίας εγκατάστασης και συντήρησης ενημερωνόταν άμεσα και τα προβλήματα επιλύονταν, ώστε να αποκαθίσταται η κανονική λειτουργία του σταθμού και η συλλογή δεδομένων.

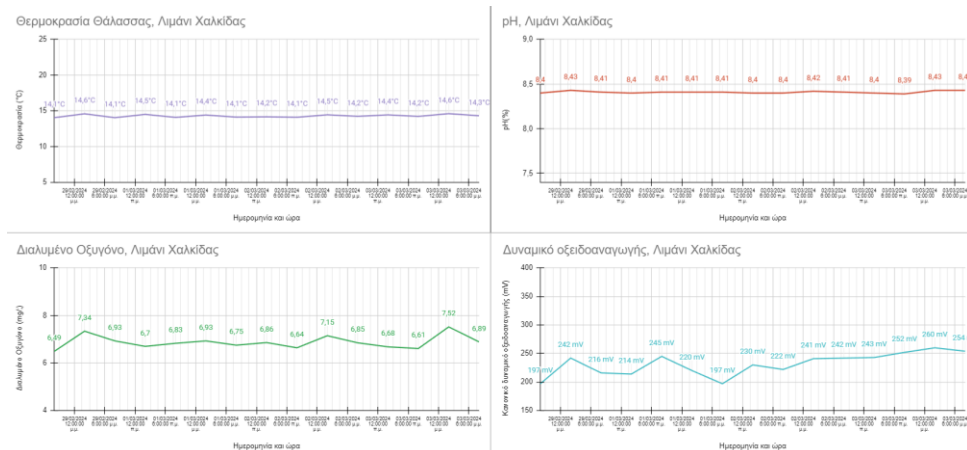
2.2.4 Ενσωμάτωση λογιστικών φύλλων Google (Google Sheets)

Η ενσωμάτωση με το Google Sheets επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης του Google API, με έμφαση στην ελαχιστοποίηση των κλήσεων API ώστε να παραμείνει σημαντικά κάτω από το ελάχιστο όριο κόστους που χρεώνει η Google. Το σενάριό μας διαχειρίζεται έξυπνα τη μεταφορά δεδομένων στο λογιστικό φύλλο, ενημερώνοντάς το με νέα σημεία δεδομένων από το σωρευτικό .csv. Έτσι διατηρείται η αποδοτικότητα, εκτελώντας μόνο 6-10 κλήσεις API ανά ώρα, αξιοποιώντας τον μηχανισμό σύγκρισης του αναγνωριστικού γραμμής για τον συγχρονισμό του λογιστικού φύλλου χωρίς να υπερφορτώνει το σύστημα.

2.3 Οπτικοποίηση δεδομένων

Η οπτικοποίηση δεδομένων διεξάγεται απευθείας μέσα στο Google Sheets, χρησιμοποιώντας τα ενσωματωμένα εργαλεία γραφικών παραστάσεων για τη δημιουργία διαγραμμάτων που αναδεικνύουν τις βασικές μετρήσεις του καιρού. Η επιλογή των δεδομένων για οπτικοποίηση βασίζεται στη σημασία τους, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ατμοσφαιρική πίεση και οι συνθήκες ανέμου, μεταξύ άλλων. Τα διαγράμματα ενημερώνονται με βάση τα δεδομένα που συλλέγονται ανά 8ωρο για την αποτελεσματική αναπαράσταση των διαφόρων τμημάτων της ημέρας, εξασφαλίζοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα των καιρικών συνθηκών.





Σχήμα 3. Παραδείγματα διαγραμμάτων θαλάσσιων και ατμοσφαιρικών συνθηκών

2.4 Δημοσίευση στο διαδίκτυο

Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει τη δημοσίευση των παραγόμενων διαγραμμάτων στον ιστότοπο του ερευνητικού προγράμματος (www.adaptports.gr). Χάρη στη λειτουργία της διαδραστικής δημοσίευσης του Google Spreadsheet, τα ενσωματωμένα διαγράμματα στον ιστότοπό ενημερώνονται σχεδόν σε πραγματικό χρόνο μόλις ανανεωθούν τα διαγράμματα της πηγής στο υπολογιστικό φύλλο. Αυτός ο μηχανισμός επιτρέπει την έγκαιρη πρόσβαση του κοινού στις τρέχουσες καιρικές συνθήκες, που φιλοξενούνται σε μια πλατφόρμα WordPress με απλή υλοποίηση μέσω στοιχείων μπλοκ κώδικα για την ενσωμάτωση γραφημάτων HTML.

3 Αποτελέσματα

Το έργο αυτό εφαρμόζει ένα πλαίσιο για τη συνεχή απόκτηση, τη δημιουργία αντιγράφων και τη χρήση των μετεωρολογικών δεδομένων, με στόχο την ενίσχυση της ακεραιότητας και της προσβασιμότητας των μετεωρολογικών πληροφοριών τόσο για άμεση οπτικοποίηση όσο και για μελλοντικές εφαρμογές μηχανικής μάθησης (ML) στην πρόγνωση του καιρού. Χρησιμοποιώντας το Raspberry Pi 4, αναπτύξαμε ένα σύστημα που εξασφαλίζει την ασφαλή αποθήκευση και συστηματική οργάνωση των δεδομένων, καθώς και την προετοιμασία τους για μελλοντικές αναλύσεις, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών ML. Τα δεδομένα αξιοποιούνται άμεσα για τη δημιουργία διαγραμμάτων που επικοινωνούν αποτελεσματικά τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες στο κοινό μέσω του ιστότοπου του ερευνητικού προγράμματος. Η μεθοδολογία μας είναι απλή αλλά ισχυρή, με το Raspberry Pi 4 να εξασφαλίζει συνεχή λήψη δεδομένων μέσω FTP. Ένα



προσαρμοσμένο σενάριο παρακολουθεί φακέλους για νέα δεδομένα, δημιουργεί αντίγραφα ασφαλείας και ενημερώνει ένα αθροιστικό αρχείο χρονοσειράς .csv, διατηρώντας την ακρίβεια και ακεραιότητα των δεδομένων. Τα διαγράμματα δημιουργούνται βάσει συγκεκριμένων μετρήσεων και δημοσιεύονται στον ιστότοπο μέσω HTML, προσβάσιμα σε ένα ευρύ κοινό.