

Κατασκευή, παραμετροποίηση, τοποθέτηση και διαχείριση ενός πρότυπου μετεωρολογικού σταθμού βασισμένου σε ανοιχτές τεχνολογίες στο πλαίσιο του έργου «Ακραία Καιρικά Φαινόμενα: ενημέρωση, εκπαίδευση και προστασία»

Βασιλικός Μάριος, Γεωργίου Καλλιόπη-Μαρία, Διαμαντοπούλου Δανάη, Κοσμίδης Θεόδωρος, Μαρτζαβού Βασιλική, Νικηφορίδου Δήμητρα, Τρυφερίδου Φωτεινή
Μαθητές/τριες Α' τάξης Γυμνασίου, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Κύρινα Ανδριάνα, Λειβαδιώτη Ειρήνη, Λυκοκόστα Μαρία-Ευαγγελία, Μιχαηλίδης Μιχαήλ, Μουντουρλή Λουκία, Παπαγιαννάκης Θεοφάνης, Τριανταφυλλίδου Εμίλια, Ζαζόπουλος Απόστολος
Μαθητές/τριες Β' τάξης Γυμνασίου, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Φίλιππος Κουτσάκας (ΠΕ86), Εμμανουήλ Κοσμίδης (ΠΕ86)
fkoutsakas@sch.gr, mkosmidis@sch.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην αξιοποίηση χαμηλού κόστους ανοιχτών τεχνολογιών για την κατασκευή ενός μετεωρολογικού σταθμού βασισμένου στον υπολογιστή μικρού μεγέθους Raspberry Pi καθώς και φορητών μετρητών μετεωρολογικών δεδομένων βασισμένων στον μικροελεγκτή BBC micro:bit. Οι παραπάνω διατάξεις καταγράφουν σε πολλαπλά σημεία μίας σχολικής αυλής μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία, ατμοσφαιρική πίεση, ύψος βροχής, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου) τα οποία στη συνέχεια αποθηκεύονται, επεξεργάζονται συστηματικά και αναλύονται με τη βοήθεια του Εργαστηρίου Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας του τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ. Στόχος του προγράμματος αυτού είναι η ενεργός εμπλοκή των μαθητών στην μελέτη των περιβαλλοντικών διαστάσεων και των πιθανών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, λόγω της έντασης του φαινομένου του θερμοκηπίου και στην αναζήτηση τρόπων εντοπισμού και αναγνώρισης καθώς και μέτρων τόσο για την προειδοποίηση της τοπικής κοινωνίας (Risk Alert System) όσο και για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των πιθανών επιπτώσεων τυχόν ακραίων καιρικών φαινομένων.

Λέξεις κλειδιά: *Ανοιχτές Τεχνολογίες, Μετεωρολογία, Ακραία Καιρικά Φαινόμενα*

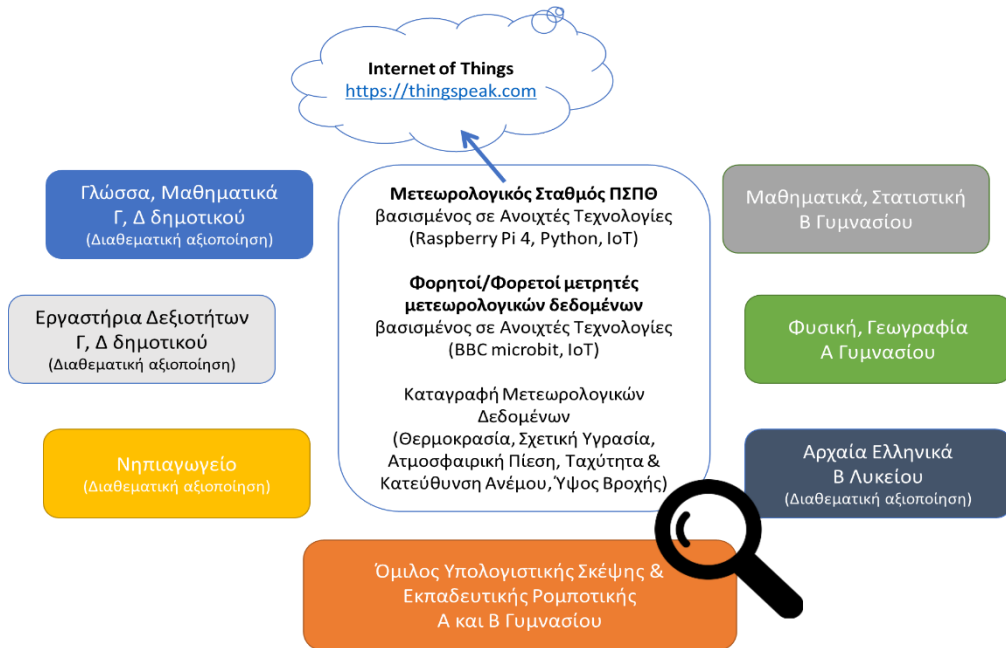
1. Εισαγωγή.

Κατά τη διάρκεια του φετινού σχολικού έτους (2020-21) υλοποιείται στο σχολείο μας για δεύτερη συνεχόμενη χρονιά το καινοτόμο εκπαιδευτικό πρόγραμμα με θέμα «Ακραία Καιρικά Φαινόμενα: Ενημέρωση, Εκπαίδευση και Προστασία» σε συνεργασία με τον Τομέα Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Το πρόγραμμα επιχειρεί να εμπλέξει ενεργά μαθητές όλων των βαθμίδων του Πειραματικού Σχολείου του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης - ΠΣΠΘ (Νηπιαγωγείο, Δημοτικό, Γυμνάσιο και Λύκειο) στην μελέτη των περιβαλλοντικών διαστάσεων και των πιθανών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, λόγω της έντασης του φαινομένου του θερμοκηπίου και στην αναζήτηση τρόπων εντοπισμού και αναγνώρισης καθώς και μέτρων τόσο για την

προειδοποίηση της τοπικής κοινωνίας (Risk Alert System) όσο και για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των πιθανών επιπτώσεων τυχόν ακραίων καιρικών φαινομένων.

Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού αξιοποιούνται ανοιχτές τεχνολογίες με σκοπό τη δημιουργία από τους μαθητές ανοιχτών, χαμηλού κόστους, επαναχρησιμοποιήσιμων λύσεων που θα μπορούν να συμβάλλουν στην παρακολούθηση, έγκαιρη ενημέρωση και προστασία των τοπικών κοινωνιών από τα έντονα καιρικά φαινόμενα.

Παράλληλα επιδιώκεται η παιδαγωγική αξιοποίηση των παραπάνω λύσεων καθώς και των μετεωρολογικών δεδομένων που αυτές συλλέγουν και αναλύουν σε γνωστικά αντικείμενα όλων των βαθμίδων του σχολείου, μέσα από μία διαθεματική και διεπιστημονική προσέγγιση, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Εικόνα 1: Διαθεματική προσέγγισή των «Ακραίων Καιρικών Φαινομένων»

Στόχοι του προγράμματος είναι οι εμπλεκόμενοι μαθητές:

1. να πειραματιστούν και να εξοικειωθούν με την παρακολούθηση, την συστηματική καταγραφή και την μελέτη των καιρικών φαινομένων και του κλίματος
2. να διερευνήσουν και να μελετήσουν σε θεωρητικό επίπεδο τις περιβαλλοντικές διαστάσεις και τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο
3. να προτείνουν τρόπους έγκαιρου εντοπισμού και προειδοποίησης για ακραία καιρικά φαινόμενα
4. να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν απαραίτητα μέτρα προστασίας για αυτές τις περιπτώσεις
5. να γνωρίσουν σε βάθος και να αξιοποιήσουν ανοιχτές τεχνολογίες, εργαλεία και εξοπλισμό, να μελετήσουν, να προτείνουν και να υλοποιήσουν επαναχρησιμοποιήσιμες, ανοιχτές και χαμηλού κόστους λύσεις που θα μπορούν να συμβάλλουν στην έγκαιρη ενημέρωση και προστασία απέναντι στα έντονα καιρικά φαινόμενα
6. να συνεργαστούν τόσο με μέλη της ομάδας του σχολείου όσο και με μαθητές άλλων σχολείων στα πλαίσια υλοποίησης αντίστοιχων προγραμμάτων

2. Εστιάζοντας στην τεχνολογική διάσταση του Προγράμματος.

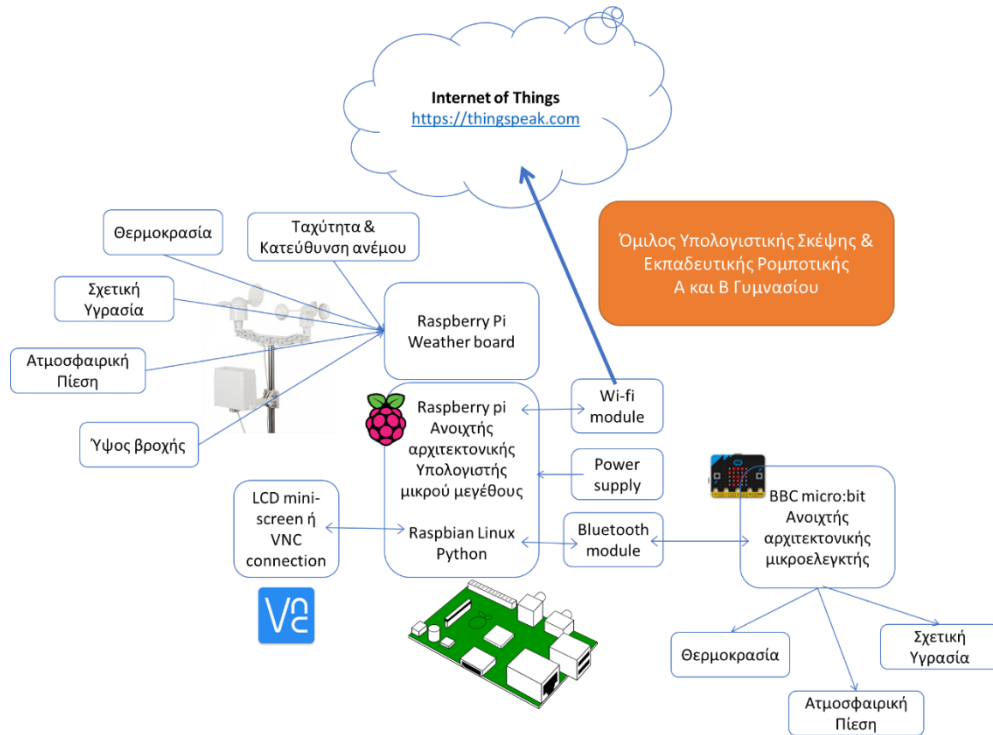
Η παρούσα εργασία εστιάζει σε ένα μέρος του εκπαιδευτικού προγράμματος και ειδικότερα στην αξιοποίηση χαμηλού κόστους ανοιχτών τεχνολογιών (υπολογιστής μικρού μεγέθους Raspberry pi, μικρο-ελεγκτές BBC micro:bit, Λειτουργικό Σύστημα GNU/Linux, Γλώσσα προγραμματισμού Python) με

στόχο την καταγραφή σε πολλαπλά σημεία, αποθήκευση, επεξεργασία και προβολή σε πραγματικό χρόνο μετεωρολογικών δεδομένα στο διαδίκτυο.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου οι μαθητές του ομίλου Υπολογιστικής Σκέψης και Εφαρμοσμένης Ρομποτικής με την υποστήριξη των καθηγητών τους σχεδίασαν, κατασκεύασαν και διαχειρίζονται:

1. μετεωρολογικό σταθμό σταθερής θέσης βασισμένο στον υπολογιστή μικρού μεγέθους Raspberry Pi
2. φορητούς/φορετούς (wearables) μετρητές μετεωρολογικών δεδομένων που βασίζονται στον μικροελεγκτή BBC micro:bit

Οι παραπάνω διατάξεις επικοινωνούν μεταξύ τους, καταγράφουν, επεξεργάζονται και αναρτούν μετεωρολογικά δεδομένα στην διαδικτυακή πλατφόρμα ThinkSpeak (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Η συνολική εικόνα του έργου

2.1. Μελέτη, Σχεδίαση και Υλοποίηση του Μετεωρολογικού Σταθμού και φορητών Μετρητών.

Οι μαθητές του ομίλου Υπολογιστικής Σκέψης και Εφαρμοσμένης Ρομποτικής μετά από αναζήτηση στο διαδίκτυο, σχετική μελέτη και ανάλυση/συζήτηση, επιλέξαμε

1. για τον μετεωρολογικό σταθμό σταθερής θέσης την υλοποίηση που αξιοποιεί τον υπολογιστή μικρού μεγέθους Raspberry Pi με βασικά κριτήρια στην επιλογή μας την απλούστερη κατασκευή/υλοποίηση και τις αυξημένες δυνατότητες που προσφέρει η αξιοποίηση ενός υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα (όπως είναι το Raspberry Pi)
2. για τους φορητούς μετρητές μετεωρολογικών μεγεθών τους μικροελεγκτές BBC micro:bit λόγω της ευκολίας χρήσης τόσο του υλικού (hardware) όσο και του περιβάλλοντος προγραμματισμού τους

Για την σχεδίαση, κατασκευή, τοποθέτηση και διαχείριση των παραπάνω μετεωρολογικών διατάξεων δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικές ομάδες (Ομάδα 1 και Ομάδα 2) κάθε μία από τις οποίες εργάστηκε με διαφορετική πλατφόρμα

Ομάδα 1: Μετεωρολογικός Σταθμός σταθερής θέσης βασισμένος σε Raspberry Pi

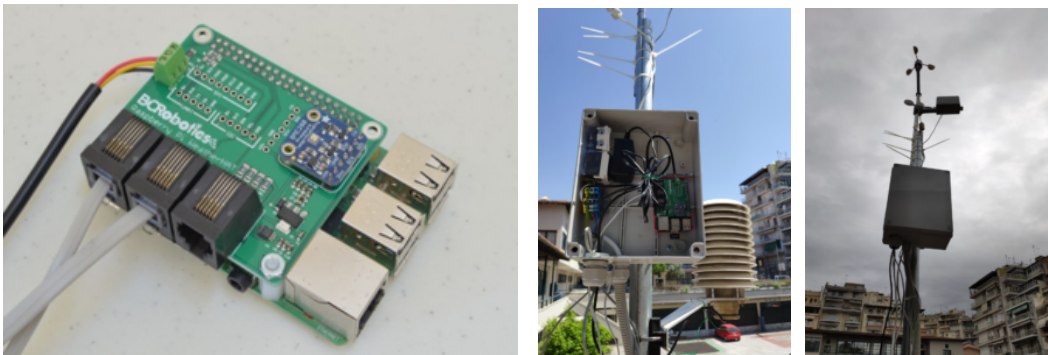
Κατασκευάσαμε μετεωρολογικό σταθμό βασισμένο στον υπολογιστή μικρού μεγέθους Raspberry Pi για την καταγραφή έξι μετεωρολογικών μεγεθών κάθε 30 λεπτά: (1) θερμοκρασία, (2) σχετική υγρασία, (3) ατμοσφαιρική πίεση, (4) ύψος βροχόπτωσης, (5) κατεύθυνση και (6) ταχύτητα ανέμου.

Η υλοποίηση του μετεωρολογικού μας σταθμού βασίστηκε στο ιδιαίτερα επιτυχημένο έργο υλοποίησε σε 1000 σχολεία παγκοσμίως η Oracle με τίτλο Raspberry Pi Weather Station for Schools. Για την κατασκευή του μετεωρολογικού σταθμού ακολουθήσαμε τις οδηγίες που βρήκαμε στον δικτυακό τόπο του έργου (<https://www.raspberrypi.org/blog/build-your-own-weather-station/>) καθώς και τις οδηγίες στον δικτυακό τόπο BCRobotics (<https://www.bc-robotics.com/tutorials/raspberry-pi-weather-station-part-1/>).

Για τη δημιουργία του μετεωρολογικού μας σταθμού χρησιμοποιήσαμε τα εξής υλικά:

- 1 x Raspberry Pi 3A υπολογιστή μικρού μεγέθους με τροφοδοτικό για Raspberry Pi 3A
- 1 x microSD card με το λειτουργικό σύστημα Raspbian, βασισμένο σε GNY/Linux
- 1 x Raspberry Pi Weather Board, για την σύνδεση των αισθητήρων
- 1 x SparkFun Weather Meters set για μέτρηση ταχύτητας/κατεύθυνσης ανέμου και ύψους βροχής,
- 1 x DS18B20 αισθητήρα θερμοκρασίας,
- 1 x Adafruit BME280 αισθητήρα θερμοκρασίας / ατμοσφαιρικής πίεσης / υγρασίας,
- 1 x Raspberry Pi GPIO Header, 1 x Raspberry Pi HAT Hardware, 1 x 3 Pin 2.54mm Screw Terminal, απαραίτητα για τις συνδέσεις των εξαρτημάτων πάνω στο Raspberry Pi board

Μετά την ολοκλήρωση της συναρμολόγησης ακολούθησε η εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος Raspbian OS το οποίο είναι βασισμένο σε Debian GNU/Linux και η παραμετροποίηση του.

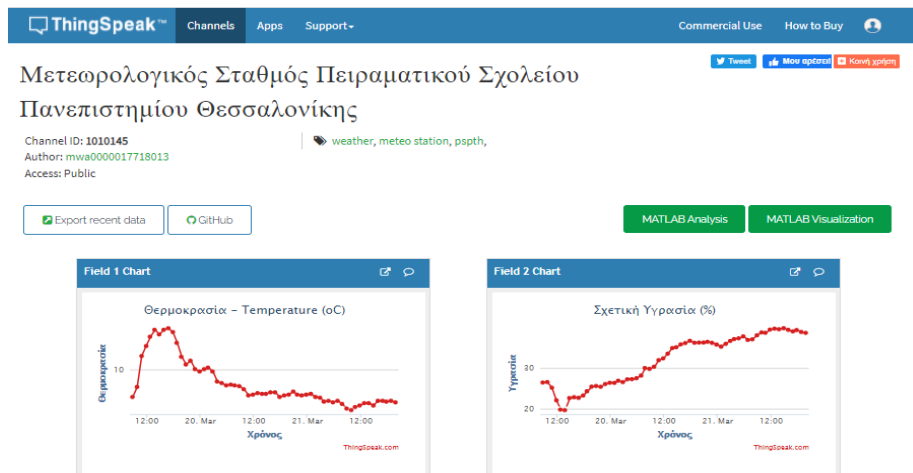


Εικόνα 3: Ο μετεωρολογικός σταθμός

Τέλος με την επιστημονική υποστήριξη της Αναπληρώτριας καθηγήτριας Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας του εργαστηρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας του τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ κ. Κωνσταντίας Τολικά, επιλέξαμε την καταλληλότερη θέση στην αυλή του σχολείου μας και τοποθετήσαμε τον μετεωρολογικό σταθμό.

Στη συνέχεια βασιζόμενοι στον κώδικα του σχετικού tutorial του δικτυακού τόπου BCRobotics (<https://bc-robotics.com/>) υλοποιήσαμε στη γλώσσα προγραμματισμού Python το πρόγραμμα για την καταγραφή, αποθήκευση και αποστολή δεδομένων καιρού στο κανάλι της ιστοσελίδας ThingSpeak (<https://thingspeak.com/channels/1010145>). Ο σχετικός κώδικας είναι διαθέσιμος στο Github (<https://github.com/fkoutasakos/climate-detectives-pspth>).

Όλα τα παραπάνω βήματα καθώς και σχετικά φύλλα εργασίας είναι έχουν καταγραφεί και οργανωθεί σε έναν ανοιχτό διδακτικό σενάριο «Εκπαιδευτική Ρομποτική και Μετεωρολογία με Raspberry Pi και Python» (<https://okiriostonipologiston.blogspot.com/2020/10/raspberry-pi-python.html>)



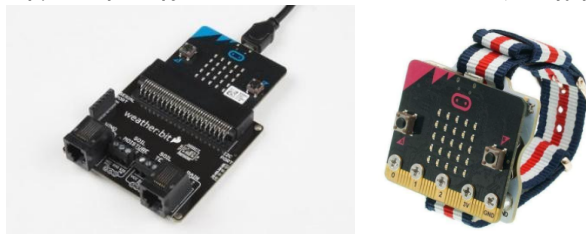
Εικόνα 4: Θερμοκρασία και σχετική υγρασία (στο ThinkSpeak)

Ομάδα 2: Φορητοί μετρητές θερμοκρασίας, υγρασίας και πίεσης βασισμένοι σε BBC micro:bit

Κατασκευάσαμε έναν μετρητή βασισμένο στον μικροελεγκτή BBC micro:bit για την καταγραφή τριών μετεωρολογικών μεγεθών: (1) θερμοκρασία, (2) σχετική υγρασία και (3) ατμοσφαιρική πίεση

Αρχικά για την υλοποίηση των φορητών μετρητών αναζητήσαμε πληροφορίες στα προτεινόμενα projects της επίσημης ιστοσελίδας του BBC micro:bit (<https://microbit.org>). Γρήγορα αντιληφθήκαμε ότι θα χρειαζόμασταν επιπλέον εξοπλισμό καθώς ο μικροελεγκτής BBC micro:bit έχει δυνατότητα μέτρησης μόνο της θερμοκρασίας και αυτή χωρίς ιδιαίτερη ακρίβεια. Έτσι για την υλοποίηση των φορητών μετρητών αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τα εξής υλικά:

- 1x micro:bit Board
- 1x weather:bit Carrier Board BME280 Atmospheric sensor
- 1x micro-B USB Cable
- χειροποίητη κατασκευή μετατροπής του micro:bit σε wearable (στο χέρι ή στον λαιμό)



Εικόνα 5: Ο φορητός/φορετός μετρητής θερμοκρασίας, υγρασίας και ατμοσφαιρικής πίεσης

Στην συνέχεια μελετήσαμε και επεκτείναμε τον σχετικό κώδικα που είναι διαθέσιμος στην ιστοσελίδα του σχετικού tutorial (<https://learn.sparkfun.com/tutorials/microclimate-kit-experiment-guide/experiment-1-reading-the-temperature-humidity-and-pressure>) ώστε εκτός από την προβολή των δεδομένων στην οθόνη του micro:bit να γίνεται και καταγραφή επιλεγμένων τιμών θερμοκρασίας, υγρασίας και ατμοσφαιρικής πίεσης.

2.2. Συλλογή Δεδομένων, Επεξεργασία και Ανάλυση.

Στους επόμενους τρεις μήνες (Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος 2021) οι μαθητές του ομίλου θα παρακολουθήσουν τέσσερις on-line ομιλίες από την επιστημονικά υπεύθυνη του προγράμματος με θέμα (1) Κλιματικές αλλαγές, (2) Ακραία Καιρικά Φαινόμενα και Φυσικοί Κίνδυνοι, (3) Επεξεργασία δεδομένων θερμοκρασίας και (4) Επεξεργασία δεδομένων βροχόπτωσης και ανέμου.

Ταυτόχρονα αξιοποιώντας τον μετεωρολογικό σταθμό και τους φορητούς μετρητές οι μαθητές θα συλλέξουν μετεωρολογικά δεδομένα τα οποία στη συνέχεια θα επεξεργαστούν/αναλύσουν ώστε να παραχθούν αποτελέσματα με νόημα και αξία.

2.3. Παραδοτέα του Προγράμματος

Με την ολοκλήρωση του πρόγραμμα αναμένεται να προκύψουν τα παρακάτω παραδοτέα

- Μετεωρολογικός σταθμός τοποθετημένος στον χώρο του ΠΣΠΘ, βασισμένος στον υπολογιστή μικρού μεγέθους Raspberry Pi που θα έχει τη δυνατότητα μέτρησης σε πραγματικό χρόνο 6 παραμέτρων καιρού
- Φορητοί (wearables) μετρητές θερμοκρασίας βασισμένοι στον μικροελεγκτή BBC micro:bit
- Ιστότοπος ανάρτησης σε πραγματικό χρόνο των μετεωρολογικών δεδομένων
- Ανοιχτό διδακτικό σενάριο διδασκαλίας και σχετικά φύλλα εργασίας υλοποίησης της δράσης με έμφαση στη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και άλλα σχολεία
- Ανοιχτά διδακτικά σενάρια και σχετικά φύλλα εργασίας για τα υπόλοιπα μαθήματα, με έμφαση στη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης τους από άλλα σχολεία
- Mini-blog για την παρουσίαση της πορείας του έργου
- Αποθετήριο του κώδικα (Python) του έργου στο GitHub
- Επιστημονικές παρουσιάσεις, Ενημερωτικά έντυπα, φυλλάδια, αφίσες για την προβολή των αποτελεσμάτων του προγράμματος
- Ενημερωτικές εκδηλώσεις παρουσίασης και διάχυσης του προγράμματος

3. Οφέλη, Επόμενα Βήματα

Μέσα από την εμπλοκή τους στο πρόγραμμα αυτό οι μαθητές θα εξοικειωθούν με την παρακολούθηση, την συστηματική καταγραφή και την μελέτη των καιρικών φαινομένων και του κλίματος καθώς και με την διερεύνηση και την μελέτη τις περιβαλλοντικές διαστάσεις και τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Επιπλέον θα γνωρίσουν σε βάθος και να αξιοποιήσουν ανοιχτές τεχνολογίες, εργαλεία και εξοπλισμό, θα μελετήσουν, θα προτείνουν και θα υλοποιήσουν επαναχρησιμοποιήσιμες, ανοιχτές και χαμηλού κόστους λύσεις που θα συμβάλλουν στην έγκαιρη ενημέρωση και προστασία απέναντι στα έντονα καιρικά φαινόμενα.

Τέλος θα συνεργαστούν τόσο με μέλη της ομάδας του σχολείου όσο και με μαθητές άλλων σχολείων στα πλαίσια υλοποίησης αντίστοιχων προγραμμάτων.

Στόχος για την επόμενη σχολική χρονιά είναι η δημιουργία και η υποστήριξη ενός δικτύου συνεργαζόμενων σχολείων τα οποία αφού θα κατασκευάσουν τους δικούς τους μετεωρολογικούς σταθμούς θα καταγράφουν και θα συνεισφέρουν συγκρίσιμα μετεωρολογικά δεδομένα από διαφορετικά γεωγραφικά σημεία του νομού Θεσσαλονίκης ή ακόμη και της Ελλάδας, δημιουργώντας ένα δίκτυο σχολικών μετεωρολογικών σταθμών.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε θερμά την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ Δρ. Κωνσταντία Τολίκα για την πολύτιμη επιστημονική καθοδήγηση και έμπρακτη υποστήριξη του προγράμματος μας.

Βιβλιογραφία

1. European Space Agency Climate Detectives Project (2021), Last visited 10/02/2021 <https://climatedetectives.esa.int/>
2. Καρατζίδης, Ε., Κουτλή, Π., Κουτσάκας, Φ., (2019). Τα ρομπότ στο μάτι του κυκλώνα: Οι μαθητές εργαλειοποιούν τη ρομποτική μηχανική και τη μετεωρολογία για την προστασία των ελληνικών νησιών από την κλιματική αλλαγή, Πρακτικά Εργασιών 5ου Διεθνούς Συνεδρίου, για την Προώθηση της

- Εκπαιδευτικής Καινοτομίας, Λάρισα 11-13 Οκτωβρίου 2019. ISSN: 2529-1580, SET: 978-618-84206-5-6, ISBN: 978-618-84206-8-7 (τόμος B) 465-472. Διαθέσιμο στο https://isbn.nlg.gr/index.php?lvl=author_see&id=109741.
3. Ψυχάρης, Σ., Καλοβρέκτης, Κ., (2017), Διδακτική και σχεδιασμός εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ, Τζιόλας, Θεσσαλονίκη
 4. <https://www.raspberrypi.org/blog/build-your-own-weather-station/> | Build your own weather station
 5. <https://www.bc-robotics.com/tutorials/raspberry-pi-weather-station-part-1/> | Raspberry pi Weather Station
 6. <https://thingspeak.com/channels/1010145> | Παρουσίαση των μετεωρολογικών δεδομένων
 7. <https://github.com/fkoutsakas/climate-detectives-pspth> | Κώδικας Python του μετεωρολογικού σταθμού
 8. <https://okiriostonipologiston.blogspot.com/2020/10/raspberry-pi-python.html> | Ανοιχτό Διδακτικό Σενάριο «Εκπαιδευτική Ρομποτική και Μετεωρολογία με Raspberry Pi και Python»
 9. <https://microbit.org> | Επίσημος ιστότοπος του BBC micro:bit
 10. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/microclimate-kit-experiment-guide/experiment-1-reading-the-temperature-humidity-and-pressure> | Data Sheet για τον αισθητήρα BME280