



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΔΙΠΜΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ STEM

**Αξιοποίηση του Arduino για τη μελέτη της παραγωγής μελιού
συναρτήσσει της θερμοκρασίας**

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Αθανάσιος Κόλλιας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: κ. Σαράντος Ψυχάρης

Λαμία 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

SCHOOL OF SCIENCE
INFORMATICS AND TELECOMMUNICATIONS
DEPARTMENT



SCHOOL OF PEDAGOGICAL AND
TECHNOLOGICAL EDUCATION

Master of Science in Educational Applications with STEM Epistemology

UTILIZATION OF ARDUINO TO STUDY HONEY PRODUCTION AS A FUNCTION OF TEMPERATURE

Athanasios Kollias

Master thesis

Dr. Sarantos Psicharis

Lamia 2025

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.

2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφική. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσιάσή τους ως δική μου εργασία.

3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια

4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 20.6.2025

Ο-Η Διπλ.

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

*Αφιερώνω αυτή τη διπλωματική
εργασία στη σύζυγο μου Ελένη,
στις κόρες μας Κατερίνα, Μαριέττα,
Εμμέλεια, Ιουλίττα, Φιλοθέη και
στη μπέμπα που έρχεται.*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σαράντο Ψυχάρη για όλα όσα μου προσέφερε και κυρίως για την άψογη συνεργασία και τις συμβουλές του για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Ταυτόχρονα, θέλω να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος για τις γνώσεις και την επιστημονική κατάρτιση που μας παρείχαν. Ήταν μεγάλη μου τιμή που συνεργάστηκα μαζί τους όλο αυτό το διάστημα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μελισσοκόμους Ελευθερία Νόνα, Παναγιώτη Λαγογιάννη και Τάσο Τσάκο, για την παραχώρηση των κυψελών τους όλο αυτό το διάστημα που χρειάστηκε να δοκιμάσω πιλοτικά τη μελισσοκομική κατασκευή και να αντλήσω στοιχεία και μετρήσεις από τον χώρο του μελισσοκομείου.

Τέλος, αισθάνομαι ιδιαίτερη ανάγκη να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου Ελένη και τις κόρες μας, για την κατανόηση, την υποστήριξη και την ενθάρρυνση που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Περίληψη

Η μελισσοκομία αποτελεί μια ενδιαφέρουσα ασχολία και ταυτόχρονα επαγγελματική απασχόληση, η οποία έχει να κάνει με ζωντανούς οργανισμούς που παράγουν πολύτιμα προϊόντα για τον άνθρωπο, όπως μέλι, γύρη, κερί, βασιλικό πολτό και πρόπολη. Συγχρόνως, αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα και ένα βασικό πρόβλημα που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας μελισσοκόμος είναι να επιλέξει το κατάλληλο μέρος για τη μέγιστη δυνατή παραγωγή μελιού. Συνήθως, το κατάλληλο μέρος για ένα μελισσοκομείο είναι αυτό που έχει αρκετή υγρασία και φυσιολογική θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας, στοιχεία που διευκολύνουν τις μέλισσες να παράγουν περισσότερο μέλι. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για την παρούσα εργασία που αφορά την κατασκευή της μελισσοκομικής κατασκευής, η συνδρομή του STEM κρίνεται απαραίτητη, καθώς η φύση του συνδυάζει τη διεπιστημονική προσέγγιση και καθιστά εφικτή τη λύση υπαρκτών προβλημάτων. Έτσι, κατασκευάστηκε μελισσοκομική ζυγαριά, η οποία παρέχει τη δυνατότητα να μετράει ανά 30 λεπτά την υγρασία, τη θερμοκρασία, το συνολικό βάρος της κυψέλης, την φωτεινότητα και να αποστέλλει τις μετρήσεις αυτές σε μια βάση δεδομένων προς αξιολόγηση από τον μελισσοκόμο. Ταυτόχρονα, η χρήση εκπαιδευτικής εφαρμογής καθιστά δυνατή την άντληση δεδομένων από τη βάση και την απεικόνισή τους σε γραφικές παραστάσεις, η οποία συνδράμει στην εξαγωγή άμεσων αποτελεσμάτων. Εν κατακλείδι, ο μελισσοκόμος με τη βοήθεια της συγκεκριμένης μελισσοκομικής κατασκευής, δύναται να αποφασίσει άμεσα και αποτελεσματικά για την καταλληλότητα του χώρου που έχει επιλέξει για το μελισσοκομείο του.

Abstract

Beekeeping is an interesting activity and, at the same time, a professional occupation that involves living organisms producing valuable products for humans, such as honey, pollen, wax, royal jelly, and propolis. At the same time, it is a challenging endeavor, and one of the main problems a beekeeper may face is selecting the appropriate location for the highest possible honey production.

Usually, the ideal place for an apiary is one with adequate humidity and a normal daytime temperature—conditions that help bees produce more honey. In this specific case, for the present project concerning the construction of a beekeeping device, the contribution of **STEM** is considered essential, as its interdisciplinary nature combines the collaboration of various sciences and enables the solving of real-life problems.

Thus, a **beekeeping scale** was developed, which can measure every 30 minutes the humidity, temperature, total hive weight, and brightness, and transmit this data to a database for evaluation by the beekeeper. At the same time, the use of an **educational application** enables the extraction of data from the database and their visualization in graphs, which supports the generation of immediate results.

In conclusion, with the help of this beekeeping device, the beekeeper can quickly and effectively decide on the suitability of the location chosen for the apiary.

Περιεχόμενα:	Σελίδα
Εισαγωγή.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
1.1 Η δύναμη του STEM στην Εκπαίδευση.....	12
1.1.1 Οφέλη για τους μαθητές.....	13
1.2 Ο ρόλος των Big Data.....	13
1.3 Οπτικοποίηση δεδομένων με την χρήση γραφικών παραστάσεων.....	15
1.4 Από τη Θεωρία στην Πράξη: STEM και Big Data Μέσα από Γραφικές Παραστάσεις...17	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
2.1 Τι είναι το Arduino και γιατί αξίζει να το γνωρίσουμε.....	18
2.1.1 Πλεονεκτήματα.....	18
2.1.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	19
2.2 ThingSpeak ένα εργαλείο διαχείρισης δεδομένων.....	19
2.3 Δημιουργία εφαρμογών με το το App Inventor χωρίς χρήση κώδικα.....	19
2.4 Η λειτουργία της Μελισσοκομικής κατασκευής	20
2.4.1 Κύκλωμα - Συνδεσμολογία.....	21
2.4.2 Κύκλωμα - Περιγραφή.....	21
2.4.3 Κατασκευή - Περιγραφή.....	21
2.5 ThingSpeak - Προγραμματισμός.....	24
2.6 Ρύθμιση αισθητήρα βάρους.....	29
2.6.1 Βαθμονόμηση - “Καλιμπράρισμα”.....	30
2.7 Κώδικας κυρίως προγράμματος.....	32
2.7.1 Εξήγηση του προγράμματος.....	32
2.8 App Inventor - Προγραμματισμός.....	38
2.9 ThingSpeak και Γραφικές παραστάσεις	46

2.9.1 Μετρήσεις - Σφάλματα	47
----------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 Αποτελέσματα - Συμπεράσματα.....	50
--------------------------------------	----

3.2 Μελλοντικές προτάσεις.....	51
--------------------------------	----

Βιβλιογραφία.....	53
-------------------	----

Παράρτημα 1

Κώδικας ρύθμισης αισθητήρα βάρους.....	60
--	----

Παράρτημα 2

Κώδικας κυρίως προγράμματος.....	61
----------------------------------	----

Παράρτημα 3

App Inventor - Προγραμματισμός.....	66
-------------------------------------	----

Ευρετήριο εικόνων, πινάκων, κυκλωμάτων	Σελίδα
Πίνακας 2.4.1 Διαδρομή δεδομένων.....	20
Κύκλωμα 2.4.1.1 Κύκλωμα Arduino με το GPRS και τους αισθητήρες.....	21
Σχέδιο 2.4.3.1 Σχέδιο της βάσης της κατασκευής.....	22
Εικόνα 2.4.3.2 Εικόνα κατασκευής.....	22
Εικόνα 2.4.3.3 Εικόνα κατασκευής.....	23
Εικόνα 2.4.3.4 Εικόνα κατασκευής.....	23
Εικόνα 2.4.3.5 Εικόνα κατασκευής με την κυψέλη.....	23
Εικόνα 2.5.1 Αρχική σελίδα του ThingSpeak.....	24
Εικόνα 2.5.2 Είσοδος στο πρόγραμμα του ThingSpeak.....	25
Εικόνα 2.5.3 Δημιουργία καναλιού στο ThingSpeak.....	25
Εικόνα 2.5.4 Ενεργοποίηση των Fields για κάθε ένα αισθητήρα.....	26
Εικόνα 2.5.5 Αποτελέσματα σε γραφήματα μέσω των Fields.....	27
Εικόνα 2.5.6 Αποτελέσματα σε γραφήματα μέσω των Fields.....	27
Εικόνα 2.5.7 Παρατήρηση των API Key.....	28
Εικόνα 2.5.8 API Key read & write κώδικα.....	29
Εικόνα 2.6.1 Εγκατάσταση βιβλιοθήκης για τον αισθητήρα HX711.....	30
Εικόνα 2.6.2 Αποτελέσματα ρυθμίσεων αισθητήρα βάρους.....	32
Διάγραμμα 2.9.1 Αποτελέσματα ThingSpeak	47
Διάγραμμα 2.9.1.1 Μετρήσεις αισθητήρα θερμοκρασίας 9 ημερών	48
Διάγραμμα 2.9.1.2 Μετρήσεις αισθητήρα υγρασίας 9 ημερών.....	48
Διάγραμμα 2.9.1.3 Μετρήσεις αισθητήρα φωτεινότητας 9 ημερών	49
Διάγραμμα 2.9.1.4 Μετρήσεις αισθητήρα βάρους 9 ημερών	49
Διάγραμμα 2.9.1.5 Εντοπισμός σφάλματος μέτρησης	50

Εισαγωγή

Οι μέλισσες αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του οικοσυστήματος, καθώς προσφέρουν πολύτιμα προϊόντα για τον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ παράλληλα συνεισφέρουν στη γονιμοποίηση των φυτών στη φύση. Η διαδρομή που διανύουν από ανθό σε ανθό διευκολύνει την παραγωγή καρπών και σπόρων, και ως εκ τούτου προκύπτουν διαφορετικές ποικιλίες φυτών σε δάση, λιβάδια και καλλιέργειες (Abou-Shaara et al., 2017).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα εξεταστεί η υλοποίηση μελισσοκομικής κατασκευής, που διευκολύνει την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας των κυψελών από τον μελισσοκόμο, με στόχο τη μέγιστη δυνατή παραγωγή μελιού, βάσει της θερμοκρασίας και της υγρασίας του περιβάλλοντος.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, επιχειρείται μελισσοκομική κατασκευή, η οποία με τους κατάλληλους αισθητήρες θα αντλεί μετρήσεις από τις οποίες θα προκύπτουν πολύτιμες πληροφορίες.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στα οφέλη του STEM στην εκπαίδευση, στην προσφορά των Big Data, στα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις γραφικές παραστάσεις μέσω των Big Data και στην εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από αυτή τη διαδικασία. Τέλος, διατυπώνονται επεξηγήσεις για το πως η συνεργασία όλων των παραπάνω, διευκολύνει συνολικά το συγκεκριμένο εγχείρημα της μελισσοκομικής κατασκευής.

Το δεύτερο κεφάλαιο, πραγματεύεται τα στάδια που ακολουθήθηκαν για την υλοποίηση της κατασκευής, την επεξήγηση του κώδικα για τον προγραμματισμό του Arduino και την επιλογή των κατάλληλων εκπαιδευτικών εργαλείων. Τα εκπαιδευτικά εργαλεία ψηφιακού χαρακτήρα έχουν επιφέρει ριζικές αλλαγές στην εκπαίδευση, καθώς διευκολύνουν την παροχή γνώσεων και πληροφοριών και πολλές φορές παίζουν τον ρόλο του μέντορα και του αξιολογητή (Abid et al., 2022). Τα ψηφιακά εργαλεία, όπως διατυπώνουν οι Abid et al. (2022), έχουν μεταμορφώσει τη σχολική ζωή των μαθητών μέσα από ποικίλες διευκολύνσεις, εκσυγχρονιστικές μεθόδους, καθώς και την ταυτόχρονη αύξηση του ενδιαφέροντος προς τις ερευνητικές διαδικασίες.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, επιχειρείται η εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από τα ευρήματα των μετρήσεων και μέσα από τα ευρήματα που απορρέουν από τη συνδρομή των γραφικών παραστάσεων. Επίσης, διατυπώνονται προτάσεις για τρόπους βελτίωσης και επέκτασης της

παρούσας μελισσοκομικής κατασκευής, καθώς και ιδέες για μελλοντικές εκπαιδευτικές έρευνες που θα μπορούσαν να προκύψουν.

Κεφάλαιο Πρώτο

1.1 Η δύναμη του STEM στην Εκπαίδευση

Το STEM αποτελεί δημοφιλές ακρωνύμιο που συναντάται ευρέως και αναφέρεται στους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών, εξακολουθώντας να μην ορίζεται με σαφήνεια και απουσιάζοντας η συναίνεση στην εκπαιδευτική κοινότητα (Srikoom, 2018).

Η εκπαίδευση και η κατάρτιση STEM αναπτύσσει σχέσεις μεταξύ των τεσσάρων τομέων (επιστήμης) με άμεσο στόχο να διευρύνει τις δεξιότητες των ανθρώπων, να προάγει την τεχνική και την επιστημονική εκπαίδευση και κυρίως να καλλιεργήσει την κριτική και δημιουργική σκέψη. Η υλοποίηση της προσέγγισης αυτής είναι απαραίτητη και θα ήταν χρήσιμο να εφαρμοστεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης με στόχο να δημιουργήσει διαφορετικούς τύπους διανοούμενων ανθρώπων (Gitta, 2016).

Η εκπαίδευση STEM εμπερικλείει τους τέσσερις ξεχωριστούς τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών ως μια ενότητα, η οποία επιχειρείται να αποτελέσει μια οντότητα National Research Council. (2014). Στην ουσία, οι επαγγελματίες που διαθέτουν εκπαίδευση και κατάρτιση πάνω στο STEM, το προσεγγίζουν ενσωματωμένα και με μειωμένες πιθανότητες να το κατακερματίσουν, όπως αυτό συναντάται στα μαθήματα της φυσικής, της χημείας, των μαθηματικών ή της αγγλικής γλώσσας στη σχολική καθημερινότητα (Breiner et al., 2012).

Επιπλέον, η εκπαίδευση STEM αποτελεί μια διδακτική προσέγγιση, η οποία περιλαμβάνει την αποτελεσματική λύση ενός προβλήματος που ανήκει στον πραγματικό κόσμο, την αποσαφήνιση εννοιών, καθώς και τη δημιουργία ενός αντικειμένου σε κάθε στάδιο, με τη συνδρομή και την εφαρμογή των γνώσεων και των δεξιοτήτων που προσφέρουν οι διαφορετικοί τομείς του STEM (Kamini, 2023).

Το STEM ολόένα και περισσότερο ακολουθεί τη διεπιστημονική πορεία στα πλαίσια της διδασκαλίας και της μάθησης στο σχολικό περιβάλλον (Tytler et al., 2020). Οι τελευταίες έρευνες υποστηρίζουν την αναγκαιότητα συμπερίληψης υπηρεσιών με συμβουλευτικό χαρακτήρα, κατάρτισης που σχετίζεται με το STEM, για την προαγωγή ενός περιβάλλοντος

μάθησης με υποστηρικτικό χαρακτήρα Ouyang & Xu (2024). Η συσχέτιση ανάμεσα στην φροντίδα της ψυχικής υγείας και στη βελτίωση της απόδοσης στους τομείς του STEM σε ακαδημαϊκό επίπεδο, έχει θετικό πρόσημο. Η παρουσία συμβουλευτικών υπηρεσιών προσφέρει στους μαθητές ασφάλεια και ηρεμία, προάγοντας θετική στάση στις προκλήσεις της μαθησιακής διαδικασίας.

Ταυτόχρονα, η βιβλιογραφία επισημαίνει την αναγκαιότητα για διεπιστημονική προσέγγιση και για πρακτικές, μέσα από προγράμματα καθοδήγησης και συμβουλευτικής, προκειμένου η εκπαίδευση να ανταποκριθεί στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών. Με αυτόν τον τρόπο, η πρόοδος δεν περιορίζεται μόνο στα ακαδημαϊκά πλαίσια αλλά συγχρόνως επιτυγχάνεται σε προσωπικό και επαγγελματικό επίπεδο (Olusola et al., 2024).

1.1.1 Οφέλη για τους μαθητές

Διαφορετικές μελέτες φανερώνουν, πως η εκπαίδευση STEM προάγει τις γνώσεις των μαθητών με θέματα που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEM και ειδικότερα με θέματα που αφορούν την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (Sungur et al., 2023).

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σχετική με το STEM, προέκυψε πως, η ενασχόληση των μαθητών με σχετικές δραστηριότητες, καλλιεργεί δεξιότητες που διαθέτουν ως βάση διάφορα έργα (Setiawaty et al., 2017).

Τέλος, η εκπαίδευση STEM εμφανίζει καθολικό χαρακτήρα. Αυτό σημαίνει, ότι εστιάζει στην καλλιέργεια ικανοτήτων και δεξιοτήτων που σχετίζονται με την κριτική και δημιουργική σκέψη, με την επίλυση προβλημάτων, με τον γραμματισμό και τη συλλογική εργασία. Οι δεξιότητες αυτές που αναμένεται να αποκτηθούν από την εκπαίδευση STEM, οδηγούν τους μαθητές στην αναλυτική σκέψη στους κλάδους της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών. Μέσα από αυτή τη διαδικασία προάγεται η δημιουργικότητα και η παραγωγικότητα, και βελτιώνονται οι ακαδημαϊκές επιδόσεις κυρίως στον τομέα της επιστήμης (Honey et al., 2014).

1.2 Ο ρόλος των Big Data

Με τον όρο Big Data εννοούμε ένα πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων, αρκετά περίπλοκο, που καθιστά αδύνατη την ανάλυση τους με τις παραδοσιακές μεθόδους επεξεργασίας.

Συγκεκριμένα η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει δώσει τη δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλου όγκου δεδομένων, γεγονός που στο παρελθόν ήταν αδύνατο (McGuire et al., 2012).

Ακόμη, με τη συνδρομή των Big Data μπορεί να μεταμορφωθεί ολόκληρη η επιχειρηματική δραστηριότητα. Τα Big Data αποτελούν ανταγωνιστικό εργαλείο για οργανισμούς και επιχειρήσεις, παρέχοντας τη δυνατότητα να προσδιορίσουν το ρόλο τους στην επίτευξη ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων (Bhadani & Kotkar, 2015). Συγκεκριμένα, προσφέρεται η ευκαιρία σε μια εταιρεία να λαμβάνει έγκαιρες αποφάσεις με βάση την ανάπτυξή της, τις πωλήσεις της και με στόχο την επιβίωση της (Wamba et al., 2015). Συνοψίζοντας, μια επιχείρηση δε μπορεί να αγνοήσει τη συνδρομή των Big Data, καθώς οι δυνατότητές τους τα μεταμορφώνουν σε ένα ισχυρό και ανταγωνιστικό όπλο.

Επιπλέον, τα Big Data παρουσιάζουν κάποια χαρακτηριστικά που συγκεντρώνονται στα εξής: volume (όγκος), velocity (ταχύτητα), variety(ποικιλία), veracity (ακρίβεια) και value (αξία).

Ειδικότερα, Volume είναι ο τεράστιος όγκος σε Terabytes, petabyte ή και exabyte δεδομένων. Βέβαια, η έννοια του μεγάλου όγκου είναι υποκειμενική, για το λόγο ότι ο όγκος των δεδομένων συνεχώς αυξάνεται (Gandomi & Haider, 2015). Τα δεδομένα αυτά μπορούν να είναι σε δομημένη μορφή ή και σε μη δομημένη μορφή. Το θέμα είναι να μπορεί να υπάρχει η ικανότητα σωστής αναζήτησης, συγκέντρωσης και διασταύρωσης μεγάλων συνόλων δεδομένων, ώστε να γίνεται και η σωστή διαχείριση (Boyd & Crawford, 2012).

Ενώ, Velocity είναι τα δεδομένα που παράγονται και μεταφέρονται με τεράστια ταχύτητα σε πραγματικό χρόνο. Στον πραγματικό χρόνο το πλεονέκτημα είναι, πως οι πληροφορίες που προκύπτουν συνδράμουν στην εξαγωγή κάποιου αποτελέσματος. Από την άλλη πλευρά, όμως, στη μεγάλη ταχύτητα είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται επαλήθευση και επεξεργασία των δεδομένων, με στόχο να κατοχυρώνεται η ασφάλεια των αποτελεσμάτων.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό των Big Data ονομάζεται Variety, δηλαδή η ποικιλία που εμφανίζεται στις διάφορες μορφές συλλογής δεδομένων, όπως εικόνες, βίντεο, ήχος, κείμενα και αισθητήρες. Από την ποικιλία των δεδομένων αυτών προκύπτουν τα δομημένα και τα μη δομημένα δεδομένα. Τα δομημένα δεδομένα είναι καλά οργανωμένα αρχεία που μας είναι εύκολο να επεξεργαστούμε, ενώ τα μη δομημένα είναι αρχεία διαφόρων τύπων που δυσκολεύουν αρκετά την ταξινόμηση και την επεξεργασία των δεδομένων αυτών (Pokorný et al., 2015), (Gandomi & Haider, 2015). Για αυτό το λόγο, πρώτα γίνεται επεξεργασία των

διαφορετικών μορφών δεδομένων και εν συνεχεία ακολουθεί η ενσωμάτωση σε ένα ολοκληρωμένο και εύκολα προσβάσιμο πόρο.

Από την άλλη, ο όρος Veracity αναφέρεται στην ακρίβεια και στην αξιοπιστία των δεδομένων που συλλέγονται. Προκειμένου να διασφαλιστεί η εγγυημένη ποιότητα θα πρέπει, πρωτίστως, να αξιολογηθεί η αξιοπιστία και η ορθότητά των δεδομένων. Για παράδειγμα, αν τα δεδομένα παρουσιάζουν θόρυβο τη στιγμή που εισάγονται, θεωρούνται ασαφή ή ελλιπή. Το γεγονός αυτό, έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζει άμεσα την ακρίβεια της διαδικασίας της ανάλυσης και ταυτόχρονα να τη μειώνει.

Συγχρόνως, καθοριστική σημασία στα Big Data παίζει και η αξία (value), η οποία προκύπτει από τα δεδομένα. Είναι σημαντικό τα Big Data να μπορούν να αξιοποιηθούν με κατάλληλο τρόπο, ώστε από τα δεδομένα να απορρέουν πληροφορίες και γνώσεις, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναλόγως.

Ταυτόχρονα, η χρήση των Big Data και της βάσης δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε πολλαπλά συμπεράσματα στα πλαίσια μιας επιστημονικής έρευνας και στη λήψη κατάλληλων αποφάσεων από τη συλλογή των ευρημάτων (Ifenthaler, & Yau, 2020). Οι μέθοδοι που υπάρχουν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άμεσα και αξιόπιστα αποτελέσματα ποικίλλουν. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω:

- Exploratory data analysis – EDA. Μέσα από τη μέθοδο αυτή προκύπτουν διάφορα στατιστικά διαγράμματα και συσχετίσεις και εξάγονται διάφορα συμπεράσματα.
- Statistical Modeling. Με αυτήν τη μέθοδο εισάγονται τα δεδομένα στα στατιστικά προγράμματα και μέσα από διάφορες μεταβλητές εξάγονται κάποια ασφαλή συμπεράσματα, όπως για παράδειγμα t-test, ANOVA κ.λ.π.
- Visual analytics. Η μέθοδος αυτή μετατρέπει σύνθετα δεδομένα σε διαγράμματα, χάρτες, γραφήματα για καλύτερη και γρηγορότερη κατανόηση των ευρημάτων.

1.3 Οπτικοποίηση δεδομένων με την χρήση γραφικών παραστάσεων

Η οπτικοποίηση δεδομένων αποτελεί επιστημονικό κλάδο, ο οποίος αναπαριστά τα διάφορα δεδομένα μέσα από την χρήση οπτικών αναπαραστάσεων. Οι αναπαραστάσεις αυτές, μπορεί να είναι γραφήματα ή διαγράμματα και άλλα παρόμοια και εξυπηρετούν διαφορετικές

καταστάσεις, ανάλογα με το θέμα που προσεγγίζεται και τους στόχους που έχουν τεθεί (Chang et al., 2024).

Η παρουσία της οπτικοποίησης δεδομένων στα πλαίσια ενός μαθησιακού περιβάλλοντος, εμφανίζεται συχνότερα σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια και για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευσή της Ware, C. (2021). Η εκπαίδευση στην οπτικοποίηση των δεδομένων ή αλλιώς οπτική αναπαράσταση δεδομένων, συνεχώς εξελίσσεται και παράλληλα εξαπλώνεται σε περιβάλλοντα εργασίας, καθώς και σε διαφορετικές πτυχές της τρέχουσας πραγματικότητας (Bach et al., 2024). Στο πλαίσιο αυτό, η εκπαίδευση, η υποστήριξη και η ενδυνάμωση των μαθητών γύρω από θέματα οπτικοποίησης δεδομένων, θα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στο σχολικό συγκείμενο (Bach et al., 2024).

Η οπτικοποίηση δεδομένων αποτελεί μία ιδιάζουσα περίπτωση της επιστήμης, με ποικίλες μορφές και δυναμική φύση ταυτόχρονα (Bach et al., 2024). Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή εκπαίδευσή της, αποτελεί η παρουσία μιας αλληλουχίας, αλληλένδετων προκλήσεων και ταυτόχρονα σχετικών πρακτικών (Bach et al., 2024).

Μέσα από σχετική έρευνα για την εκπαίδευση, διαπιστώθηκε ο θετικός αντίκτυπος της οπτικοποίησης δεδομένων, αναφορικά με τον τρόπο που κατανοεί ένας μαθητής και τον τρόπο που προσεγγίζει τη γνώση (Yarbrough, 2019). Ο Yarbrough (2019) συνεχίζει, ότι η κατανόηση πολύπλοκων προτύπων, η βελτίωση της κατανόησης και της μάθησης αντίστοιχα, επιτυγχάνεται καλύτερα μέσω των οπτικών αναπαραστάσεων, σε σχέση με την προσέγγιση της γνώσης μέσα από ένα καθαρό και στείρο κείμενο.

Σε αντίστοιχη έρευνα, που πραγματοποιήθηκε σε φοιτητές μηχανικής στο Στάνφορντ σχετικά με την οπτικοποίηση δεδομένων, τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν εξίσου θετικά. Συγκεκριμένα, οι φοιτητές μπόρεσαν να λάβουν πιο εύκολα και άμεσα αποφάσεις, όταν στις παρουσιάσεις χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία οπτικοποίησης των δεδομένων. Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε μετά από την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, κατά την οποία φάνηκε πως οι οπτικές αναπαραστάσεις διευκόλυναν με τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο την κατανόηση και τη μάθηση των φοιτητών (Garner & Alley, 2013).

Στο πανεπιστήμιο του Cornell διαφάνηκε για άλλη μια φορά η ισχύς της οπτικοποίησης των δεδομένων. Ειδικότερα, ένας επιστημονικός ισχυρισμός όταν παρουσιάστηκε με τη συνοδεία ενός απλού γραφήματος έγινε πιο πιστευτός, ενώ όταν παρουσιάστηκε μόνο με λόγια ή αριθμούς τα αποτελέσματα δεν ήταν εξίσου ικανοποιητικά (Levie & Lentz, 1982).

Ταυτόχρονα, αξίζει να αναφερθεί η μελέτη που πραγματοποιήθηκε για να μελετήσει τις

δυσκολίες που μπορεί ένας μαθητής να συναντήσει κατά την χρήση οπτικοποίησης δεδομένων (Chang et al., 2024). Οι μαθητές κατάφεραν να επιδείξουν ευελιξία και προσαρμοστικότητα, καθώς και να υπερπηδήσουν με μεγαλύτερη ευκολία τα εμπόδια που τους παρουσιάστηκαν. Οι Chang et al. (2024) επεσήμαναν, ότι οι μαθητές στην πλειοψηφία τους δημιούργησαν ή χρησιμοποίησαν ήδη υπάρχουσες στρατηγικές, για την αντιμετώπιση των δυσκολιών τους σε οποιονδήποτε τομέα της διαδικασίας.

Συνοψίζοντας, η οπτικοποίηση των δεδομένων στο μαθησιακό περιβάλλον, όπως προκύπτει από τις διάφορες μελέτες, αποτελεί μια ευέλικτη διαδικασία κατά την οποία η μάθηση διαμορφώνεται με εύστοχο και κατάλληλο τρόπο. Η ακαδημαϊκή επίδοση βελτιώνεται και η πρόοδος διευκολύνεται, μέσω των πρακτικών των οπτικών αναπαραστάσεων, καθώς και με τον ταυτόχρονο χειρισμό των δεδομένων, μέσα από μια νέα φιλοσοφία και προσέγγιση (Zotov et al., 2021).

1.4 Από τη Θεωρία στην Πράξη: STEM και Big Data Μέσα από Γραφικές Παραστάσεις

Ο λόγος που γίνεται αναφορά στο STEM, στα Big Data, και στις γραφικές παραστάσεις, είναι γιατί οι ιδιότητες όλων αυτών θα χρησιμοποιηθούν με κατάλληλο τρόπο, για την κατασκευή του μηχανισμού μέτρησης. Ο μηχανισμός αυτός θα μετράει τα κιλά σε μέλι, που παράγονται από ένα μελίσσι, σε σχέση με τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος. Η διαδικασία αυτή “απαιτεί” τη συνδρομή της μηχανικής, της πληροφορικής και των επιστημών γενικά, η οποία θα οδηγήσει στη δημιουργία της μελισσοκομικής κατασκευής και στον κατάλληλο προγραμματισμό του Controller.

Η συλλογή των μετρήσεων θα πραγματοποιείται κάθε τριάντα λεπτά και τα δεδομένα θα αποστέλλονται μέσω GPRS σε μια βάση δεδομένων ThingSpeak. Στη βάση αυτή θα αποθηκεύονται και με αυτό τον τρόπο θα δημιουργούνται τα Big Data. Στην περίπτωση που τα δεδομένα θα είναι δύο-τριών ημερών θα μπορούν να είναι αναγνωρίσιμα ως νούμερα, ενώ στην περίπτωση που τα δεδομένα θα είναι εβδομάδων ή μηνών, θα είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν για την ανάγνωσή τους διαφορετικές μέθοδοι αξιολόγησης μετρήσεων.

Μια μέθοδος αξιολόγησης μετρήσεων αποτελούν και οι γραφικές παραστάσεις. Οι γραφικές παραστάσεις παρέχουν τη δυνατότητα να απεικονίζονται όλες οι μετρήσεις που έχουν συλλεχθεί. Με τη συνδρομή μιας γραφικής παράστασης μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την εκπόνηση της μελέτης που πραγματεύεται η παρούσα εργασία.

Το πρόγραμμα που θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία γραφικών παραστάσεων είναι το App Inventor. Με το App Inventor μπορούν να δημιουργηθούν γραφικές παραστάσεις, αντλώντας πληροφορίες μέσω του API Key από τη βάση δεδομένων που έχει δημιουργηθεί. Εν συνεχεία, μέσα από αυτή τη διαδικασία θα εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την έρευνα που πραγματοποιείται.

Κεφάλαιο Δεύτερο

2.1 Τι είναι το Arduino και γιατί αξίζει να το γνωρίσουμε

Το Arduino είναι μια μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα που αποτελείται από μικροελεγκτή, εισόδους και εξόδους, οι οποίες είναι είτε ψηφιακές είτε αναλογικές. Το Arduino προγραμματίζεται σε μία γλώσσα που βασίζεται στη C/C++ σε πολύ πιο απλοποιημένη μορφή και η εφαρμογή που χρησιμοποιείται είναι η Arduino IDE. Επίσης, για κάθε αισθητήρα που μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα Arduino υπάρχουν έτοιμες βιβλιοθήκες, οι οποίες μπορούν να εισαχθούν στον κώδικα, ανάλογα με τον αισθητήρα που είναι διαθέσιμος κάθε φορά.

Οι εκδόσεις που αφορούν το Arduino ποικίλλουν. Ενδεικτικά αναφέρονται, το Arduino uno και το Arduino mega, που είναι παρόμοια και η διαφορά τους έγκνυται στο ότι το Arduino mega διαθέτει περισσότερες εισόδους/εξόδους και μεγαλύτερη μνήμη. Επίσης, υπάρχει το Arduino Due και το Arduino bluetooth που περιλαμβάνουν, bluetooth ασύρματη επικοινωνία, καθώς και το Arduino ethernet που επιτρέπει τη σύνδεση στο διαδίκτυο.

2.1.1 Πλεονεκτήματα

Το Arduino αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο, το οποίο επιτρέπει με χαμηλό κόστος τη συλλογή πληροφοριών που σχετίζονται με τον φυσικό κόσμο. Παράλληλα, παρέχει τη δυνατότητα να συνδέονται περιφερειακοί αισθητήρες με τη συνδρομή των οποίων να λαμβάνονται μετρήσεις και πληροφορίες. Οι μετρήσεις αυτές και οι πληροφορίες που συλλέγονται οδηγούν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σε μια πιθανή έρευνα σχετική με τον φυσικό κόσμο .

Το κόστος αγοράς του Arduino και των αισθητήρων κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Τα λειτουργικά συστήματα που θα μπορεί να εγκατασταθεί το Arduino IDE είναι windows, Linux και Macintosh. Όσον αφορά το λογισμικό περιβάλλον του Arduino είναι ιδιαίτερα

φιλικό και εύχρηστο. Το Arduino παρέχει τη δυνατότητα ακόμα και σε έναν αρχάριο χρήστη να το χρησιμοποιήσει με ευκολία.

2.1.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί το Arduino uno που αποτελείται από έναν μικροελεγκτή Atmega 328, όπου είναι 8-bit BISC στα 16MHZ. Επίσης, έχει 2-13 ψηφιακούς ακροδέκτες εισόδους/εξόδους, 1-6 αναλογικούς ακροδέκτες εισόδους/εξόδους, σειριακή επικοινωνία Tx,Rx, ακροδέκτη 3,3V, και 5v για απλή τροφοδοσία περιφερειακών αισθητήρων. Τέλος, η σύνδεση με τον υπολογιστή γίνεται μέσω USB.

2.2 ThingSpeak εργαλείο διαχείρισης δεδομένων

Η πλατφόρμα ThingSpeak είναι μια εφαρμογή που επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων, μέσω μοντέλου καναλιών και την αποθήκευσή τους σε περιβάλλον cloud. Ταυτόχρονα παρέχει εργαλεία σε συνδυασμό με Matlab, που υποστηρίζουν την ανάλυση και την απεικόνιση δεδομένων. Η πλατφόρμα ThingSpeak είναι Open Source της mathworks και έχει τη δυνατότητα απεριόριστων συσκευών μέτρησης που τα μετατρέπει σε κανάλια. Ο αριθμός των καναλιών περιορίζεται ανάλογα με τα τιμολογιακά πακέτα. Η κάθε συσκευή έχει και το δικό της κανάλι, οπότε και το κάθε κανάλι ξεχωριστό dashboard.

Στο παράδειγμα που μας απασχολεί στην παρούσα εργασία, δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα ένα κανάλι στο οποίο αντιστοιχήθηκαν τέσσερις (4) αισθητήρες. Οι τιμές που καταγράφονται μπορούν να εμφανιστούν είτε ως γραφήματα, είτε ως τιμές.

2.3 Δημιουργία εφαρμογών με το το App Inventor χωρίς χρήση κώδικα

Το App Inventor είναι μια πλατφόρμα προγραμματισμού που υποστηρίζεται από το MIT (Massachusetts Institute of Technology) και έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από έναν αρχάριο χρήστη, χωρίς να είναι απαραίτητο να κατέχει βαθιές γνώσεις προγραμματισμού (Wolber et al., 2014).

Επιπρόσθετα, αποτελεί μια Web – based πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών Android με την οποία είναι εφικτός ο σχεδιασμός εφαρμογών χωρίς να είναι απαραίτητο να γραφτεί κάποιος κώδικας προγραμματισμού, παρά μόνο με τη σύνδεση και την παραμετροποίηση οπτικών

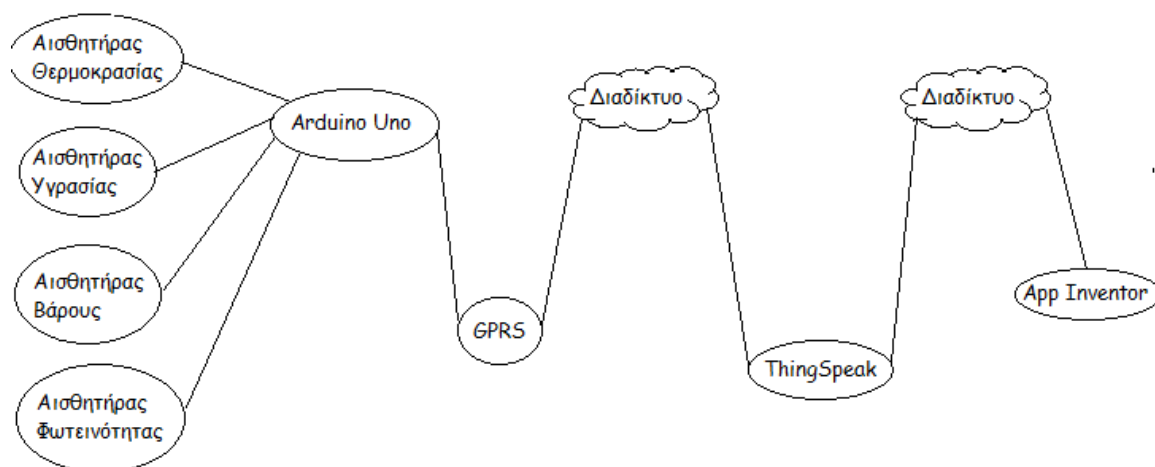
blocks. Το περιβάλλον που χρησιμοποιείται είναι τύπου “drag and drop”, το οποίο καθιστά δυνατό την ένωση εντολών από τον χρήστη, ως κομμάτια παζλ. Για την έναρξη, αρκεί να ανοίξει κανείς ένα Browser , ύστερα να κάνει είσοδο στο σύστημα με τους κωδικούς του Google account και κατόπιν να ξεκινήσει τον προγραμματισμό. Όλα τα προγράμματα που δημιουργούνται, αποθηκεύονται στο Google account του κάθε χρήστη.

Επίσης, με το App Inventor παρέχεται η δυνατότητα να δημιουργηθούν εφαρμογές εκμάθησης, εργαλεία, αριθμομηχανές, σημειωματάρια, QR readers, GPS, μικρόφωνο, κάμερα, γραφήματα, χρήση του web API Key, αναπαραγωγή ήχου ή Video, αποθήκευση αρχείων και πολλά άλλα.

2.4 Η λειτουργία της Μελισσοκομικής κατασκευής

Η διαδρομή που ακολουθούν τα δεδομένα προς τη βάση και ο τρόπος που απεικονίζονται στον τελικό χρήστη αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.4.1 Διαδρομή δεδομένων

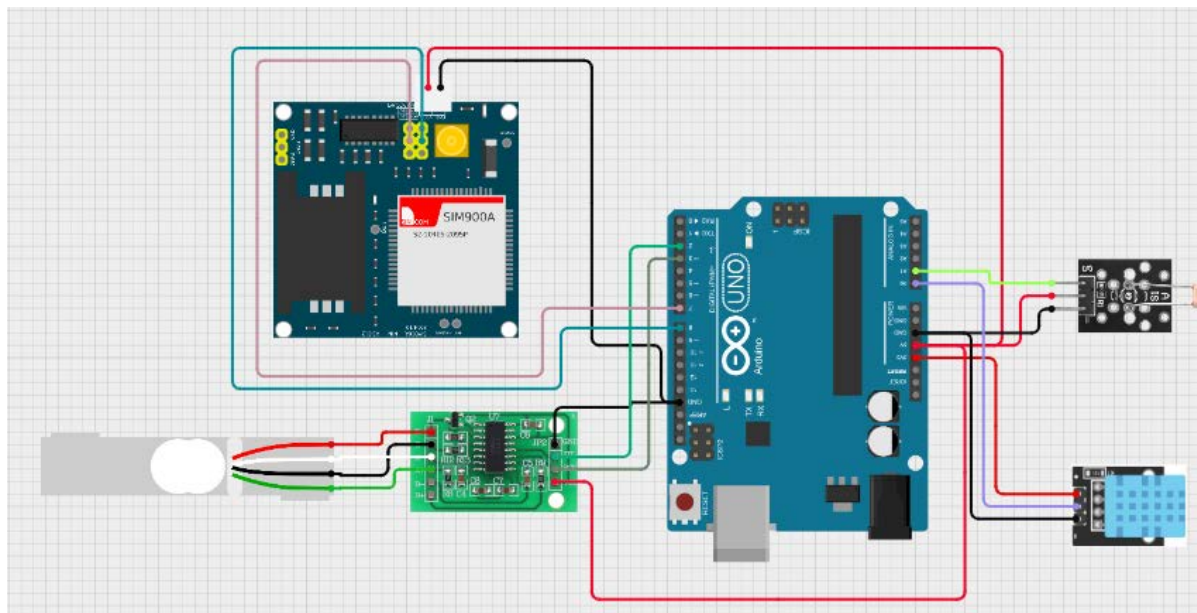


Οι αισθητήρες συνδέονται στις εισόδους του Arduino. Κατόπιν, πάνω στο Arduino συνδέεται ένα GPRS, ρόλος του οποίου είναι η αποστολή δεδομένων μέσω διαδικτύου στη βάση δεδομένων που είναι το ThingSpeak. Τέλος, μια εφαρμογή Android που θα δημιουργηθεί μέσω του προγράμματος App Inventor, θα παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης του γραφήματος μέσω κινητού τηλεφώνου, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Η άντληση των στοιχείων θα είναι εφικτή μέσω της βάσης του ThingSpeak.

2.4.1 Κύκλωμα - Συνδεσμολογία

Στο παρακάτω κύκλωμα (2.4.1.1) απεικονίζεται η συνδεσμολογία του Arduino με τους αισθητήρες, καθώς και οι είσοδοι στις οποίες οι αισθητήρες συνδέονται.

Κύκλωμα 2.4.1.1 Κύκλωμα Arduino με το GPRS και τους αισθητήρες



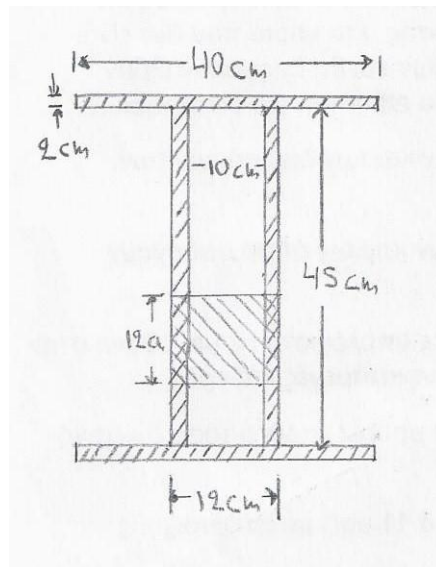
2.4.2 Κύκλωμα - Περιγραφή

Όπως παρατηρείται στο παραπάνω κύκλωμα, ο αισθητήρας υγρασίας και ο αισθητήρας θερμοκρασίας είναι συνδεδεμένοι με την αναλογική είσοδο A0, ο αισθητήρας φωτεινότητας είναι συνδεδεμένος με την αναλογική είσοδο A1 και ο αισθητήρας βάρους είναι συνδεδεμένος με τις ψηφιακές εισόδους 2 και 3. Τέλος, το GPRS, το οποίο αποστέλλει τα δεδομένα στη βάση ThingSpeak, είναι συνδεδεμένο με τις ψηφιακές εισόδους 7 και 8. Έτσι, δημιουργείται ένα κύκλωμα το οποίο συλλέγει δεδομένα.

2.4.3 Κατασκευή - Περιγραφή

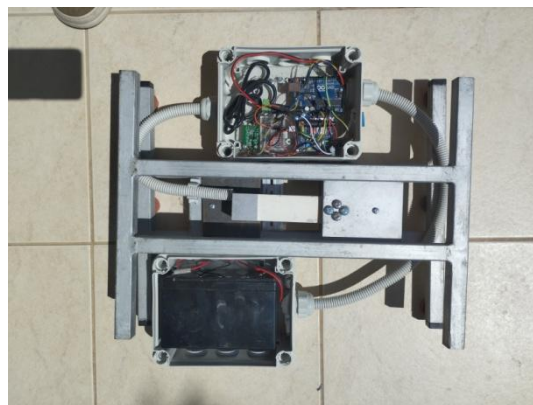
Η κατασκευή αποτελείται από δύο βάσεις που μεταξύ τους συνδέονται με τον αισθητήρα βάρους. Η διάσταση των βάσεων είναι 40cm X 45cm (Σχέδιο 2.4.3.1).

Σχέδιο 2.4.3.1 Σχέδιο της βάσης της κατασκευής

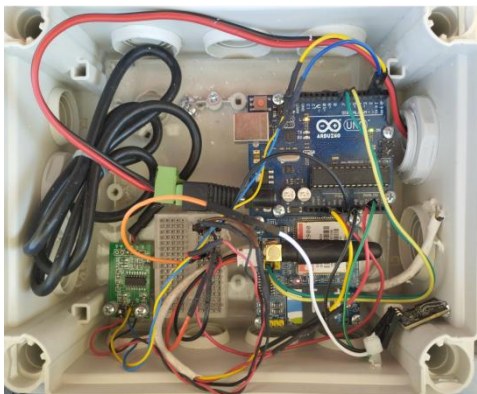


Η μία βάση ακουμπάει στο έδαφος και η άλλη βάση ακουμπάει στο κάτω μέρος της κυψέλης. Στη βάση που ακουμπάει στο έδαφος, από τη μία πλευρά τοποθετείται ένα στεγανό κουτί, το οποίο θα “φιλοξενήσει” το Arduino, το GPRS και τον ενισχυτή του αισθητήρα φορτίου. Σε ένα δεύτερο κουτί, από την άλλη πλευρά της βάσης, τοποθετείται η μπαταρία του κυκλώματος. Στη διασύνδεση μεταξύ των κουτιών και του αισθητήρα βάρους, επενδύονται τα καλώδια με πλαστικούς σωλήνες βαριού τύπου, για την αποφυγή καταστροφών από βανδαλισμούς ζώων. Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται στις Εικόνες 2.4.3.2 - 5.

Εικόνα 2.4.3.2 εικόνα κατασκευής



Εικόνα 2.4.3.3 εικόνα κατασκευής



Εικόνα 2.4.3.4 εικόνα κατασκευής



Εικόνα 2.4.3.5 εικόνα κατασκευής με την κυψέλη

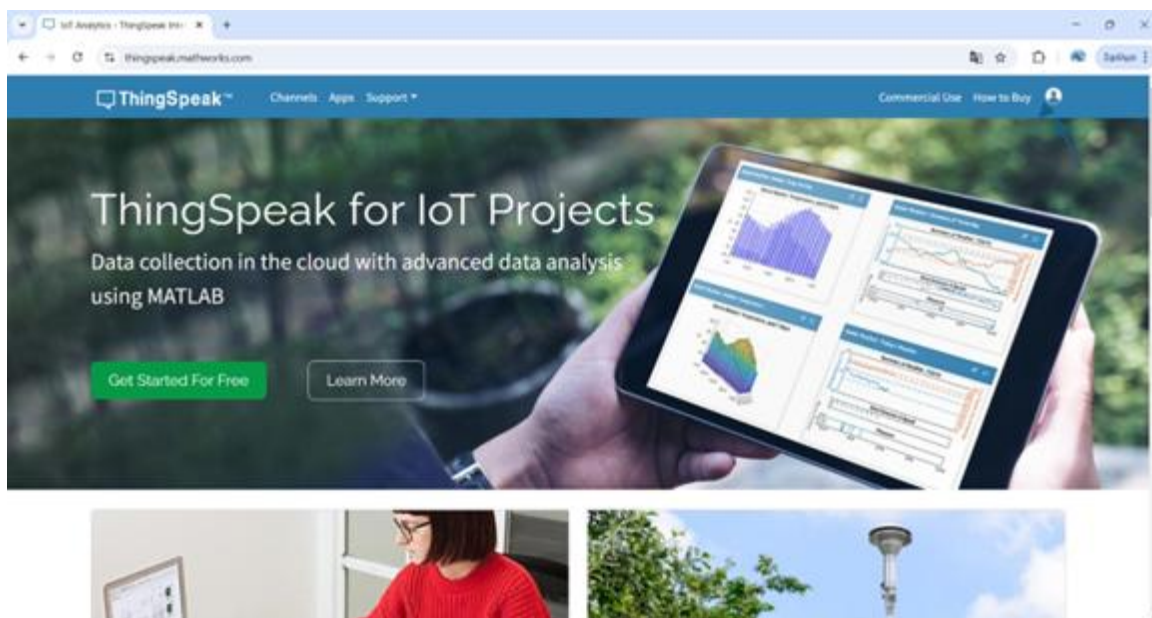


2.5 ThingSpeak - Προγραμματισμός

Το ThingSpeak είναι το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη και την αποθήκευση των δεδομένων που απέστειλε το Arduino. Οι ρυθμίσεις που είναι απαραίτητες να γίνουν αναλύονται παρακάτω:

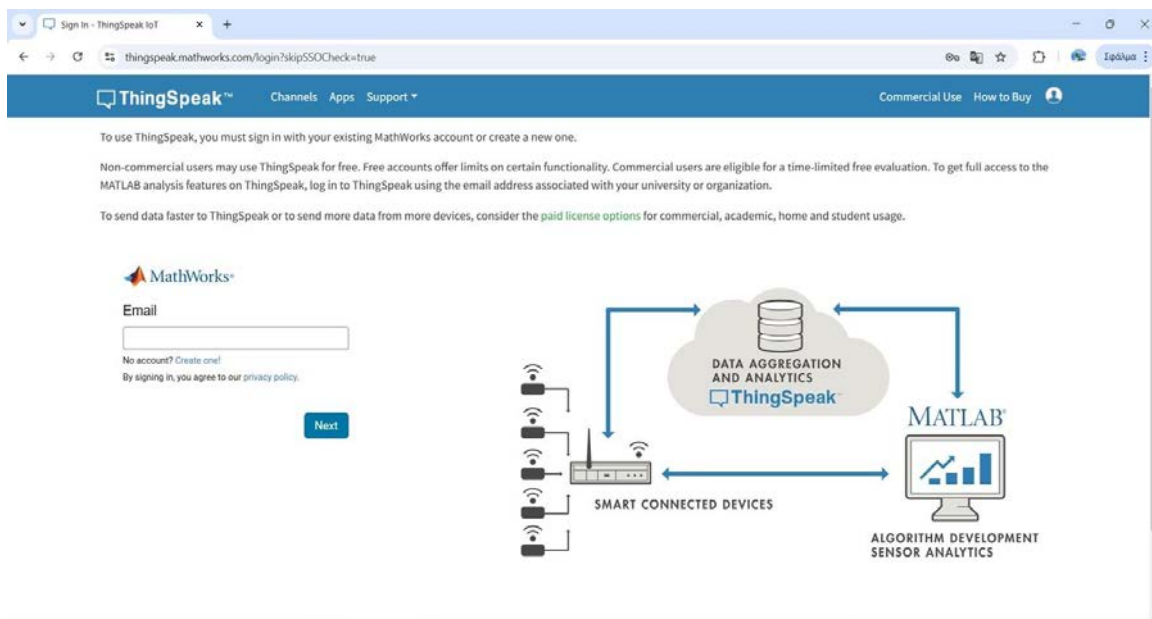
- Προηγείται η δημιουργία ενός λογαριασμού στο: <https://thingspeak.mathworks.com/>. Κατόπιν, ακολουθεί κλικ στο πάνω μέρος της οθόνης δεξιά, όπου υπάρχει μια ένδειξη η οποία απεικονίζει έναν άνθρωπο (εικόνα 2.5.1).

Εικόνα 2.5.1 Αρχική σελίδα του ThingSpeak



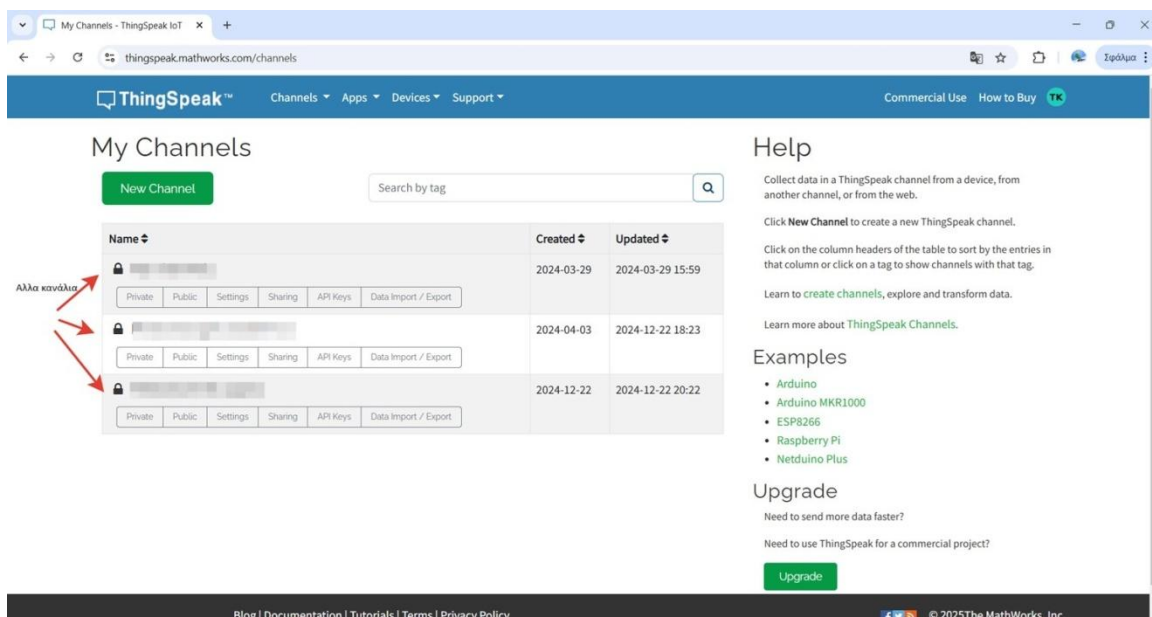
- Στο κελί που αναγράφεται η λέξη Name συμπληρώνεται το email, ενώ στο κελί που ακολουθεί σημειώνεται το password. Στη συνέχεια, είναι δυνατή η είσοδος στην εφαρμογή (εικόνα 2.5.2).

Εικόνα 2.5.2 Είσοδος στο πρόγραμμα του ThingSpeak



- Κατά την περιήγηση στην εφαρμογή, τα βελάκια εξυπηρετούν στην παρατήρηση των καναλιών που έχουν ανοιχθεί και παράλληλα γίνεται λήψη δεδομένων από άλλους controllers. Το άνοιγμα νέου καναλιού προϋποθέτει το πάτημα του μπουτόν “New Channel” (εικόνα 2.5.3).

Εικόνα 2.5.3 Δημιουργία καναλιού στο ThingSpeak

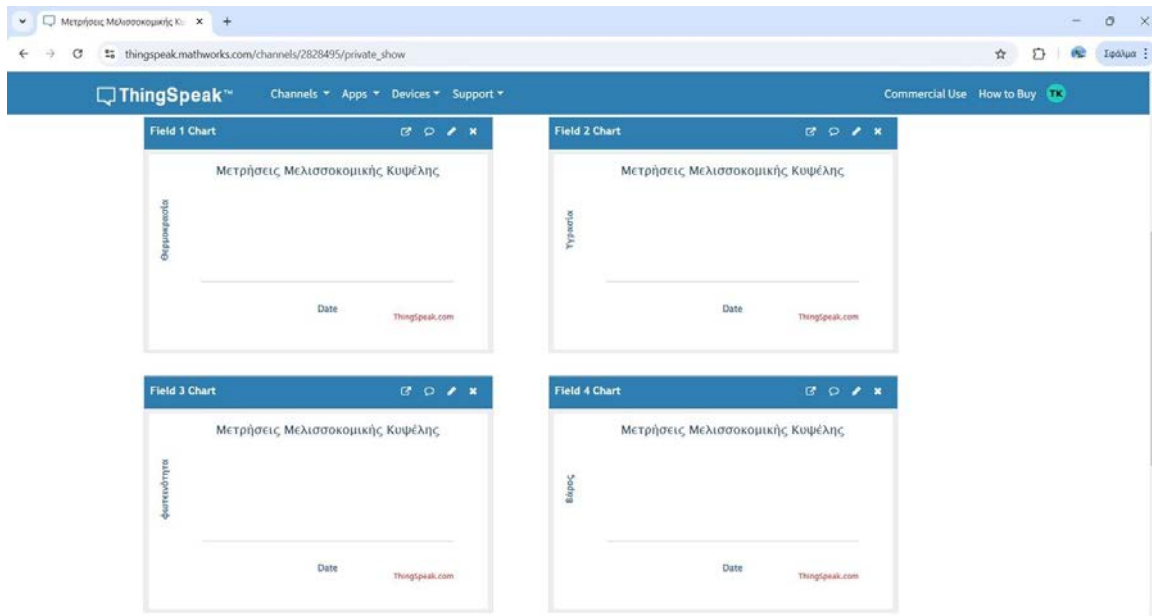


- Το νέο κανάλι ονοματοδοτείται “Μετρήσεις Μελισσοκομικής Κυψέλης”. Εν συνεχεία, ανάλογα με τους αισθητήρες που υπάρχουν, ενεργοποιούνται και τα απαραίτητα “Fields” που χρειάζονται. Το Field 1: Θερμοκρασία, το Field 2: Υγρασία, το Field 3: Φωτεινότητα και το Field 4: Βάρος (εικόνα 2.5.4).

Εικόνα 2.5.4 Ενεργοποίηση των Fields για κάθε ένα αισθητήρα

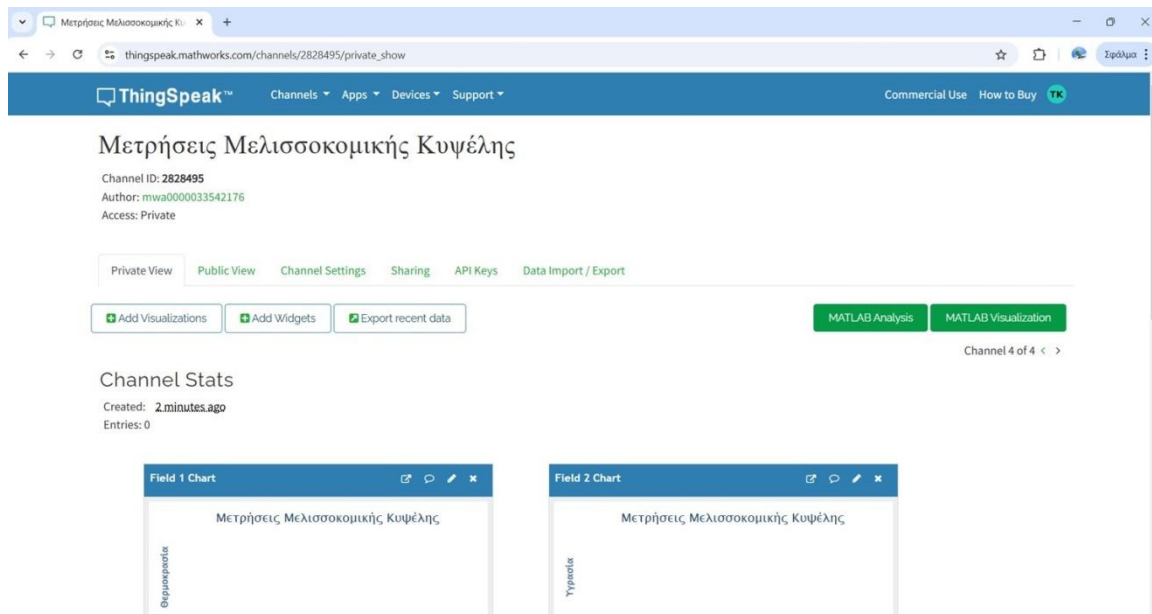
- Παρακάτω διαφαίνεται το αποτέλεσμα μετά την παραμετροποίηση των “Fields” (εικόνα 2.5.5).

Εικόνα 2.5.5 Αποτελέσματα σε γραφήματα μέσω των Fields



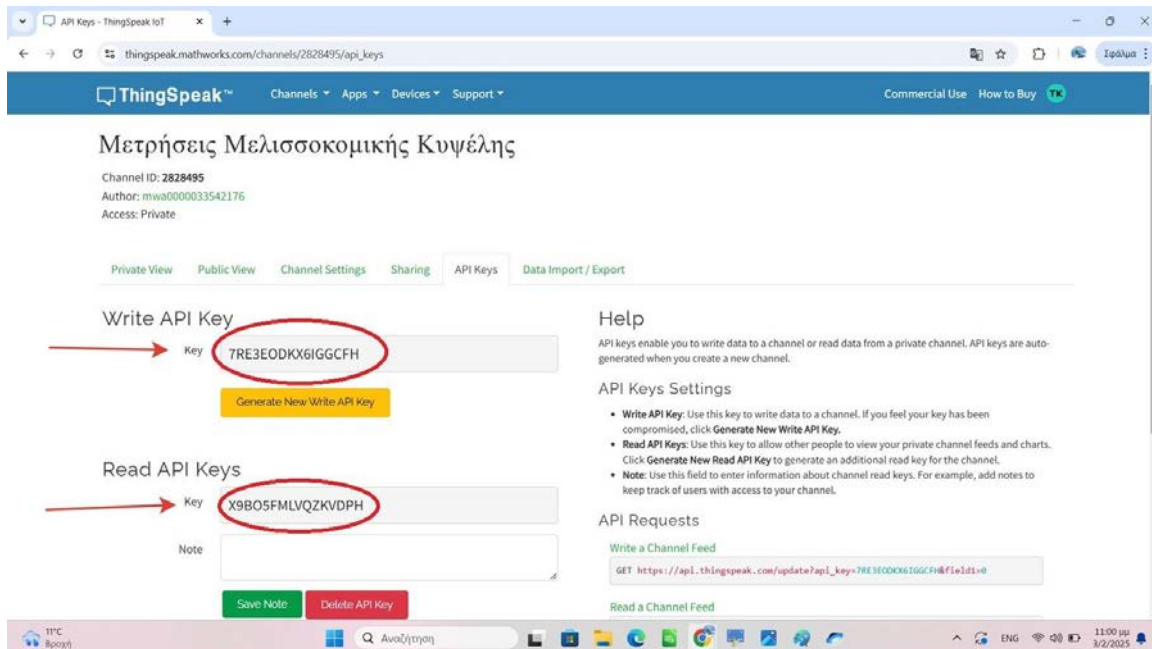
- Η αποστολή δεδομένων από το Arduino προϋποθέτει την παρουσία του “API Key” καναλιού που δημιουργήθηκε σε προηγούμενη φάση. Επιλέγεται το “API Key” και γίνονται οι διάφορες παρατηρήσεις (εικόνα 2.5.6).

Εικόνα 2.5.6 Αποτελέσματα σε γραφήματα μέσω των Fields



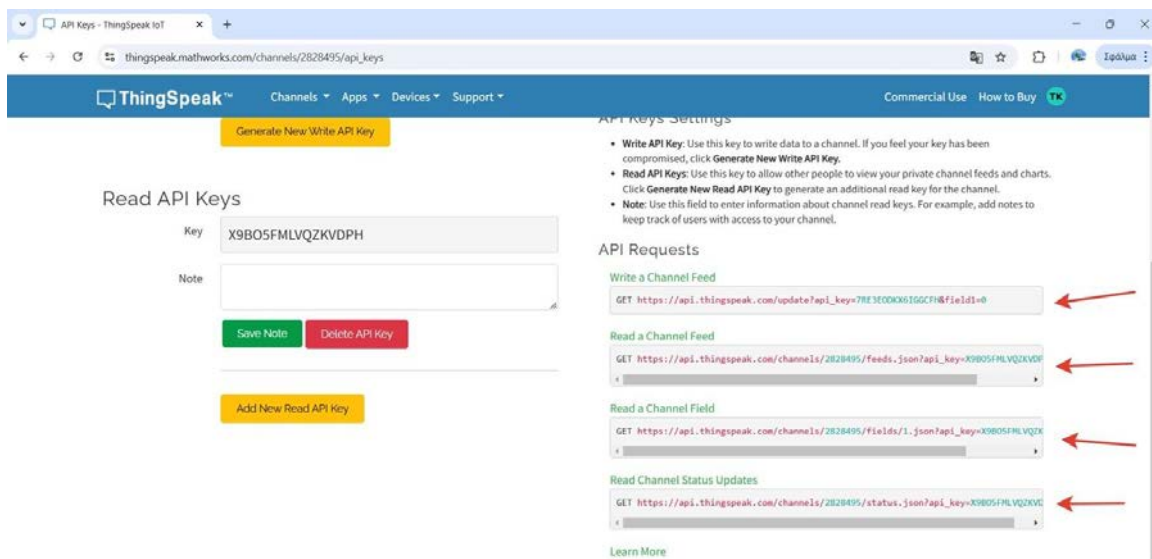
- Στο σημείο αυτό η παρατήρηση των API Key είναι απαραίτητη για την αποστολή δεδομένων “write API Key” στη βάση και για την ανάγνωση δεδομένων “Read API Key”. Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιηθούν στον κώδικα (εικόνα 2.5.7).

Εικόνα 2.5.7 Παρατήρηση των API Key



- Για την ενσωμάτωση των δεδομένων που προκύπτουν από το Arduino , στη βάση του ThingSpeak θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο κώδικας από το white a channel a feed που βρίσκεται στο Api request. Με αυτό τον τρόπο, επιτελείται η αποστολή των δεδομένων από το Arduino στην βάση δεδομένων του ThingSpeak. Για την επεξεργασία των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί, γίνεται χρήση του κώδικα από το read a channel Feed του Api Request (εικόνα 2.5.8).

Εικόνα 2.5.8 API Key read & write κώδικα



2.6 Ρύθμιση αισθητήρα βάρους

Το πρώτο πρόγραμμα που θα εισαχθεί στο Arduino είναι το καλιμπράρισμα του αισθητήρα βάρους. Οι αισθητήρες αυτοί αποτελούνται από μία μεταλλική ράβδο με προσαρμοσμένους μετρητές τάσης. Ο μετρητής τάσης είναι ένας ηλεκτρικός αισθητήρας που μετράει τη δύναμη ή την καταπόνηση σε ένα αντικείμενο. Όταν ασκείται εξωτερική δύναμη η μεταλλική ράβδος παραμορφώνεται με αποτέλεσμα η αντίσταση του μετρητή καταπόνησης να είναι ανάλογη με το φορτίο που εφαρμόζεται. Ο τρόπος αυτός παρέχει τη δυνατότητα να υπολογιστεί το βάρος ενός αντικειμένου.

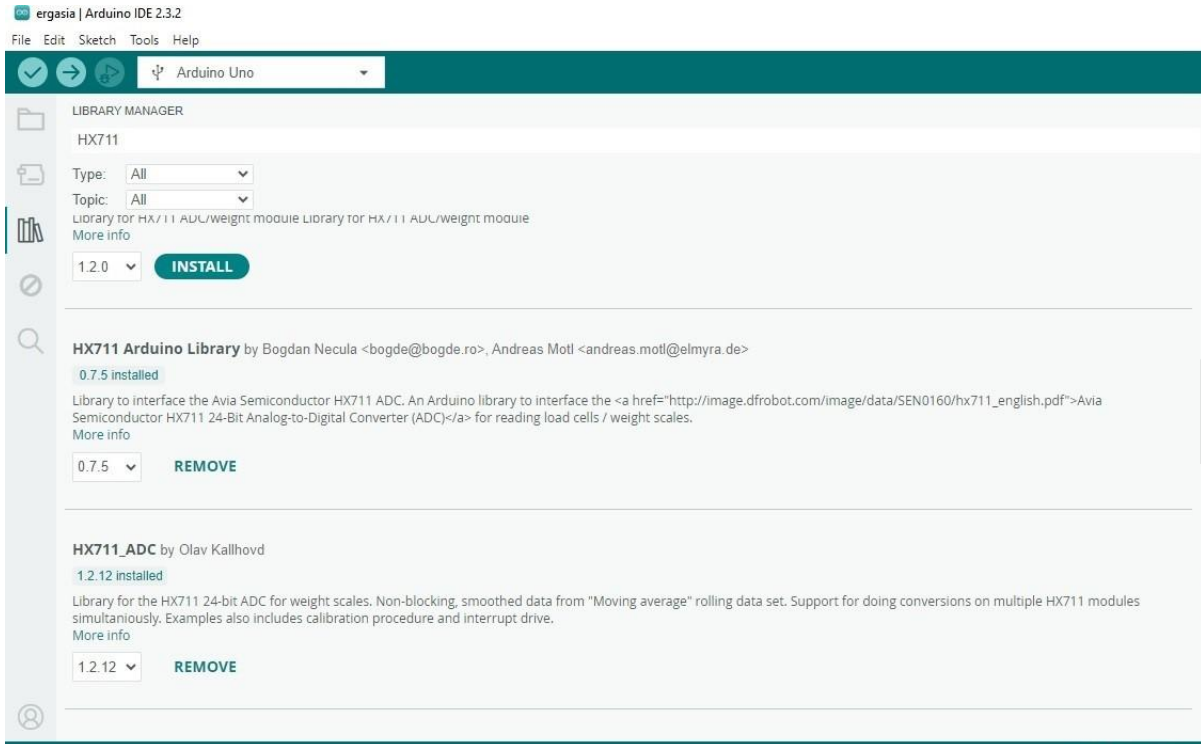
Επειδή οι αλλαγές που προκύπτουν στην καταπόνηση της μεταλλικής ράβδου κατά τη διάρκεια ζυγίσματος αντικειμένου είναι μικρή, χρειάζεται ένας ενισχυτής. Αυτός ο ενισχυτής είναι ο HX711, ο οποίος επιτρέπει τη μέτρηση του βάρους στο φορτίο με μεγαλύτερη ευκολία.

Η εισαγωγή του προγράμματος προϋποθέτει την εγκατάσταση της βιβλιοθήκης του ενισχυτή HX711 εικόνα 13.

- Άνοιγμα του Arduino IDE και ακολουθία της παρακάτω διαδρομή: Sketch > Include Library > Manage Libraries

- Αναζήτηση του “HX711 Arduino Library” και εγκατάσταση της βιβλιοθήκης του Bogdan Necula.

Εικόνα 2.6.1 Εγκατάσταση βιβλιοθήκης για τον αισθητήρα HX711



2.6.1 Βαθμονόμηση - “Καλιμπράρισμα”

Ο κάθε μετρητής θα πρέπει να βαθμονομηθεί πριν την έναρξη της εφαρμογής. Έτσι και στον παρόντα μετρητή είναι απαραίτητη η βαθμονόμηση με το παρακάτω πρόγραμμα (στο παράρτημα 1).

Προϋπόθεση για να γίνει η βαθμονόμηση είναι να υπάρχει ένα αντικείμενο με γνωστό βάρος και να ανέβει ο κώδικας του Παραρτήματος 1.

- Εισαγωγή της βιβλιοθήκη **HX711**, η οποία είναι απαραίτητη για τη διαχείριση του αισθητήρα.

```
#include "HX711.h"
```

- Ορισμός ψηφιακής εισόδου - εξόδου του αισθητήρα DOUT (Data output) είσοδος 2 και SCK (Clock) ψηφιακή έξοδος.

```
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 2;
```

```
const int LOADCELL_SCK_PIN = 3;
```

- Δημιουργία αντικειμένου.

```
HX711 scale;
```

- Εκκίνηση της σειριακής επικοινωνίας με ταχύτητα 57600 και αρχικοποίηση του αισθητήρα HX711 με τις κατάλληλες ψηφιακές εισόδους-εξόδους.

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(57600);
```

```
scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
```

```
}
```

- Έλεγχος του αισθητήρα και μέτρηση του απόβαρου.

```
void loop() {
```

```
if (scale.is_ready()) {
```

```
scale.set_scale();
```

```
Serial.println("Απόβαρο - Αφαιρέστε τυχόν βάρη από τη ζυγαριά.");
```

```
delay(5000);
```

```
scale.tare();
```

```
Serial.println("Η μέτρηση του Απόβαρου έγινε.");
```

- Τοποθέτηση βάρους στη ζυγαριά με γνωστά κιλά.

```
Serial.print("Τοποθετήστε ένα αντικείμενο στη ζυγαριά γνωρίζοντας το βάρος του.");
```

```
delay(5000);
```

```
long reading = scale.get_units(10);
```

```
Serial.print("Το αποτέλεσμα είναι: ");
```

```
Serial.println(reading);
```

```
}
```

```
else {
```

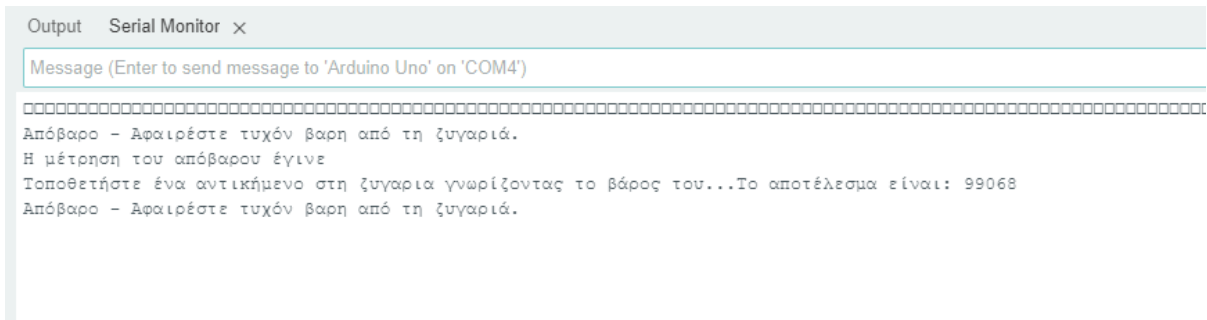
```

    Serial.println("HX711 not found.");
}
delay(1000);
}

//calibration factor will be the (reading)/(known weight)

```

Εικόνα 2.6.2 Αποτελέσματα ρυθμίσεων αισθητήρα βάρους



- Τέλος, η τιμή “reading” (99068) που θα προκύψει διαιρείται με τον αριθμό των κιλών που τοποθετήθηκε πάνω στη ζυγαριά (2183g). Το αποτέλεσμα αυτό εισάγεται στον κύριο κώδικα (εικόνα 14).
- $X=99068/2183 \Rightarrow 45,381$

2.7 Κώδικας κυρίως προγράμματος

Μετά από το καλιμπράρισμα του αισθητήρα βάρους, ακολουθεί η οργάνωση του βασικού προγράμματος, που θα συντονίζει όλους τους αισθητήρες και θα στέλνει τα δεδομένα στο ThingSpeak.

2.7.1 Εξήγηση του προγράμματος.

- Εισαγωγή της βιβλιοθήκης “softwareSerial.h” απαραίτητο βήμα για την επικοινωνία του GPRS με το Arduino μέσω των ψηφιακών θυρών 7 και 8.

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial gprsSerial(7,8);

```

- Εισαγωγή της βιβλιοθήκης “String.h” για τη λειτουργία των συμβολοσειρών.

```
#include <String.h>
```

- Εισαγωγή της βιβλιοθήκης “DHT.h” για τη λειτουργία που αφορά τον αισθητήρα υγρασίας - θερμοκρασίας.

```
#include <DHT.h>
```

- Εισαγωγή της βιβλιοθήκης “Arduino.h” για τη διαχείριση του αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας.

```
#include <Arduino.h>
```

- Εισαγωγή της βιβλιοθήκης “HX711.h” για τη λειτουργία που αφορά τον αισθητήρα υγρασίας - θερμοκρασίας, σύνδεση στο αναλογικό pin A0.

```
#include "HX711.h"
```

```
#define DHTPIN A0
```

```
int LIGHT_SENSOR_PIN = A1;
```

```
int analogValue;
```

```
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
```

- Στις ψηφιακές εισόδους 2 και 3 ορίζουμε τον αισθητήρα βάρους.

```
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 2;
```

```
const int LOADCELL_SCK_PIN = 3;
```

```
HX711 scale;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  gprsSerial.begin(9600);
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  dht.begin();
```

```
scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
```

```
scale.set_scale(45.381);
```

```
Serial.println("After setting up the scale:");
```

```
Serial.print("get units: \t\t");
```

```
Serial.println(scale.get_units(5), 1);    Serial.println("Readings:");
```

```
delay(600);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

- Σε αυτό το σημείο ορίζονται οι τιμές που θα λαμβάνονται από τους αισθητήρες και καθορίζονται τα ονόματα με τα οποία θα καταχωρούνται. Συγκεκριμένα, για τον αισθητήρα υγρασίας δίνεται το όνομα “h”, για τον αισθητήρα της θερμοκρασίας δίνεται το όνομα “t”, για τον αισθητήρα του βάρους το “x” και για τον αισθητήρα της έντασης της φωτεινότητας το “analogValue”.

```
float h = dht.readHumidity();
```

```
float t = dht.readTemperature();
```

```
float x = scale.get_units();
```

```
analogValue = analogRead(LIGHT_SENSOR_PIN);
```

```
delay(100);
```

```
Serial.print("Foto sensor = ");
```

```
Serial.println(analogValue);
```

```
Serial.print("Temperature = ");
```

```
Serial.print(t);
```

```
Serial.println(" °C");
```

```
Serial.print("Humidity = ");
```

```
Serial.print(h);  
Serial.println(" %");
```

```
Serial.print("one reading:");  
Serial.println(x, 1);
```

- Έλεγχος για την ύπαρξη δεδομένων από τη σειριακή επικοινωνία ανάμεσα στο GPRS και στο serial Monitor.

```
if (gprsSerial.available())  
Serial.write(gprsSerial.read());
```

- Έλεγχος σύνδεσης.

```
gprsSerial.println("AT");  
delay(3000);
```

- Έλεγχος στο PIN της κάρτας sim, το οποίο έχει απενεργοποιηθεί.

```
gprsSerial.println("AT+CPIN?");  
delay(1000);
```

- Έλεγχος στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, αν υπάρχει κάλυψη.

```
gprsSerial.println("AT+CREG?");  
delay(3000);
```

- Έλεγχος σύνδεσης GPRS.

```
gprsSerial.println("AT+CGATT?");  
delay(3000);
```

- Κλείσιμο υπάρχουσας σύνδεσης.

```
gprsSerial.println("AT+CIPSHUT");  
delay(3000);
```

- Εμφάνιση της κατάστασης της σύνδεσης.

```
gprsSerial.println("AT+CIPSTATUS");  
delay(4000);
```

- Ορίζει το GPRS σε λειτουργία μόνιμης σύνδεσης.

```
gprsSerial.println("AT+CIPMUX=0");  
delay(4000);
```

```
ShowSerialData();
```

- Τοποθέτηση APN=internet για την επικοινωνία.

```
gprsSerial.println("AT+CSTT=\"internet\"); delay(10000);
```

```
ShowSerialData();
```

- Εμφάνιση της ασύρματης σύνδεσης.

```
gprsSerial.println("AT+CIICR");  
delay(3000);
```

```
ShowSerialData();
```

- Λήψη τοπικής IP Διεύθυνσης.

```
gprsSerial.println("AT+CIFSR");  
delay(15000);
```

```
ShowSerialData();
```

```
gprsSerial.println("AT+CIPSPRT=0");  
delay(3000);
```

```
ShowSerialData();
```

- Έναρξη σύνδεσης με το ThinkSpeak.

```
gprsSerial.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"api.thingspeak.com\", \"80\"); delay(6000);
```

```
ShowSerialData();
```

- Έναρξη αποστολής δεδομένων σε απομακρυσμένο διακομιστή.

```
gprsSerial.println("AT+CIPSEND");
```

```
delay(4000);
```

```
ShowSerialData();
```

- Αποστολή των δεδομένων στη βάση δεδομένων, με την χρήση του APIKey.

```
String str="GET
```

```
https://api.thingspeak.com/update?api\_key=7RE3EODKX6IGGCFH&field1=" + String(t)  
+"&field2=" + String(h) + "&field3=" + String(analogValue) + "&field4=" + String(x);
```

```
Serial.println(str);
```

```
gprsSerial.println(str);
```

```
delay(4000);
```

```
ShowSerialData();
```

```
gprsSerial.println((char)26);
```

```
delay(5000);
```

```
gprsSerial.println();
```

```
ShowSerialData();
```

- Κλείσιμο της επικοινωνίας με το GPRS.

```
gprsSerial.println("AT+CIPSHUT");
```

- Αναμονή για τριάντα λεπτά.

```
delay(1800000);
```

```
ShowSerialData();
```

```
}
```

```
void ShowSerialData()
```

```
{
```

```
while(gprsSerial.available()!=0)
```

```
Serial.write(gprsSerial.read());
```

```
delay(5000);
```

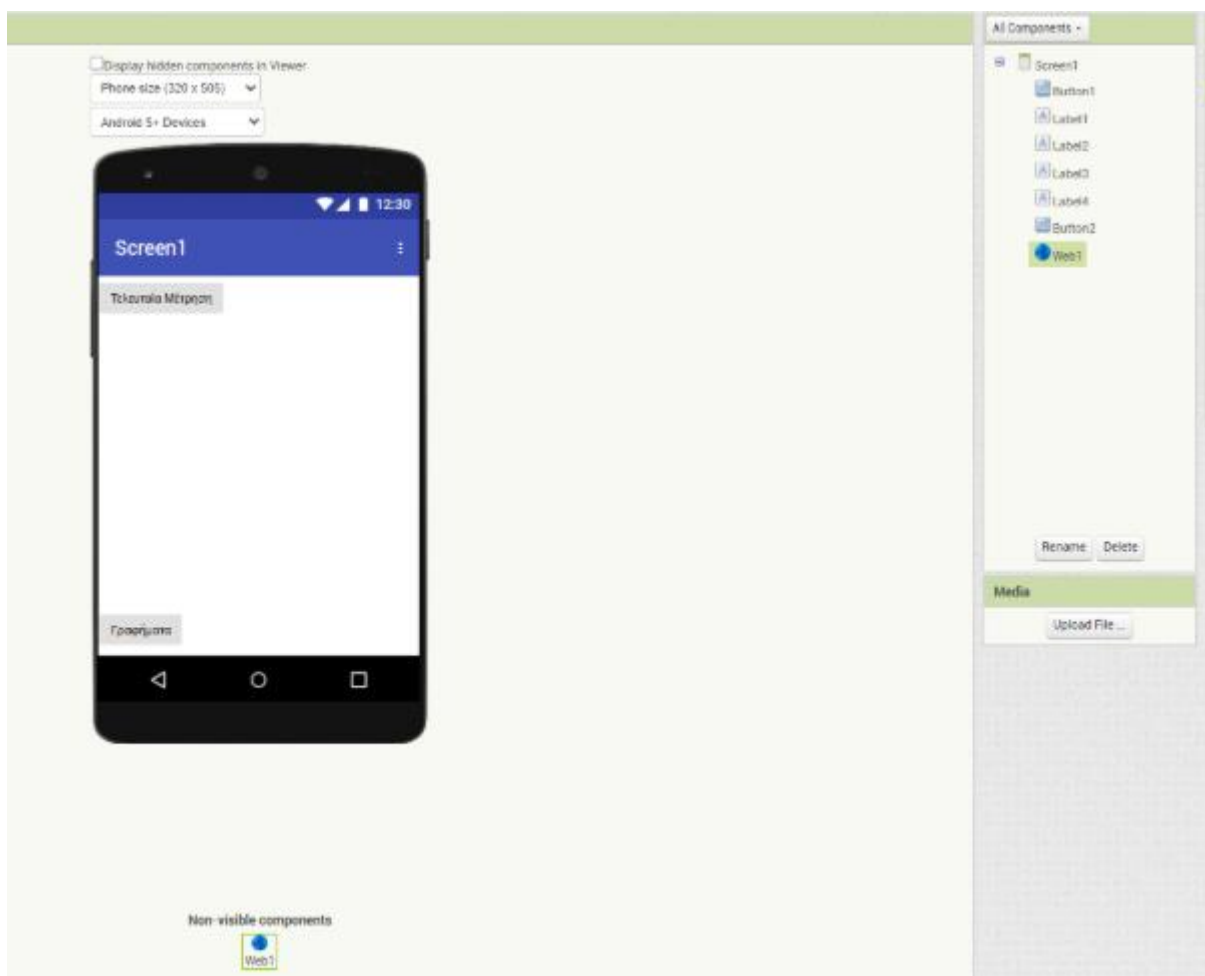
```
}
```

2.8 App Inventor - Προγραμματισμός

Ο ρόλος του App Inventor, όπως έχει προαναφερθεί, είναι να απεικονίζει τις γραφικές παραστάσεις σε συσκευές Android, αντλώντας δεδομένα από το ThingSpeak. Το πρόγραμμα έχει ως εξής:

Αφού πραγματοποιηθεί είσοδος στο App Inventor με τους κωδικούς από το gmail, ακολουθεί η δημιουργία ενός project με όνομα της επιλογής του χρήστη. Στην πρώτη σελίδα του designer δημιουργείται ένα Screen1 στο οποίο προστίθενται δύο Button, τέσσερα label και ένα Web. Όλα τα παραπάνω είναι ορατά στην εικόνα που ακολουθεί.

Εικόνα 2.8.1 Άποψη για το Screen1 στο App Inventor



Στο Button 1 γράφεται “Τελευταία Μέτρηση” και στο Button 2 γράφεται η λέξη “Γραφήματα”. Έτσι, πατώντας το πλήκτρο “Τελευταία μέτρηση” θα είναι ορατή η τελευταία μέτρηση από την πλατφόρμα του ThingSpeak. Ενώ, πατώντας το πλήκτρο “Γραφήματα” θα μπορεί ο χρήστης να μπει στο Screen2, όπου εκεί θα μπορούν να παρατηρηθούν οι γραφικές παραστάσεις.

Όταν ο χρήστης θα πατάει το κουμπί Blocks θα μπορεί να υλοποιήσει τον προγραμματισμό. Για να μπορέσει να αντλήσει κανείς στοιχεία, όπως θερμοκρασία, υγρασία, βάρος και φωτεινότητα, θα πρέπει να εκτελέσει την παρακάτω εντολή.
(https://api.thingspeak.com/channels/2828495/feeds/last.json?api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH).

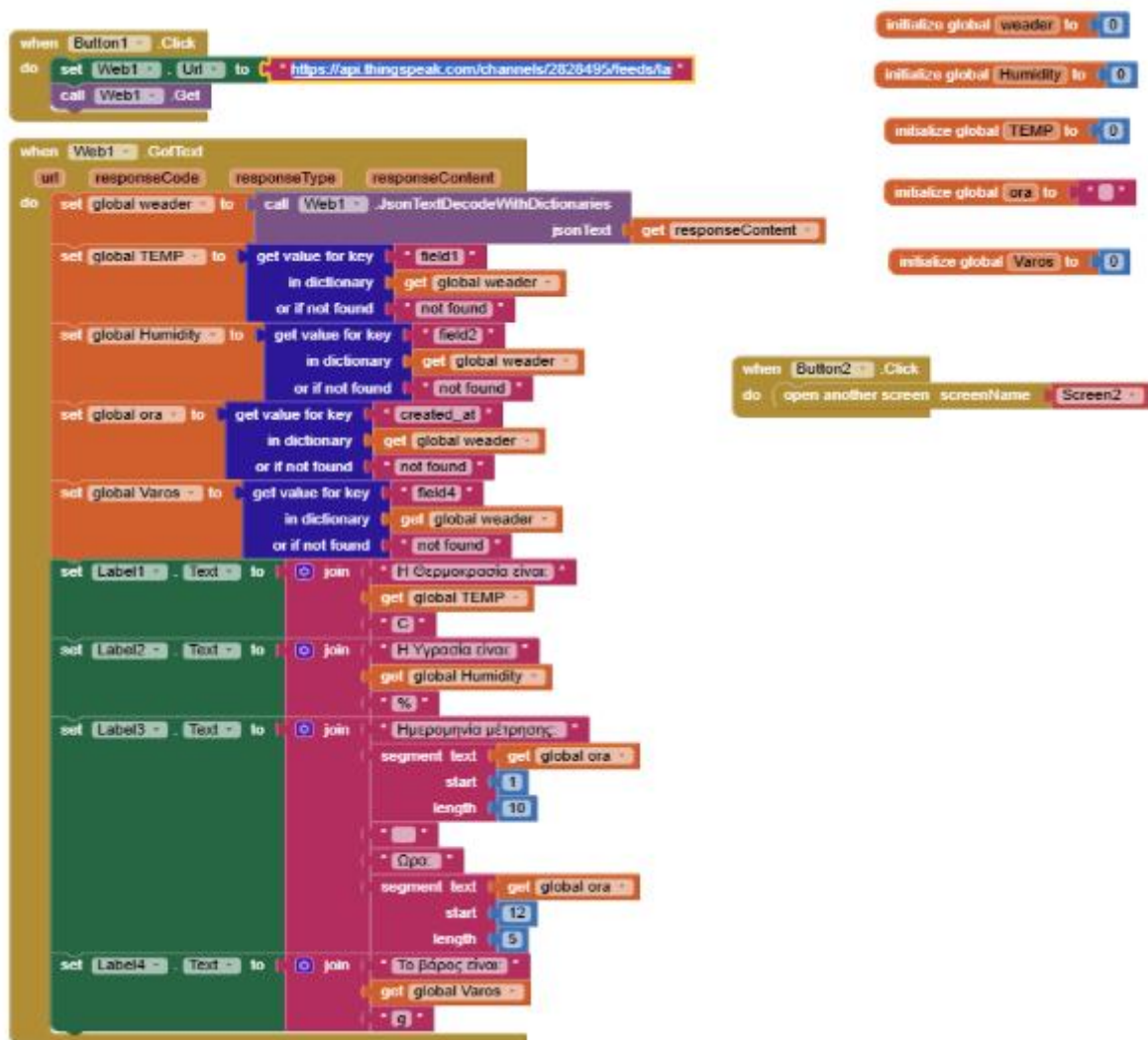
Η εντολή αυτή αντλεί στοιχεία από τη βάση δεδομένων του ThingSpeak, που αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 2.8.2 Αποτελέσματα τελευταίας μέτρησης



Άρα για να δει κανείς τη θερμοκρασία, την υγρασία και το βάρος θα πρέπει να ακολουθήσει την παρακάτω διαδρομή, η οποία αποτυπώνεται στην εικόνα που έπεται.

Εικόνα 2.8.3 Πρόγραμμα στο Block του Screen1



Στην αρχή, πατώντας το button 1 εκτελείται η url εντολή (εικόνα 2.8.4).

Εικόνα 2.8.4 Προγραμματισμός του μπουτόν “τελευταία μέτρηση”



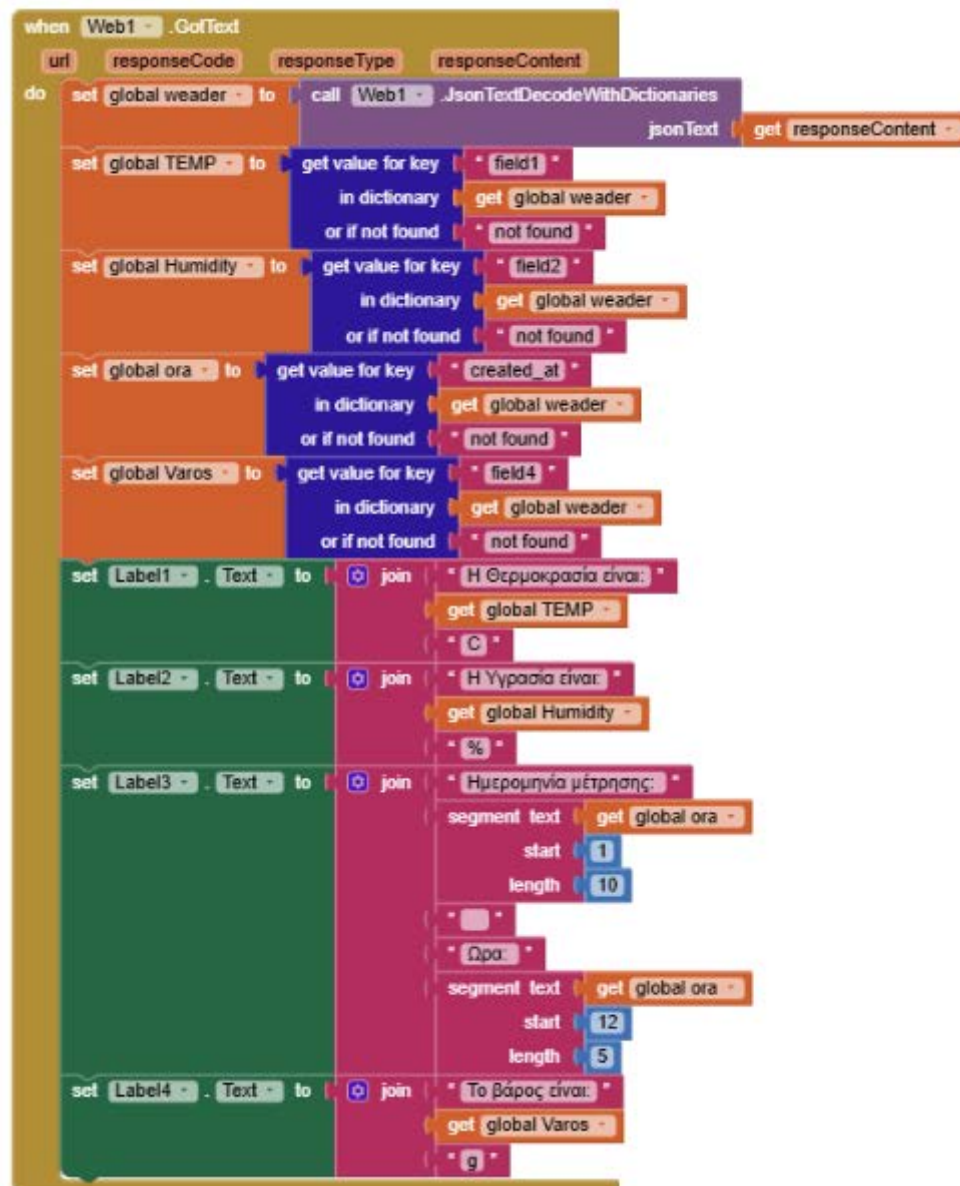
Στο διπλανό κελί από το initialize global δηλώνεται το όνομα που θα λάβει ο κάθε αισθητήρας (εικόνα 2.8.5).

Εικόνα 2.8.5 Η κάθε μέτρηση προσαρμόζεται σε ένα initialize global



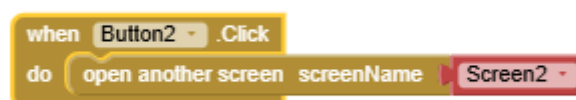
Το κυρίως πρόγραμμα βρίσκεται στον παρακάτω πίνακα. Εκεί δηλώνεται η διαδρομή που θα πρέπει να ακολουθήσει το πρόγραμμα για να πάρει τον αριθμό που του ζητήθηκε. Έπειτα, θα πρέπει να δρομολογηθούν οι διαδρομές που προβλέπονται να γίνουν, βάσει του πρώτου πίνακα, ώστε να είναι ορατό το τελευταίο αποτέλεσμα, το οποίο περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα (2.8.6).

Εικόνα 2.8.6 Όλος ο κώδικας που χρησιμοποιείται για άντληση στοιχείων από τη βάση



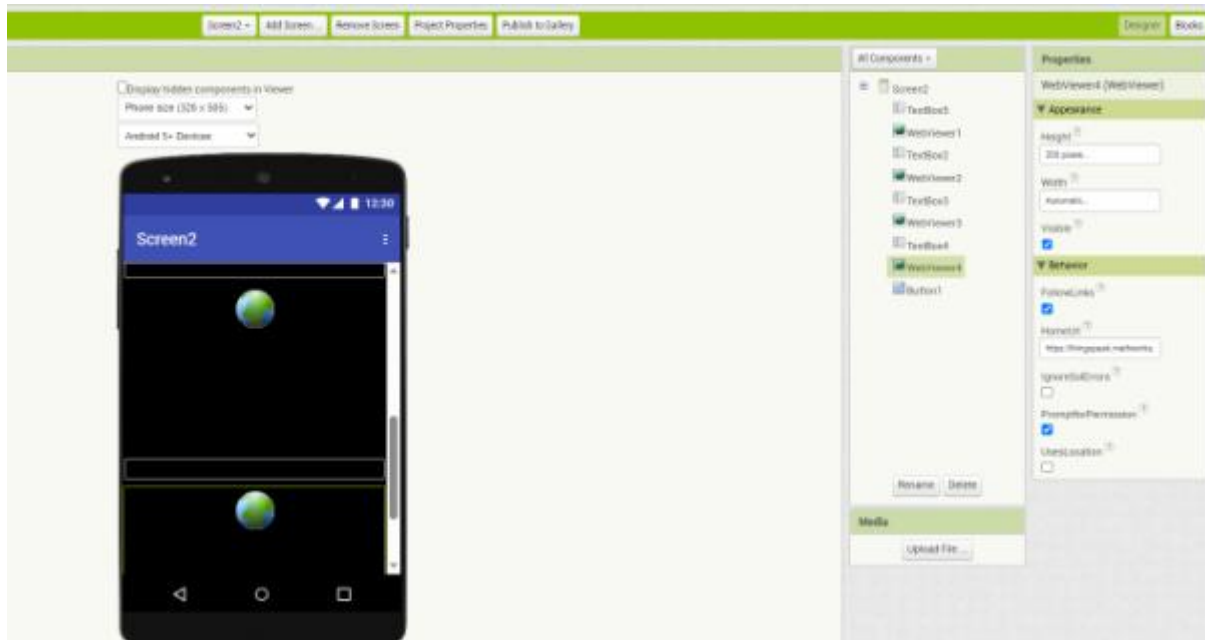
Το δεύτερο button μεταφέρει σε άλλη σελίδα, τη Screen2, όπου εκεί βλέπει κανείς τις γραφικές παραστάσεις (εικόνα 2.8.7).

Εικόνα 2.8.7 Πατώντας το μπουτόν “Γραφήματα” μεταφέρεται στο Screen2



Έπειτα, ακολουθεί η δημιουργία ενός Screen2, όπου εκεί είναι ορατές οι γραφικές παραστάσεις που θα αντλούνται από το ThingSpeak (Εικόνα 2.8.8). Στο σημείο αυτό, τοποθετούνται τέσσερα Text Box για την περιγραφή της γραφικής παράστασης και τέσσερα WebViewer, όπου στο κάθε ένα θα εισαχθεί το αντίστοιχο url που θα πρέπει να έχει για να δείξει τις γραφικές παραστάσεις.

Εικόνα 2.8.8 Άποψη από το Screen2



Στο τέλος, τοποθετείται ένα μπουτόν, το οποίο προγραμματίζεται κατάλληλα, ώστε με το πάτημα του πλήκτρου Back να γυρνά στην αρχική σελίδα (εικόνα 2.8.8).

Το Url για το WebViewer1 είναι:

https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/1?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

Το Url για το WebViewer2 είναι:

https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/2?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

Το Url για το WebViewer3 είναι:

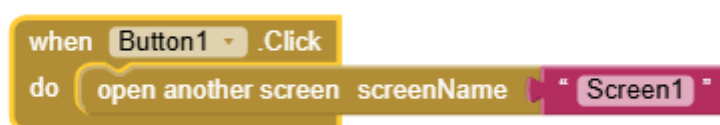
https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/3?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

Το Url για το WebView4 είναι:

https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/4?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

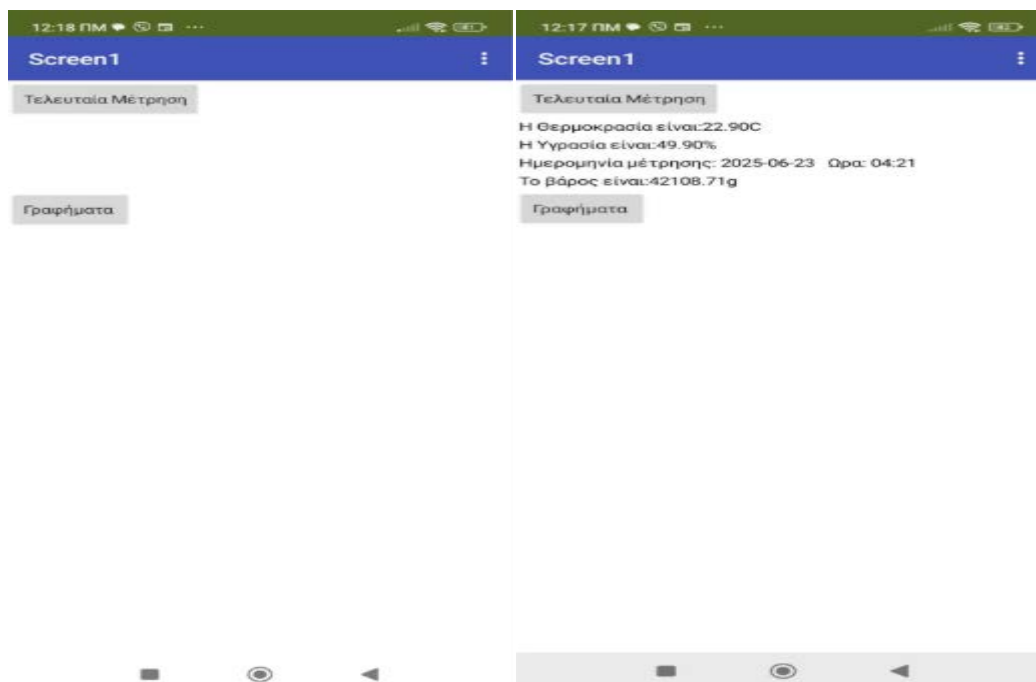
Έπειτα στο blocks γίνεται εισαγωγή του παρακάτω πίνακα, που στην ουσία είναι το κουμπί Back. Ουσιαστικά, δίνεται η εντολή να γυρίσει στη αρχική σελίδα (εικόνα 2.8.9).

Εικόνα 2.8.9 Πατώντας το μπουτόν “BACK “ να πηγαίνει στο Screen1

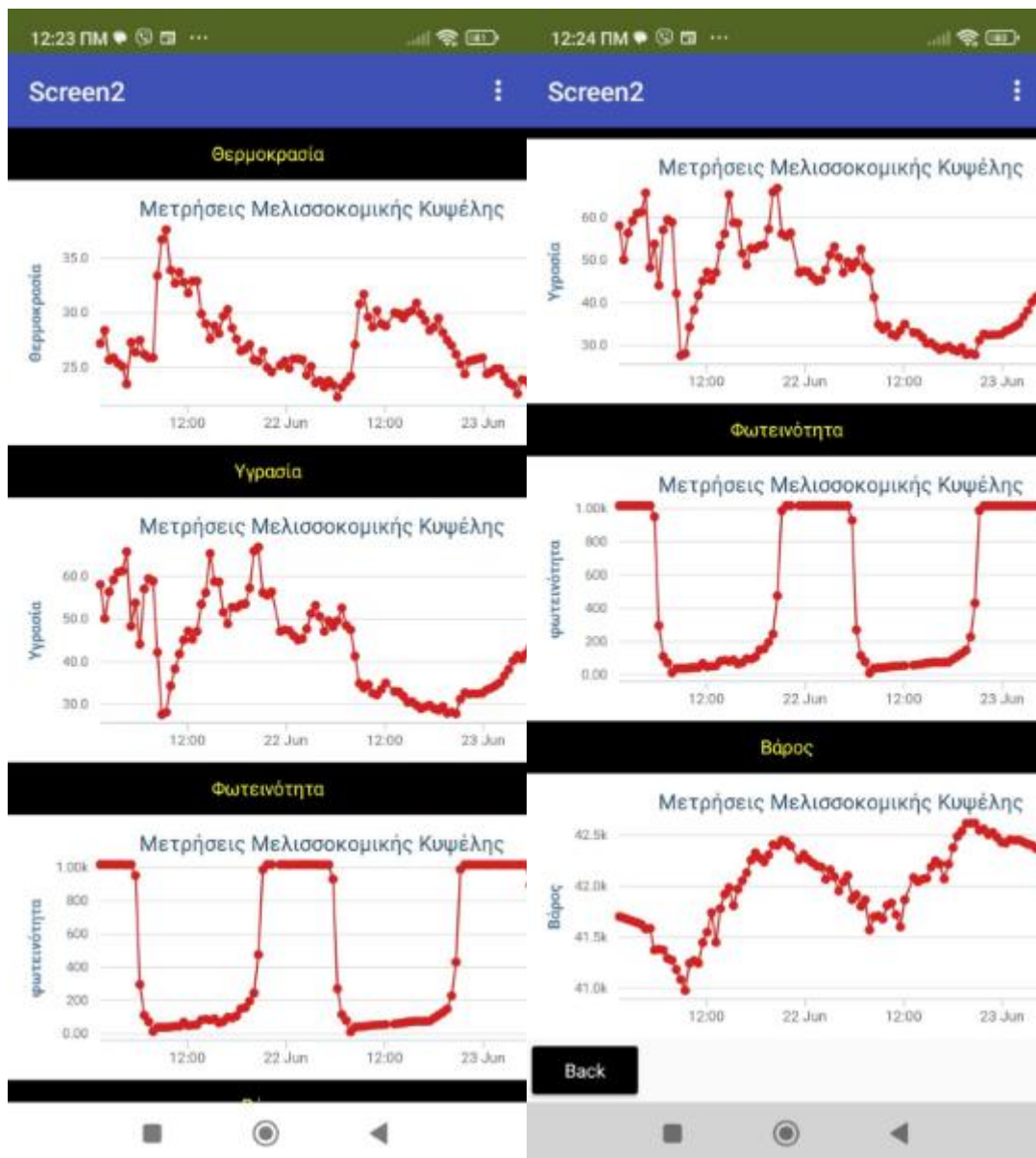


Τα αποτελέσματα στη συσκευή Android αποτυπώνονται στις παρακάτω εικόνες (2.8.10.-11 25).

Εικόνα 2.8.10 Αποτελέσματα σε συσκευή Android



Εικόνα 2.8.11 Αποτελέσματα σε συσκευή Android



Στην Εικόνα 2.8.12 παρατηρούνται τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όπως φαίνονται με την εφαρμογή ThingSpeak.

Εικόνα 2.8.12 Γραφικές παραστάσεις στο ThingSpeak



2.9 ThingSpeak και Γραφικές παραστάσεις

Το ThingSpeak είναι μία πλατφόρμα με τη συνδρομή της οποίας μπορεί ο χρήστης να παρατηρήσει και να συγκρίνει τις γραφικές παραστάσεις και εν τέλει να εξάγει τα κατάλληλα συμπεράσματα.

Απομονώνοντας ένα μέρος των μετρήσεων και συγκεκριμένα κατά την περίοδο, από 21/6/25 και ώρα 00:00 έως 23/6/2025 και ώρα 06:00, προέκυψε το κάτωθι διάγραμμα 2.9.1.

Διάγραμμα 2.9.1 Αποτελέσματα ThingSpeak



Από τις γραφικές παραστάσεις προκύπτει, ότι όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ανεβαίνει, η υγρασία λειτουργεί αντιστρόφως ανάλογα και κατεβαίνει, αλλά συμβαίνει και το αντίθετο. Επίσης, παρατηρείται, ότι το ξημέρωμα η κυψέλη χάνει βάρος, γιατί οι εργάτριες μέλισσες ξεκινούν τις πτήσεις για το μάζεμα γύρης και νέктar που θα γίνει μέλι και θα αποθηκευτεί εντός της κυψέλης (Gounari et al., 2022).. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, παρατηρείται ξανά απώλεια μερικών γραμμαρίων, γιατί οι μέλισσες χρησιμοποιούν το μέλι ως δική τους τροφή, γιατί φτιάχνουν βασιλικό πολτό προκειμένου να τραφεί η βασίλισσα και τέλος, γιατί οι μέλισσες φτιάχνουν κηρήθρες με τη βοήθεια της γύρης (Meikle & Holst, 2023).

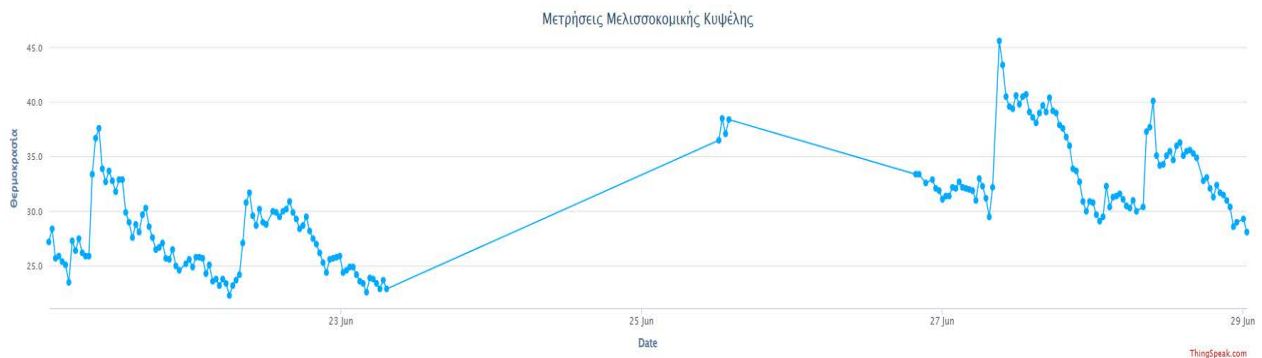
2.9.1 Μετρήσεις - Σφάλματα

Εκτελώντας ένα συγκεκριμένο Url για την κάθε γραφική παράσταση, μπορεί να απεικονίσει κανείς το χρονικό διάστημα που επιθυμεί. Το Url που ακολουθεί αφορά τον αισθητήρα θερμοκρασίας. Η αναζήτηση που πραγματοποιείται αφορά το χρονικό διάστημα 20/6/2025 και ώρα 22:00 με 29/6/2025 και ώρα 23:59:

<https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/1?start=2025-06-20%20%22:00:00&end=2025-06-29%20%23:59:59&type=line&color=%2300aaff&dynamic=true&width=1800&height=400>

Από την παραπάνω διεύθυνση Url έχει ζητηθεί να απεικονιστεί συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σε κυματομορφή και συγκεκριμένα από τις 20/6/2025 και ώρα 22:00 ([start=2025-06-20%2022:00:00](#)) έως τις 29/6/2025 και ώρα 23:59 ([end=2025-06-29%2023:59:59](#)). Επίσης, έχει οριστεί εκ των προτέρων χρώμα γραμμής και χρώμα φόντου ([color=%2300aaff](#)), όπως και διαστάσεις κυματομορφής ([width=1800&height=400](#)). Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται η συμπεριφορά της θερμοκρασίας.

Διάγραμμα 2.9.1.1 Μετρήσεις αισθητήρα θερμοκρασίας 9 ημερών



Το παρακάτω διάγραμμα αφορά μετρήσεις από την υγρασία του περιβάλλοντος και καλύπτει τις ίδιες ημερομηνίες, όπως στην περίπτωση της θερμοκρασίας, δηλαδή από 20/6 έως 29/6/2025.

Διάγραμμα 2.9.1.2 Μετρήσεις αισθητήρα υγρασίας 9 ημερών



Το Url είναι:

<https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/2?start=2025-06-20%2022:00:00&end=2025-06-29%2023:59:59&type=line&color=%2300aaff&dynamic=true&width=1800&height=400>.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρούνται μετρήσεις από την ένταση του φωτός, δηλαδή αποτυπώνεται στο διάγραμμα πότε είναι ημέρα και πότε είναι νύχτα Πίνακας 2.9.1.3.

Διάγραμμα 2.9.1.3 Μετρήσεις αισθητήρα φωτεινότητας 9 ημερών

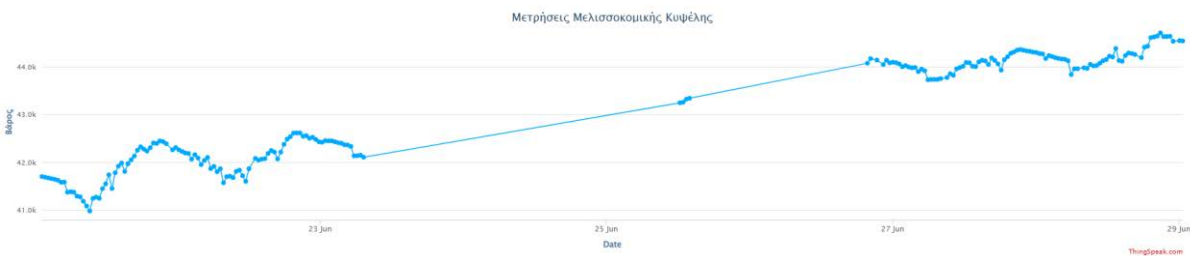


Το Url της συγκεκριμένης κυματομορφής είναι:

<https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/3?start=2025-06-20%20%22:00:00&end=2025-06-29%20%23:59:59&type=line&color=%2300aaff&dynamic=true&width=1800&height=400>

Το τέταρτο γράφημα και το τελευταίο, αφορά τις μετρήσεις του βάρους της κυψέλης και η κυματομορφή των μετρήσεων που προκύπτει αποτυπώνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Διάγραμμα 2.9.1.4 Μετρήσεις αισθητήρα βάρους 9 ημερών

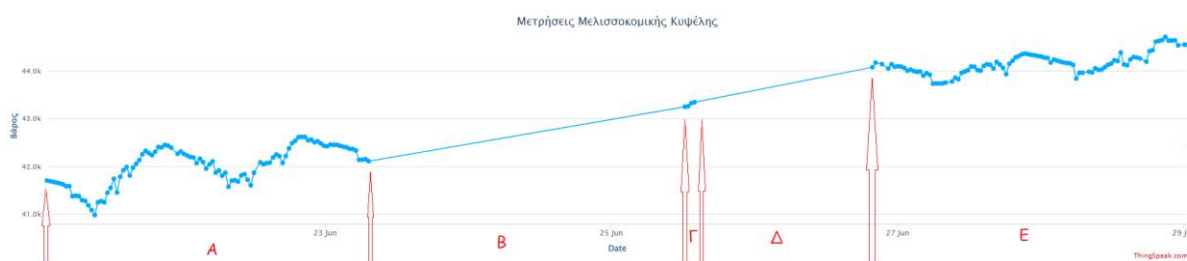


Το Url της παρακάτω κυματομορφής είναι:

<https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/4?start=2025-06-20%20%22:00:00&end=2025-06-29%20%23:59:59&type=line&color=%2300aaff&dynamic=true&width=1800&height=400>

Παρατηρώντας και τα τέσσερα διαγράμματα, στο διάστημα Β και Δ αποτυπώνεται μία ευθεία γραμμή, η οποία υπό κανονικές συνθήκες θα έπρεπε να έχει κυματοειδή μορφή
Διάγραμμα 2.9.1.5.

Διάγραμμα 2.9.1.5 Εντοπισμός σφάλματος μέτρησης



Αυτό που συμβαίνει στο διάστημα B και Δ, οφείλεται στο γεγονός ότι η μπαταρία της μελισσοκομικής κατασκευής αποφορτίστηκε και για αυτόν το λόγο δεν ήταν εφικτό να στείλει τα κατάλληλα σήματα. Κατόπιν, διαπιστώθηκε ότι η μπαταρία χρειάζεται αλλαγή ανά τρεις ημέρες, ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται με συνέπεια στις διαφορετικές μετρήσεις. Αυτό, αποτελεί μειονέκτημα της κατασκευής και θα πρέπει να αποκατασταθεί, προκειμένου να είναι λειτουργική. Αυτή η αστοχία μπορεί να επιλυθεί με την τοποθέτηση ενός ηλιακού πάνελ στο μελισσοκομείο, το οποίο θα εξασφαλίζει την φόρτιση της μπαταρίας κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας. Με αυτήν τη λύση, διασφαλίζεται σε μεγάλο ποσοστό η ενεργειακή αυτονομία της κατασκευής για μελλοντικές ασφαλείς μετρήσεις.

Κεφάλαιο Τρίτο

3.1 Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Στην κυψέλη κατά τη διάρκεια του ξημερώματος, παρατηρείται, μέσω των γραφικών παραστάσεων (fig 4 chart), απότομη απώλεια βάρους περίπου 600g. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι εργάτριες μέλισσες ξεκινούν πρωί-πρωί τη διαδρομή τους έξω από το μελίσσι, για τη συγκομιδή γύρης και νέκταρ. Στη διάρκεια της ημέρας και όσο η θερμοκρασία αυξάνεται και μειώνεται η υγρασία, το βάρος της κυψέλης παραμένει στάσιμο, επειδή οι μέλισσες μεταφέρουν νερό αντί για νέκταρ, για να διατηρήσουν τη θερμοκρασία και την υγρασία της κυψέλης σε σταθερά επίπεδα (Caloni et al., 2021). Προχωρώντας προς το απόγευμα, όπου η θερμοκρασία χαμηλώνει και η υγρασία ανεβαίνει, η παραγωγή μελιού αυξάνεται σε ικανοποιητικό επίπεδο, αφού οι μέλισσες επιδίδονται ξανά στη συγκομιδή γύρης και νέκταρ. Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις μετρήσεις, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η επιλογή της τοποθεσίας είναι κατάλληλη για τις κυψέλες και για την παραγωγή της αναμενόμενης ποσότητας μελιού.

3.2 Μελλοντικές προτάσεις

Η παρούσα μελισσοκομική κατασκευή παρέχει τη δυνατότητα για περαιτέρω επεκτάσεις και βελτιώσεις, για την επίτευξη της βέλτιστης δυνατής χρήσης. Πρωτίστως, μία πρόταση θα μπορούσε να είναι η τοποθέτηση ηλιακού πάνελ στον χώρο που έχει επιλεγεί για το μελισσοκομείο. Το ηλιακό πάνελ μπορεί να εξασφαλίσει την ενεργειακή αυτονομία της μελισσοκομικής κατασκευής και ταυτόχρονα να διασφαλίσει την αυτόματη φόρτιση της μπαταρίας του κυκλώματος. Μία επιπλέον πρόταση, θα μπορούσε να είναι η τοποθέτηση ενός ανεμόμετρου στο σημείο τοποθεσίας των κυψελών, όπου θα παρέχει πληροφορίες σχετικές με την ένταση του ανέμου, μέσω της λήψης των σχετικών μετρήσεων (Turyagyenda et al., 2024). Έτσι, ο μελισσοκόμος θα μπορεί ανά πάσα στιγμή να παρατηρεί την παραγωγή μελιού και σε σχέση με την ένταση του αέρα στην περιοχή του μελισσοκομείου. Όσον αφορά το κόστος σε όλη αυτή τη διαδικασία παραμένει χαμηλό, εξασφαλίζοντας υψηλό όφελος στη μελισσοκομική δραστηριότητα (Hadjur et al., 2020).

Επιπρόσθετα, σε εκπαιδευτικό επίπεδο μπορούν να πραγματοποιηθούν ποικίλες επεκτάσεις και δράσεις, που προάγουν τη μαθησιακή διαδικασία μέσα στη σχολική τάξη. Ο εκπαιδευτικός κατέχοντας στην εκπαιδευτική του φαρέτρα πολλά και διαφορετικά μέσα, μπορεί να διερευνήσει την αντίληψη και το ενδιαφέρον των μαθητών του σε σχέση με τις γραφικές παραστάσεις. Για παράδειγμα, με την οπτικοποίηση των δεδομένων, ο εκπαιδευτικός μπορεί να προσφέρει μία ελκυστική προσέγγιση για την πληρέστερη κατανόηση των δεδομένων, μέσα από την κατάλληλη χρήση εκπαιδευτικών εργαλείων, όπως είναι οι γραφικές παραστάσεις ή αλλιώς γραφήματα (Gerela et al., 2022).

Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός μοιράζοντας δραστηριότητες με γραφικές παραστάσεις μέσα στην τάξη, θα μπορέσει να διερευνήσει με σαφήνεια, όσα αντιλαμβάνονται οι μαθητές του σχετικά με τα γραφήματα. Ταυτόχρονα, με τη διεξαγωγή ερευνητικής διαδικασίας ποιοτικού χαρακτήρα, ο εκπαιδευτικός θα συγκεντρώσει περισσότερες πληροφορίες για τις γνώσεις των μαθητών γύρω από το θέμα. Παράλληλα, θα μπορέσει να αντιληφθεί πόσο γρήγορα και αποτελεσματικά μπορεί το σύνολο των μαθητών να καταλήξει στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Συγχρόνως, η οπτικοποίηση των δεδομένων μπορεί να εξασφαλίσει μεγαλύτερη συμμετοχή των μαθητών μέσα στην τάξη και παράλληλα να αυξήσει την απόδοση των εκπαιδευτικών (Ainsworth, 2006) (Gerela et al., 2022). Εν κατακλείδι, οι Gerela et al. (2022) αναφέρουν, ότι

οι εκπαιδευτικοί μέσα από την χρήση γραφικών παραστάσεων αφουγκράζονται καλύτερα τις ανάγκες των μαθητών τους και λαμβάνουν πιο αποτελεσματικές αποφάσεις για την κάλυψη των αναγκών του μαθητικού συνόλου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abid Haleem, Mohd Javaid, Mohd Asim Qadri, & Rajiv Suman. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285.
- Abou-Shaara, Hossam & Owayss, Ayman & Ibrahim, Y. & Basuny, N.. (2017). A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Sociaux*. 64. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0573-8>
- Ainsworth, S. (2006). *DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations*. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Andrijević, N., Urošević, V., Arsić, B., Herceg, D., & Savić, B. (2022). IoT Monitoring and Prediction Modeling of Honeybee Activity with Alarm. *Electronics*, 11(5), 783.
<https://doi.org/10.3390/electronics11050783>
- Bach B., Keck M., Rajabiyazdi F., Losev T., Meirelles I., Dykes J., Laramée R. S., AlKadi M., Stoiber C., Huron S., Perin C., Morais L., Aigner W., Kosminsky D., Boucher M., Knudsen S., Manataki A., Aerts J., Hinrichs U., Roberts J. C., Carpendale S. (2024). Challenges and Opportunities in Data Visualization Education: A Call to Action. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 30(1), 649-660.
<https://www.computer.org/csdl/journal/tg/2024/01/10310184/1RSX6ov9qggg>
- Bhadani, R. A., & Kotkar, S. N. (2015). Big Data: An Innovative way to Gain Competitive Advantage Through Converting Data into Knowledge. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 6(1).
<https://doi.org/10.26483/ijarcs.v6i1.2404>

- Boyd, danah, and Crawford, K. (2012). Critical Questions for Big Data. *Information, Communication and Society*, 15(5), 662–679
<http://dx.doi.org/10.1080/1369118X.2012.678878>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Calovi, Martina & Grozinger, Christina & Miller, Douglas & Goslee, Sarah. (2021). Summer weather conditions influence winter survival of honey bees (*Apis mellifera*) in the northeastern United States. *Scientific Reports*. 11. DOI:[10.1038/s41598-021-81051-8](https://doi.org/10.1038/s41598-021-81051-8)
- Chang, H.Y., Chang, Y.J. & Tsai, M.J. (2024). Strategies and difficulties during students' construction of data visualizations. *IJ STEM Ed*, 11(11).
<https://doi.org/10.1186/s40594-024-00463-w>
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 171–209. <https://doi.org/10.1007/s11036-013-0489-0>
- Fosso Wamba, S., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234–246.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031>
- Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137–144.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>

Garner, J.K. & Alley, M. (2013). How the Design of Presentation Slides Affects Audience Comprehension: A Case for the Assertion-Evidence Approach. *International Journal of Engineering Education*, 29(6), 1564-1579.

https://www.researchgate.net/publication/286042632_How_the_Design_of_Presentation_Slides_Affects_Audience_Comprehension_A_Case_for_the_Assertion-Evidence_Approach

Gerela, Pinky & Mishra, Padma & Vipat, Rashmi. (2022). *Study on data visualization: It's importance in education sector. International journal of health sciences*. 6298-6305. DOI:[10.53730/ijhs.v6nS3.7393](https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.7393)

Gitta, S. (2016). What is STEM? The need for unpacking its definitions and applications. NCVER. <https://www.ncver.edu.au/research-and-statistics/publications/all-publications/what-is-stem-the-need-for-unpacking-its-definitions-and-applications>

Gounari, S., Proutsos, N., & Goras, G. (2022). How does weather impact on beehive productivity in a Mediterranean island?. *Italian Journal of Agrometeorology*, (1), 65–81. <https://doi.org/10.36253/ijam-1195>

Hadjur, H., Ammar, D., & Lefèvre, L. (2020). *Analysis of Energy Consumption in a Precision Beekeeping System. Proceedings of IoT Conference*. <https://arxiv.org/abs/2010.14934>

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18612/stem-integration-in-k-12-education-status-prospects-and-an>

- How2electronics. (2021). Cellular IoT: Send SIM800/900 GPRS Data to ThingSpeak with Arduino. <https://how2electronics.com/send-gsm-sim800-900-gprs-data-thingspeak-arduino/>
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). *Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1961–1990.
<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- Kamini Jaipal-Jamani, (2023) Makerspace and robotics as/for STEM education, Editor(s): Robert J Tierney, Fazal Rizvi, Kadriye Ercikan, International Encyclopedia of Education (Fourth Edition), Elsevier, , Pages 103-111, ISBN9780128186299, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.13034-9>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128186305130349>)
- Kazu, İbrahim Yaşar & Kurtoğlu Yalçın, Cemre. (2021). *The Effect of Stem Education on Academic Performance: A Meta-Analysis Study. Turkish Online Journal of Educational Technology*. (EJ1313488). ERIC.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1313488.pdf>
- Levie, W.H. & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research, *ECTJ*, 30, 195–232. <https://doi.org/10.1007/BF02765184>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- McGuire, T., Manyika, J., & Chui, M. (2012). WHY BIG DATA IS THE NEW COMPETITIVE ADVANTAGE. *Ivey Business Journal (Online)*, N_A-.

- Meikle, W. G., & Holst, N. (2023). *Monitoring of hive weight changes in various landscapes: Seasonal distribution of food resources and environmental drivers*. *Apidologie*, 54, 30. <https://doi.org/10.1007/s13592-023-01012-0>
- National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/18612>
- Olusola, Ayeni & Unachukwu, Chika & Hamad, Nancy & Osawaru, Blessing & Adewusi, Ololade. (2024). A multidisciplinary approach to STEM education: Combining HR, counseling, and mentorship. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*. 10. 351-360. DOI:[10.30574/msarr.2024.10.1.0026](https://doi.org/10.30574/msarr.2024.10.1.0026).
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). *The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis*. *International Journal of STEM Education*, 11, Article 7.
<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Pokorný, J., Škoda, P., Zelinka, I., Bednárek, D., Zavoral, F., Kruliš, M., Šaloun, P., Kacprzyk, J., Abawajy, J. H., Snasael, V., Azar, A. T., & Hassanien, A. E. (2015). Big Data Movement: A Challenge in Data Processing. In *Big Data in Complex Systems* (pp. 29–69). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-11056-1_2
- Setiawaty, S., Fatmi, N., Rahmi, A., Unaida, R., Fakhrah, , Hadiya, I., Muhammad, I., Mursalin, , Muliana, , Rohantizani, , Alchalil, and Permana Sari, R. (2018), "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Student's Science Process Skills and Science Attitudes", *Proceedings of MICO MS 2017 (Emerald Reach Proceedings Series, Vol. 1)*, Emerald Publishing Limited, Leeds, pp. 575-581. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-793-1-00036>

Srikoom, W. (2018) *What is stem education?. Researchgate.*

https://www.researchgate.net/profile/Wachira_Srikoom/publication/346664196_What_is_STEM_EDUCATION/links/5fed6ffca6fdcc697be86b79/What-is-STEM-EDUCATION.pdf

Sungur Gul, K., Saylan Kirmizigul, A. S., Ates, H., & Garzon, J. (2023). Advantages and challenges of STEM education in K-12: Systematic review and research synthesis. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 9(2), 283-307.
<https://doi.org/10.46328/ijres.3127>

Turyagyenda, A., Katumba, A., Akol, R., Nsabagwa, M., & Mkiramweni, M. E. (2025). IoT and Machine Learning Techniques for Precision Beekeeping: A Review. *AI*, 6(2), 26.
<https://doi.org/10.3390/ai6020026>

Tytler, R., Anderson, J., & Li, Y. (2020). STEM Education for the Twenty-First Century. In *Integrated Approaches to STEM Education* (pp. 21–43). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3

Ware, C. (2021). *Information Visualization: Perception for Design* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
<https://www.sciencedirect.com/book/9780128128756/information-visualization>

Wolber, D., Abelson, H., Spertus, E., & Looney, L. (2014). *App Inventor 2: Create Your Own Android Apps*. O'Reilly Media. <http://www.appinventor.org/book2>

Yarbrough, J.R., (2019). *Infographics: In Support of Online Visual Learning*. *Academy of Educational Leadership Journal* , 23(2),1095-6328.
<https://www.abacademies.org/articles/infographics-in-support-of-online-visual-learning-8368.html>

Zotov, V., Ibrahim, I., Petunina, I., & Lazareva, Y. (2021). *Engagement of Students in Data Visualization for the Purpose of E-Learning Improvement. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(02), 46–64.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v16i02.18745>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Κώδικας ρύθμισης αισθητήρα βάρους

```
#include "HX711.h"

const int LOADCELL_DOUT_PIN = 2;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 3;

HX711 scale;

void setup() {
  Serial.begin(57600);
  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
}

void loop() {

  if (scale.is_ready()) {
    scale.set_scale();
    Serial.println("Απόβαρο - Αφαιρέστε τυχόν βάρη από τη ζυγαριά.");
    delay(5000);
    scale.tare();
    Serial.println("Η μέτρηση του Απόβαρου έγινε.");

    Serial.print("Τοποθετήστε ένα αντικείμενο στη ζυγαριά γνωρίζοντας το βάρος του.");
    delay(5000);
    long reading = scale.get_units(10);
    Serial.print("Το αποτέλεσμα είναι: ");
    Serial.println(reading);
  }
  else {
    Serial.println("HX711 not found.");
  }
  delay(1000);
}

//calibration factor will be the (reading)/(known weight)
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Κώδικας κυρίως προγράμματος.

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial gprsSerial(7,8);

#include <String.h>
#include <DHT.h>

#include <Arduino.h>

#include "HX711.h"
#define DHTPIN A0

int LIGHT_SENSOR_PIN = A1;
int analogValue;

DHT dht(DHTPIN, DHT11);

const int LOADCELL_DOUT_PIN = 2;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 3;

HX711 scale;

void setup()
{
  gprsSerial.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();

  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
```

```

scale.set_scale(45.381);
Serial.println("After setting up the scale:");

Serial.print("get units: \t\t");
Serial.println(scale.get_units(5), 1);    Serial.println("Readings:");

delay(600);
}

void loop()
{

float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();
float x = scale.get_units();
analogValue = analogRead(LIGHT_SENSOR_PIN);
delay(100);

Serial.print("Foto sensor = ");
Serial.println(analogValue);
Serial.print("Temperature = ");
Serial.print(t);
Serial.println(" °C");
Serial.print("Humidity = ");
Serial.print(h);
Serial.println(" %");

Serial.print("one reading:");
Serial.println(x, 1);

```

```
if (gprsSerial.available())
  Serial.write(gprsSerial.read());

gprsSerial.println("AT");
delay(3000);

gprsSerial.println("AT+CPIN?");
delay(1000);

gprsSerial.println("AT+CREG?");
delay(3000);

gprsSerial.println("AT+CGATT?");
delay(3000);

gprsSerial.println("AT+CIPSHUT");
delay(3000);

gprsSerial.println("AT+CIPSTATUS");
delay(4000);

gprsSerial.println("AT+CIPMUX=0");
delay(4000);

ShowSerialData();

gprsSerial.println("AT+CSTT=\"internet\""); delay(10000);

ShowSerialData();

gprsSerial.println("AT+CIICR");
```

delay(3000);

ShowSerialData();

gprsSerial.println("AT+CIFSR");

delay(15000);

ShowSerialData();

gprsSerial.println("AT+CIPSPRT=0");

delay(3000);

ShowSerialData();

gprsSerial.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"api.thingspeak.com\", \"80\"); delay(6000);

ShowSerialData();

gprsSerial.println("AT+CIPSEND");

delay(4000);

ShowSerialData();

String str="GET

+ "&field2=" + String(h) + "&field3=" + String(analogValue) + "&field4=" + String(x);

Serial.println(str);

gprsSerial.println(str);

delay(4000);

ShowSerialData();

gprsSerial.println((char)26);

delay(5000);

gprsSerial.println();

```
    ShowSerialData();

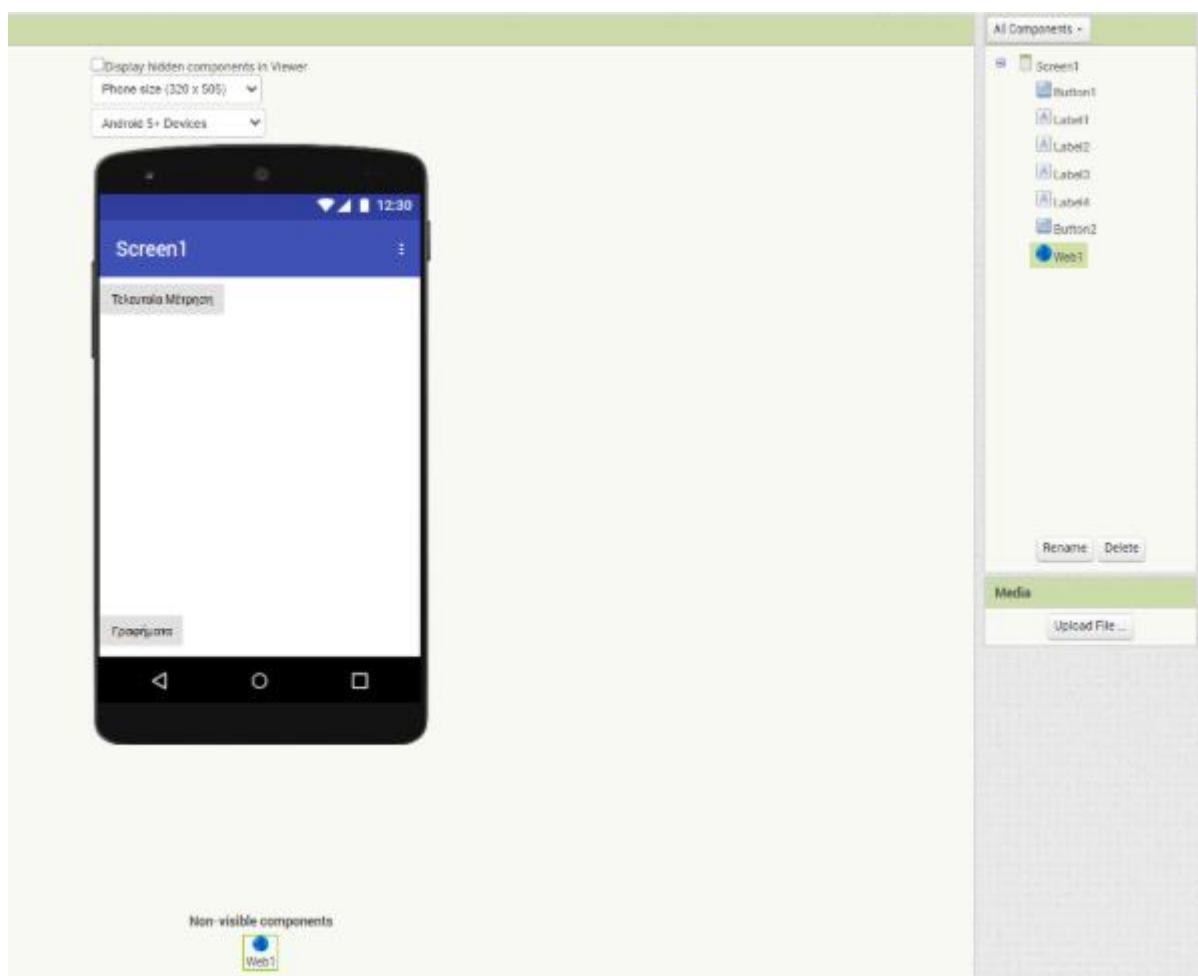
    gprsSerial.println("AT+CIPSHUT");

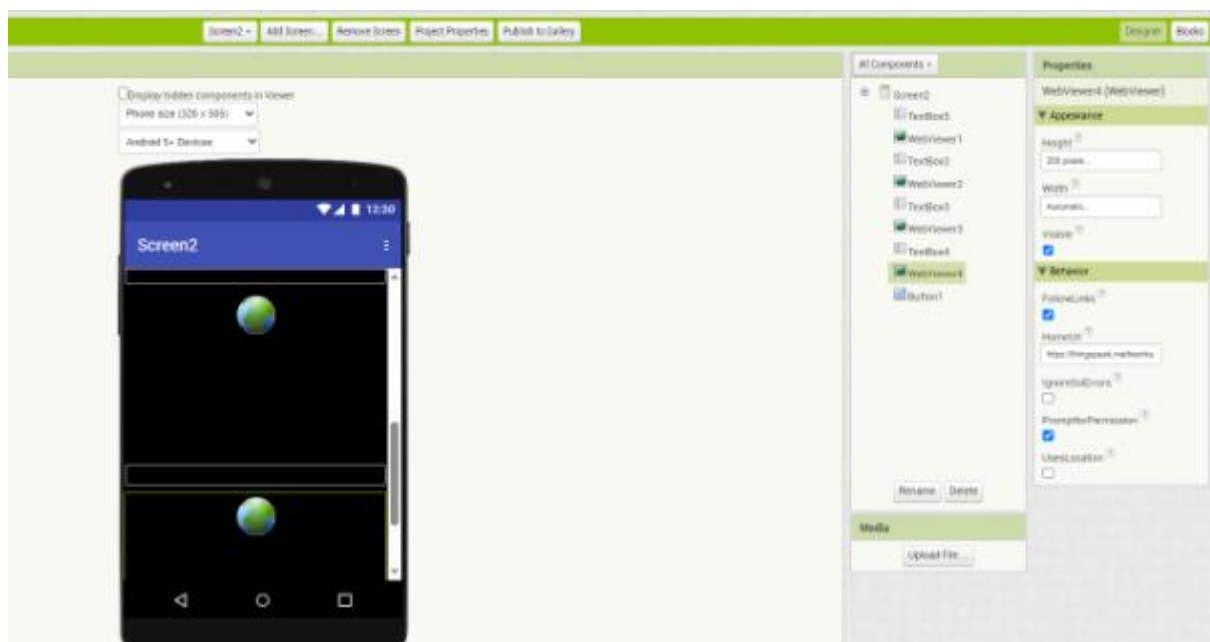
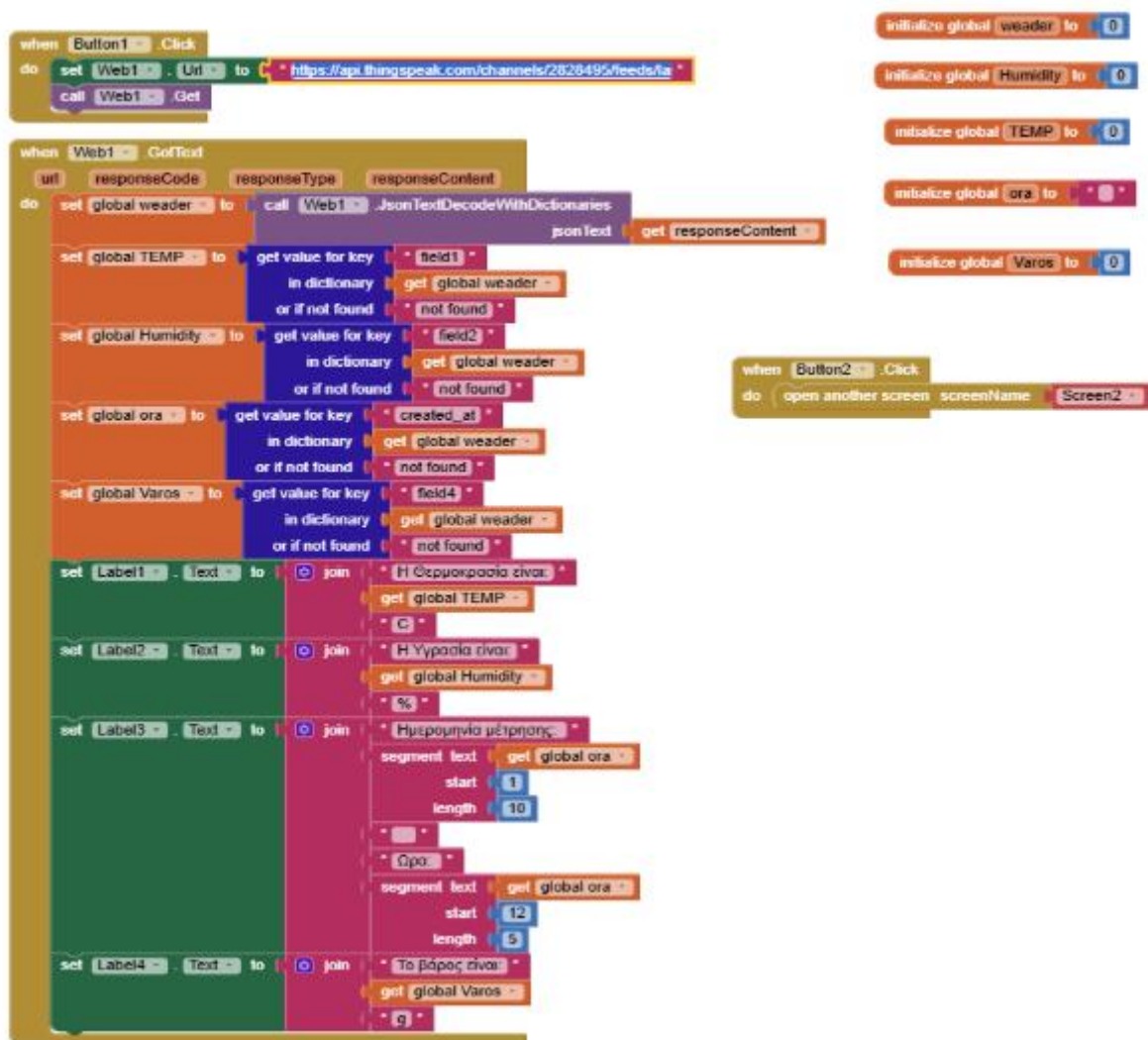
    delay(1800000);
    ShowSerialData();
}

void ShowSerialData()
{
    while(gprsSerial.available() != 0)
        Serial.write(gprsSerial.read());
    delay(5000);
}
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

App Inventor - Προγραμματισμός





To Url για το WebViewer1 είναι:

https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/1?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

To Url για το WebViewer2 είναι:

https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/2?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

To Url για το WebViewer3 είναι:

https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/3?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

To Url για το WebViewer4 είναι:

https://thingspeak.mathworks.com/channels/2828495/charts/4?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&type=line&api_key=X9BO5FMLVQZKVDPH

