



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

**«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ,
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»**

"Διαδίκτυο των πραγμάτων στον τομέα της έξυπνης γεωργίας"

ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΣΚΡΙΑΠΑΣ , Α.Μ:00555

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων καθηγητής:

Κολομβάτσος Κωνσταντίνος

ΛΑΜΙΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2020

Διαδίκτυο των Πραγμάτων στο τομέα της έξυπνης γεωργίας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 Η ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	10
1.1.1 Η γεωργία τον 20 ^ο αιώνα.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	12
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	12
2.2 ΆΞΟΝΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	12
2.2.1 Βελτίωση εδάφους.....	12
2.2.2 Ιδιότητες εδάφους.....	12
2.2.3 Βελτίωση ιδιοτήτων.....	18
2.2.4 Βελτίωση Συγκομιδής	18
2.2.5 Ο ρόλος της τεχνολογίας στην αγροτική παραγωγή.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (ΔΤΠ)	21
3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΤΠ.....	21
3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΤΠ.....	22
3.3 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΔΤΠ	23
3.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΤΠ	25
3.5 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΟ ΔΤΠ	27
3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΤΠ.....	30
3.7 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΤΠ.....	31
3.8 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΔΤΠ	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	34
4.1 ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	34
4.1.1 Έλεγχος συνθηκών εδάφους	41
4.1.2 Παρακολούθηση καλλιεργειών.....	43
4.1.3 Παρακολούθηση ζωικού κεφαλαίου.....	43
4.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....	44
4.3 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	44
5.1 ARDUINO	46
5.1.1 Είδη Arduino	47
5.1.2 Πλεονεκτήματα Arduino	48
5.2 ETHERNET SHIELD	49
5.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	51
5.4 ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ	53
5.5 ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΚΑΙ ΡΕΛΕ.....	54
5.6 ΛΟΙΠΑ ΥΛΙΚΑ.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
6.1 ΣΥΝΟΨΗ	56
6.2 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	57
6.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

Copyright © Αντώνιος Σκριάπας, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του τμήματος Πληροφορικής με Εφαρμογές στη Βιοϊατρική της σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η έγκρισή της δεν υποδηλώνει απαραίτητως και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Βεβαιώνω ότι η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου δουλειάς και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Στις δημοσιευμένες ή μη δημοσιευμένες πηγές που αναφέρω έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά όπου απαιτείται και έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα βιβλιογραφίας.

Υπογραφή:.....

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του τμήματος Πληροφορικής με Εφαρμογές στη Βιοϊατρική της σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Έχει τίτλο "Διαδίκτυο των Πραγμάτων στον Τομέα της έξυπνης Γεωργίας". Η εργασία μου ανατέθηκε από τον Καθηγητή κ. Κολομβάτσο ο οποίος ήταν υπεύθυνος για την παρακολούθηση της προόδου.

Η εργασία αυτή αποτελεί μία προσπάθεια καταγραφής και ανάλυσης της χρησιμότητας και της συνεισφοράς του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον τομέα της γεωργίας καθώς και της διαχείρισής και εκμετάλλευσης των δυνατοτήτων που παρέχει μέσα από μία εμπεριστατωμένη και σύγχρονη οπτική.

Πρόκειται για μία ανασκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας, σύγχρονων ελληνόγλωσσων και ξενόγλωσσων συγγραμμάτων και άρθρων, έντυπων και από το διαδίκτυο, τα οποία αποτέλεσαν τις βασικές πηγές άντλησης πληροφοριών προκειμένου να αναδειχθούν οι σχέσεις συνεργασίας γιατρών και νοσηλευτών στο ελληνικό σύστημα υγείας.

Στην προσπάθεια εύρεσης του κατάλληλου υλικού για την εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον υπεύθυνο καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Κολομβάτσο για τις πολύτιμες συμβουλές της. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την μεγάλη κατανόηση και υπομονή που έδειξε για τις ώρες μοναξιάς που τους "προσέφερα" αλλά και για την στήριξη τους στο εγχείρημά μου.

.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

2.2.1 Φυσικές ιδιότητες και δείκτες ποιότητας εδάφους

2.2.1 Χημικές ιδιότητες και δείκτες ποιότητας εδάφους

2.2.1 Βιολογικές ιδιότητες και δείκτες ποιότητας εδάφους

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- 2.2.1 Σωματίδια που υπάρχουν στο έδαφος
- 3.4 Επίπεδα της αρχιτεκτονικής του ΔτΠ
- 3.5 Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Device – to – Device
- 3.5 Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Device – to – Cloud
- 3.5 Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Device – to – Gateway
- 3.5 Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Back – EndData – Sharing
- 4.1 Αισθητήρας εδάφους
- 4.1 Αισθητήρας φυτών
- 4.1 Χάρτης τάσεων παραγωγής βαμβακιού μετά από 4 χρόνια χαρτογράφησης
- 4.1 Χάρτης παραγωγής και υγρασίας σιτηρών
- 4.1.1 Αισθητήρας υγρασίας εδάφους σε βαμβάκι
- 4.1.1 Σύστημα ασυρμάτων αισθητήρων υγρασίας εδάφους σε καλλιέργεια
- 4.3 Αισθητήρες για διαχείριση θερμοκηπίων
- 5.2 EthernetShield
- 5.3 Αισθητήρας υγρασίας χώματος
- 5.4 Ηλεκτροβάννα
- 5.5 Σύνδεση Arduino, ηλεκτροβάννας και τρανζίστορ
- 5.5 Ρελέ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο τομέας της γεωργίας σε όλες τις χώρες του κόσμου, όπως και στην Ελλάδα, αποτελεί έναν από τους βασικότερους τομείς για τη στήριξη της οικονομίας και ως εκ τούτου θα πρέπει να βρίσκεται σε μία συνεχή εξέλιξη και να συμπεριλαμβάνει συνεχώς νέες τεχνολογίες και καινοτομίες τόσο για την παραγωγή νέων βελτιωμένων προϊόντων όσο και για τη γενικότερη εύρυθμη λειτουργία του συγκεκριμένου χώρου. Στο σημείο αυτό μπορεί να βοηθήσει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων το οποίο προσφέρει λύσεις σε γεωργικά προβλήματα βοηθώντας τους επαγγελματίες του χώρου στη βελτίωση των προϊόντων τους με τη συλλογή κατάλληλων δεδομένων και άρα καλύτερη λήψη αποφάσεων για τις καλλιέργειες τους αλλά και στην εξοικονόμηση χρημάτων με κατάλληλη διαχείριση των απαιτούμενων διεργασιών.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των τεχνολογιών και των καινοτομιών καθώς και των δυνατοτήτων που προσφέρει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και πως αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναβάθμιση του τομέα της γεωργίας και τον εκσυγχρονισμό των επαγγελματιών αυτής. Επιπλέον, γίνεται προσπάθεια γνωστοποίησης στους επαγγελματίες του τομέα της γεωργίας κάποιων βασικών τεχνολογιών που η χρήση τους μπορεί να βοηθήσει προς αυτήν την κατεύθυνση.

Το **υλικό** της μελέτης αποτέλεσε διεθνής και ελληνική βιβλιογραφία μέσα από συστηματική ανασκόπηση και αναζήτηση μέσα από τις βάσεις δεδομένων Google Scholar και ResearchGate. Τα αποτελέσματα της αναζήτησης της βιβλιογραφίας οδήγησαν στην εύρεση πολλαπλών επιστημονικών άρθρων που έχουν δημοσιευτεί την τελευταία δεκαετία και τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Τα **αποτελέσματα** της ανασκόπησης έδειξαν ότι η δυνατότητα εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης του τομέα της γεωργίας είναι πολύ μεγάλη. Οι αγρότες μπορούν με τη χρήση της τεχνολογίας να ελέγξουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργειά τους και να προβούν στις απαραίτητες ενέργειες ώστε να τους βελτιώσουν, να περιορίσουν το κόστος παραγωγής με κατάλληλη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων (νερό, λίπασμα κλπ) καθώς επίσης και να αντιμετωπίσουν έγκαιρα τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν.

Ο τομέας της γεωργίας έχει αλλάξει. Πλέον στις μέρες μας μπορούμε, μέσω της τεχνολογίας, να ρυθμίσουμε παράγοντες και καταστάσεις που θα βελτιώσουν την παραγωγή μας και δεν είχαμε τη δυνατότητα να το κάνουμε στο παρελθόν. Η βελτίωση του τομέα αυτού δεν αφορά μόνο όσους ασχολούνται με τη γεωργία αλλά και ολόκληρο το κοινωνικό σύνολο καθώς είναι από τους βασικότερους τομείς για την οικονομία και την ανάπτυξη μιας χώρας. Για να επιτύχει αυτός ο εκσυγχρονισμός του γεωργικού επαγγέλματος, σημαντικό ρόλο παίζει η συνεχής ενημέρωση και επιμόρφωση των αγροτών πάνω στους τρόπους με τους οποίους μπορούν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες.

ABSTRACT

The agricultural sector in all countries of the world, as in Greece, is one of the main areas for economic support and should therefore be continually evolving and continually incorporating new technologies and innovations both for production of new improved products and for the overall proper functioning of the sector. At this point, the Internet of Things can prove very helpful, which offers solutions to agricultural problems, helping field professionals improve their products by collecting appropriate data and thus making better decisions for their crops, as well as saving money by properly managing required processes.

The purpose of this paper is to study technologies and innovations as well as the possibilities offered by the Internet of Things and how they can be used to upgrade the agriculture sector and modernize the professionals. In addition, an attempt is being made to notify professionals in the agricultural sector of some key technologies that their use can help in this direction..

The study material was the international and greek bibliography through systematic review and search through the Google Scholar and ResearchGate databases. The results of the bibliography search led to the finding of multiple scientific articles published in the last decade and which were used to write the present work.

The results of the review have shown that the possibility of modernizing and upgrading the agricultural sector is very high. Farmers can use technology to control the factors that affect their cultivation and take the necessary steps to improve them, reduce production costs by appropriately managing the available resources (water, fertilizer etc) as well as to cope promptly with any problems that may arise.

The agricultural sector has changed. Nowadays we can, through technology, regulate factors and situations that will improve our production and we have not been able to do so in the past. The improvement of this sector is not only for those involved in agriculture but also for the whole of society as it is one of the main sectors for the economy and development of a country. In order to achieve this modernization of the agricultural profession, it is important to keep farmers informed and educated on the ways in which they can exploit the potential offered by new technologies.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η αγροτική παραγωγή στην Ελλάδα

1.1.1 Η γεωργία τον 20^ο αιώνα

Αναμφισβήτητα, η ελληνική γεωργία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της ευρωπαϊκής γεωργίας και διέπεται πλήρως από τους κανόνες της ΚΑΠ(Κοινή Αγροτική Πολιτική) ειδικά μετά την προσχώρηση της Ελλάδας στην ΕΕ το 1981. Από τότε, λοιπόν, έχουν πραγματοποιηθεί ριζικές αλλαγές στον τομέα της γεωργίας πολλές από τις οποίες υφίστανται ακόμη και στις μέρες μας. Παρόλα αυτά, την εποχή της εισχώρησης της Ελλάδας στην ΕΕ, ο ελληνικός γεωργικός τομέας, παρόλο που συνέβαλλε σημαντικά στο σύνολο της οικονομίας της χώρας, χαρακτηριζόταν από καθαρά μεσογειακά χαρακτηριστικά και από αδύναμες δομές. Αν και οι αδυναμίες αυτές περιορίστηκαν σε κάποιον βαθμό μετά την εισχώρηση άλλων ευρωπαϊκών χωρών στην ΚΑΠ, συγκεκριμένες εξακολουθούν αν υπάρχουν και να διαφοροποιούν σημαντικά την ελληνική γεωργία από αυτήν της υπόλοιπης Κοινότητας.

Στη χώρα μας, η Χρησιμοποιούμενη Γεωργική Γη (ΧΓΓ) θεωρείται περισσότερο αγροτεμάχια παρά πραγματικές εκμεταλλεύσεις εμπορικού χαρακτήρα καθώς καταλαμβάνει μόνο το 27% (3,5 εκατομμύρια εκτάρια) σε σύγκριση με το 55 – 60% της ΕΕ [1]. Αυτό σημαίνει ότι η γη χρησιμοποιείται για εκμετάλλευση από ανθρώπους που δεν είναι επαγγελματίες γεωργοί με σκοπό την απόκτηση συμπληρωματικού εισοδήματος. Σ' αυτό συνηγορεί η μετακίνηση πολλών αγροτών σε αστικές περιοχές ειδικά από τη δεκαετία του '90 και μετά με αποτέλεσμα την καθιέρωση της γεωργίας ως τη δεύτερη πιο δημοφιλή απασχόληση [1].

Η βιωσιμότητα της ελληνικής γεωργίας κλονίζεται, επίσης, από το γεγονός ότι, η έλλειψη κτηματολογίου και γενικά ρυθμιστικού πλαισίου στη χρήση γης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αξίας της γης, ανεξάρτητα από την παραγωγική της αξία, και αυτό έχει αυξήσει τα κόστη του παραγωγού και λειτουργεί ως εμπόδιο στην επέκταση.

Στη δεκαετία που διανύουμε, ο τομέας της γεωργίας παρουσιάζει πολύ μεγάλες αλλαγές και ο τρόπος με τον οποίο καλλιεργείται η γη είναι εντελώς διαφορετικός από τον τρόπο που γινόταν η καλλιέργειά της τις προηγούμενες δεκαετίες. Πλέον υπάρχουν μεγαλοκαλλιεργητές με σύγχρονα μέσα και πολλές γνώσεις και οι οποίοι οδηγούνται συνεχώς στην αύξηση των εκτάσεων καλλιέργειας για οικονομικούς κυρίως λόγους.

Τα σύγχρονα προβλήματα που αντιμετωπίζονται πλέον στις καλλιέργειες είναι τα ακόλουθα:

- **Η διαχείριση των καιρικών συνθηκών**

Η χώρα μας χαρακτηρίζεται από ζεστό και ξηρό κλίμα. Το γεγονός αυτό δημιουργεί αυξανόμενες ανάγκες για ύδρευση, οι οποίες εξυπηρετούνται από μεγάλες αντλίες νερού καταναλώνοντας ρεύμα αρκετών χιλιάδων ευρώ κάθε καλοκαίρι.

- **Η εκτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκων**

Τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες περνούν από τη φύση στον οργανισμό του ανθρώπου με αποτέλεσμα να έχουν τρομερά αρνητικό αντίκτυπο στην υγεία του. Πέραν τούτου η αλόγιστη χρήση τους αυξάνει σημαντικά το κόστος παραγωγής.

- **Η επαρκής εποπτεία της παραγωγής**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι καλλιεργητές αυξάνουν συνεχώς τις εκτάσεις καλλιέργειας. Οι εκτάσεις αυτές αποτελούνται από έναν μεγάλο αριθμό στρεμμάτων στον οποίο απαιτείται η καθημερινή φυσική παρουσία του καλλιεργητή ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνονται κατακόρυφα τα λειτουργικά έξοδα της επιχείρησης εξαιτίας λόγω της τεράστιας κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων καυσίμων για μετακίνηση.

- **Η υπερβολική λίπανση των καλλιεργειών**

Η ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση για φθηνότερες τροφές οδήγησε στην αλόγιστη χρήση χημικών λιπασμάτων στις καλλιέργειες. Συνέπεια αυτού ήταν η αύξηση του κόστους παραγωγής καθώς και η ευαισθησία των φυτών σε διάφορες ασθένειες με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η χρήση φυτοφαρμάκων.

Ένας τομέας που μπορεί να δημιουργήσει λύσεις που θα συμβάλλουν στον περιορισμό ή ακόμη και στην εξάλειψη των προαναφερθέντων προβλημάτων είναι ο τομέας του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Οι δυνατότητες που προσφέρει ο τομέας αυτός είναι πολλές, όπως έλεγχος απομακρυσμένων συσκευών και δυναμική εποπτεία κατάστασης απομακρυσμένων γεωγραφικά περιοχών.

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων υιοθετείται από ολοένα και περισσότερους επαγγελματίες του αγροτικού τομέα και ειδικότερα, σύμφωνα με την Business Insider, προβλέπεται ότι μέχρι το 2020 οι αγορές συσκευών Έξυπνης Γεωργίας παγκοσμίως θα έχουν πενταπλασιαστεί

(<https://www.businessnews.gr/el/epixeiriseis/tecnologia/cisco-simantiki-ayxisi-stin-cloud-diakinisi-dedomenon.html>).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1 Ορισμός βελτίωσης

Με τον όρο βελτίωση της αγροτικής παραγωγής εννοούμε τη βελτιστοποίηση του τομέα της γεωργίας η οποία θα αποφέρει θετικά αποτελέσματα τόσο στην ελαχιστοποίηση του κόστους όσο και σε θέματα που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και αύξηση στην παραγωγή των εκάστοτε καλλιεργειών [2].

Η αύξηση της παραγόμενης ποσότητας της εκάστοτε καλλιέργειας αποτελεί συνάρτηση πολλών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί μπορεί να είναι η βελτίωση του εδάφους, η δημιουργία ποικιλιών με μεγαλύτερη αντοχή στις συνθήκες και τις ιδιαιτερότητες του εδάφους και του κλίματος κάθε περιοχής καθώς επίσης η βελτίωση της συγκομιδής [2].

2.2 Άξονες βελτίωσης

Είναι σημαντικό να εξετασθούν αναλυτικότερα οι παράγοντες που αναφέρονται παραπάνω καθώς αυτοί επωμίζονται το μεγαλύτερο κομμάτι της ευθύνης της βελτίωσης της αγροτικής παραγωγής και μέσω αυτών μπορούμε με ελάχιστο κόστος κατανάλωσης σε πρώτες ύλες και πόρους να επιτύχουμε τη μέγιστη αύξηση της παραγόμενης ποσότητας των καλλιεργειών.

2.2.1 Βελτίωση εδάφους

Προτού προχωρήσουμε στους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να βελτιώσουμε το έδαφος, θα ήταν χρήσιμο να αναφερθούμε σε κάποιες ιδιότητες του και σε λειτουργίες τις οποίες επιτελεί.

2.2.2 Ιδιότητες εδάφους

Η βασικότερη ιδιότητα κάθε εδάφους είναι ο βαθμός της γονιμότητάς του. Η γονιμότητα καθορίζει τον βαθμό προμήθειας των φυτών με νερό, θρεπτικά στοιχεία και αέρα προκειμένου να δημιουργήσει ένα κατάλληλο περιβάλλον ανάπτυξης και εξέλιξης των φυτών [3].

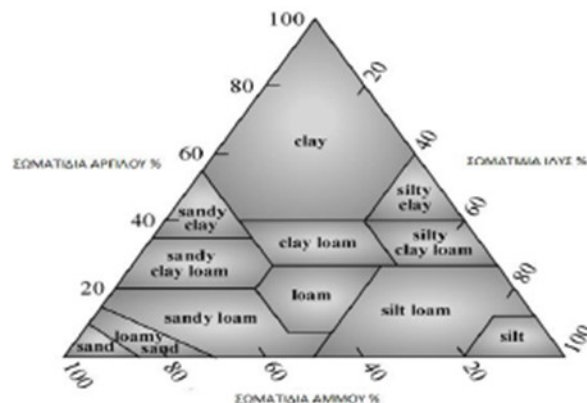
Δεν έχουν, όμως, όλα τα εδάφη τον ίδιο βαθμό γονιμότητας. Υπάρχουν εδάφη με μικρή ή με περιορισμένη γονιμότητα εξαιτίας της προέλευσής τους. Επιπλέον, υπάρχει και μία κατηγορία εδάφους με μεγάλη γονιμότητα η οποία, όμως, εξαιτίας άστοχων επιλογών καλλιέργειας έχει μειωθεί με συνέπεια να υπάρχουν απώλειες στο γόνιμο επιφανειακό έδαφος [4].

Πέρα από τη γονιμότητα, το έδαφος χαρακτηρίζεται από διάφορες άλλες ιδιότητες που μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Φυσικές ιδιότητες**

Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους αφορούν την υφή του, το χρώμα, τη δομή, το πορώδες, την πυκνότητα, τη συνοχή και τον αέρα. Η υφή σχετίζεται με την ποσότητα της άμμου, της ύλης και του αργίλου που συναντώνται μέσα στο έδαφος. Το χρώμα του εδάφους αφορά την ποσότητα της οργανικής ύλης και του νερού που βρίσκονται μέσα σε αυτό. Η δομή άφορα τη διάταξη των σωματιδίων που βρίσκονται μέσα στο έδαφος σε διάφορα γεωμετρικά σχήματα και μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με τα σχήματα, το μέγεθος και τη σταθερότητα του εδάφους [5]. Η δομή είναι από τις βασικές ιδιότητες ενός εδάφους, καθώς ένα έδαφος με κακή δομή θα έχει σαν αποτέλεσμα και μία χαμηλή συγκομιδή. Το πορώδες, όπως μαρτυρά και η ονομασία του, έχει σχέση με τον όγκο των πόρων ενώ η πυκνότητα του εδάφους ορίζεται από την αναλογία βάρους ξηρού εδάφους /όγκο εδάφους. Με το πορώδες σχετίζεται και ο αέρας ο οποίος εντοπίζεται στους πόρους του εδάφους και η σύνθεση του δεν είναι σταθερή. Τέλος, η συνοχή του εδάφους αφορά το γεγονός κατά πόσο το έδαφος είναι ικανό να αντισταθεί σε διάφορες παραμορφώσεις και θραύσεις λόγω πιέσεων [5].

Η παρακάτω εικόνα μας δείχνει τα ποσοστά με τα οποία τα διάφορα σωματίδια υπάρχουν μέσα στο έδαφος:



Εικόνα 1: Σωματίδια που υπάρχουν στο έδαφος [6]

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις επιδράσεις των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και των δεικτών ποιότητάς του στην ανάπτυξη των φυτών επηρεάζοντας την κίνηση του νερού, του αέρα, των θρεπτικών συστατικών καθώς επίσης και το βάθος των ριζών στο έδαφος [7].

ΕΛΑΦΙΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΚΙΝΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΑ	ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΡΙΖΑΣ
Υφή	X	X
Δομή	X	X
Βάθος	X	X
Βάθος για αδιάβροχο στρώμα	X	X
Διήθηση	X	
Υδραυλική αγωγιμότητα	X	
Πορώδες και μακροπόροι	X	X
Δυναμικό εδάφους-νερού	X	
Ικανότητα συγκράτησης	X	
Τάξη αποστράγγισης	X	X
Μαζική πυκνότητα	X	X

Πίνακας 1: Φυσικές ιδιότητες και δείκτες ποιότητας εδάφους [7]

- **Χημικές ιδιότητες**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, κάθε έδαφος αποτελείται από στερεά στοιχεία, υγρά και αέρια καθώς επίσης και από διάφορες οργανικές και ανόργανες ουσίες. Επιπλέον, όπως είναι φυσικό, περιέχουν ιόντα, άλατα, οξέα και βάσεις. Οι χημικές ιδιότητες του εδάφους, λοιπόν, αφορούν την ικανότητά του να ανταλλάσσει ιόντα, το pH και το Eh. Το pH είναι ο αρνητικός αλγόριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στα εδάφη [5] και αφορά την διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών και την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Μπορεί να μετρηθεί, και ανάλογα με την τιμή του όπου τα εδάφη χωρίζονται σε όξινα και αλκαλικά. Το εύρος των τιμών του pH που είναι το καλύτερο για τα φυτά είναι μεταξύ 5,5 και 8,5 [7]. Το Eh είναι το δυναμικό οξειδοαναγωγής το οποίο δείχνει την τάση του εδάφους να μειώνεται ή να οξειδώνεται. Παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία του εδάφους [5].

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις επιδράσεις των χημικών ιδιοτήτων του εδάφους και των δεικτών ποιότητάς του στην ανάπτυξη των φυτών επηρεάζοντας την κίνηση του νερού, του αέρα, των θρεπτικών συστατικών καθώς επίσης και το βάθος των ριζών στο έδαφος [7].

ΧΗΜΙΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΚΙΝΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΑ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΤΗΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ	ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΡΙΖΑΣ
pH		X	
Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων		X	
Περιεκτικότητα σε οργανική ύλη	X	X	X
Νιτρικό άζωτο		X	
Οργανικό άζωτο		X	
Ολικός ή υδατοδιαλυτός φώσφορος		X	
Ολικό ή υδατοδιαλυτό κάλιο		X	
Μικροθρεπτικά συστατικά		X	
Ορυκτολογία πηλού	X	X	X
Αλατότητα ή ηλ. αγωγιμότητα	X	X	
Τοξικά ιόντα ή βαρέα μέταλλα		X	

Πίνακας 2: Χημικές ιδιότητες και δείκτες ποιότητας εδάφους [7]

- **Βιολογικές ιδιότητες**

Οι βιολογικές ιδιότητες του εδάφους σχετίζονται με τους μικροοργανισμούς που ζουν και αναπτύσσονται μέσα σε αυτό. Οι οργανισμοί αυτοί εκτελούν διάφορες διεργασίες με σκοπό την ανάπτυξη και αναπαραγωγή τους. Έχουν ρόλο στην φωτοσύνθεση, αναπνοή και αναπαραγωγή, στην σύνθεση και κατανάλωση οργανικής ύλης και στην αποσύνθεση. Όλα αυτά έχουν επίδραση στην γονιμότητα και παραγωγικότητα του εδάφους [5].

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις επιδράσεις των βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους και των δεικτών ποιότητάς του στην ανάπτυξη των φυτών επηρεάζοντας την κίνηση του νερού, του αέρα, των θρεπτικών συστατικών καθώς επίσης και το βάθος των ριζών στο έδαφος [7].

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΚΙΝΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΑ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ	ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΡΙΖΑΣ
Αριθμός γαιοσκωλήκων	X	X	X
Ρυθμός αναπνοής		X	
Μικροβιακή ποικιλότητα		X	
Σύνθεση οργανικής ύλης	X	X	X
Βάθος ρίζας φυτών	X	X	X

Πίνακας 3:Βιολογικές ιδιότητες και δείκτες ποιότητας εδάφους [7]

Προκειμένου να βελτιώσουμε την ποιότητα του εδάφους, θα πρέπει να βρούμε λύσεις στις διάφορες απειλές. Παρακάτω παρουσιάζονται δύο από τις κυριότερες απειλές που αντιμετωπίζει κάθε είδος εδάφους μαζί με κάποιες προτάσεις για την μείωση ή την εξάλειψή τους.

- **Ερημοποίηση**

Ονομάζεται αλλιώς και απερίημωση. Η ερημοποίηση δεν παρουσιάζεται σε κάθε είδος εδάφους αλλά κυρίως σε αυτά που βρίσκονται σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές. Οι λόγοι εμφάνισης της ποικίλουν και μπορεί να είναι οι κλιματολογικές συνθήκες, η διάβρωση του εδάφους, η αλάτωση, η έντονη κλίση που παρουσιάζουν κάποια εδάφη κλπ [8].

Για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης, η οποία αναγνωρίζεται ως μείζον κίνδυνος για τη βιοποικιλότητα αλλά και για τις καλλιέργειες, υπάρχουν διάφοροι τρόποι.

Προκειμένου να σταθεροποιηθεί το έδαφος μπορούν να φυτευτούν φυτά ή δέντρα κατά του ανέμου. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η αιολική διάβρωση του εδάφους και η εξάτμιση του νερού από το έδαφος από τον άνεμο. Επιπλέον, ο Πέτερ Βέστερβελντ, για τον ίδιο λόγο επινόησε τη μέθοδο εκσκαφής τάφρων παράλληλων με τις ισοϋψείς καμπύλες της τοπογραφίας της περιοχής, αποτρέποντας έτσι το νερό από το να ρεύσει μέσα τους και να προκαλέσει διάβρωση. Ένας ακόμη τρόπος για τον εμπλουτισμό του εδάφους που μπορεί να οδηγήσει σε αποδοτικότερες καλλιέργειες είναι η αποκατάσταση της γονιμότητάς του μέσα από κάποια συγκεκριμένα είδη φυτών. Τέτοια φυτά μπορεί να είναι τα όσπρια τα οποία χάρη σε συμβιωτικές σχέσεις με αζωτοβακτήρια μπορούν να δεσμεύουν το άζωτο του αέρα στο έδαφος καθώς επίσης και το κριθάρι, τα φασόλια και η χουρμαδιά. Τέλος, μπορεί να γίνει χρήση άμμου για κατασκευή φρακτών για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους [9].

• Αλατότητα

Ο όρος αλατότητα σημαίνει συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων άλατος στο επιφανειακό στρώμα [10]. Με τον όρο άλατα εννοούμε το νάτριο, το μαγνήσιο και το ασβέστιο. Το φαινόμενο της αλατότητας μπορεί να έχει πολύ βλαβερές συνέπειες για τις καλλιέργειες όπως χαμηλή γονιμότητα εδάφους, μείωση της ικανότητας του εδάφους να διατηρεί το εδαφικό νερό καθώς και δημιουργία προβλημάτων στα συστήματα ύδρευσης [10]. Το αλάτι παρεμποδίζει την ανάπτυξη των φυτών, περιορίζοντας την απορρόφηση θρεπτικών ουσιών και μειώνοντας την ποιότητα του ύδατος που είναι διαθέσιμο για κάθε φυτό. Επίσης, επηρεάζει τον μεταβολισμό των οργανισμών του εδάφους, μειώνοντας σημαντικά τη γονιμότητα του εδάφους.

Ένας τρόπος αντιμετώπισης του φαινομένου της αλατότητας είναι η χρήση καλής ποιότητας συστημάτων ύδρευσης και αποστράγγισης, χρησιμοποιώντας ως νερό άρδευσης ύδατα με χαμηλή συγκέντρωση αλάτων και λιγότερο από την επιτρεπόμενη χρήση των υπόγειων υδάτων.

• Άλλοι τρόποι βελτίωσης του εδάφους

Διατήρηση και αύξηση της οργανικής ουσίας

Η περιεκτικότητα του εδάφους είναι μια ιδιότητα που παίζει καθοριστικό ρόλο στη γονιμότητα του και συνεπώς ενδιαφέρει άμεσα τους αγρότες καθώς επηρεάζει την παραγωγικότητα των καλλιεργειών και το κόστος λίπανσης. Οι καλλιεργητές πρέπει να λαμβάνουν μέτρα με στόχο την διατήρηση και την αύξηση της οργανικής ουσίας και της βιολογικής δραστηριότητας στο έδαφος ιδιαίτερα σε εδάφη που παρουσιάζουν μεγάλο κίνδυνο συμπίεσης και διάβρωσης. Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένα μέτρα διατήρησης και αύξησης της οργανικής ουσίας των εδαφών: Οργανική λίπανση των αγροτεμαχίων με προσθήκη χωνεμένης κοπριάς, όταν είναι εύκολη η εξεύρεση της, ή άλλων οργανικών ουσιών. Τεχνητή φυτοκάλυψη του εδάφους. Το φθινόπωρο σπέρνεται το κατάλληλο για τον τύπο του εδάφους φυτό (ψυχανθές, σιτηρά) – συνήθως κατά λωρίδες μεταξύ των γραμμών των δένδρων – και στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης αυτά ενσωματώνονται στο έδαφος (χλωρή λίπανση) ή αποξηραίνονται με ένα μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο και αφήνονται στην επιφάνεια.

Σπορά

Πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη σπορά. Αυτοί είναι διάφορες εδαφικές, κλιματικές συνθήκες και συνθήκες υγρασίας καθώς επίσης και η ποιότητα του σπόρου που πρόκειται να καλλιεργηθεί (βλαστικότητα, βάρος). Οι συνιστώμενες ποσότητες είναι 6 έως 15 κιλά.

Επίσης, η σπορά δεν θα πρέπει να γίνεται οποιαδήποτε εποχή του χρόνου. Συνήθως πραγματοποιείται τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο και θα πρέπει να γίνεται σε γραμμές. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών κυμαίνονται από 14-20

cm και επί της γραμμής είναι 2,5-5 cm(150 χιλ φ/στρ).Το σύννηθες βάθος σποράς είναι 2,5-5 cm.Το μεγαλύτερο βάθος εφαρμόζεται σε ελαφρά χωράφια, πρώιμη σπορά και σε συνθήκες έλλειψης υγρασίας.

2.2.3 Βελτίωση ιδιοτήτων

Με τον όρο βελτίωση ιδιοτήτων εννοούμε τη δημιουργία νέων βελτιωμένων ποικιλιών φυτών οι οποίες είναι περισσότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες, σε διάφορες ασθένειες, έχουν ανάγκη από λιγότερους πόρους όπως νερό, λίπασμα κλπ και έχουν στόχο να παράγουν την ίδια ποσότητα καρπών.

2.2.4 Βελτίωση Συγκομιδής

Η βελτίωση συγκομιδής αφορά τη δημιουργία νέων τρόπων καλλιέργειας,την δημιουργία νέων μηχανών συγκομιδής, λιπασμάτων, εντομοκτόνων και άλλων εξωγενών παραγόντων.

2.2.5 Ο ρόλος της τεχνολογίας στην αγροτική παραγωγή

Αδιαμφισβήτητα η τεχνολογία στις μέρες μας έχει διεισδύσει σε όλους τους τομείς της κοινωνίας. Ο τομέας της γεωργίας δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστος. Η τεχνολογία αποτελεί ζωτικό παράγοντα στην αγροτική παραγωγή και στην γεωργία γενικότερα, καθώς η σωστή χρήση των διάφορων τεχνολογικών εφαρμογών μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της παραγωγής, στην ικανοποίηση των αναγκών τόσο των ανθρώπων όσο και του περιβάλλοντος.

Η παρουσία των ήδη υπάρχουσών τεχνολογιών αλλά και η χρησιμοποίηση και ο συνδυασμός τους για τη δημιουργία νέων μπορούν να δημιουργήσουν νέες δυνατότητες, οι οποίες θα βοηθούν τους επαγγελματίες του τομέα να αξιοποιούν συνεχώς στο μέγιστο τις πληροφορίες που τους παρέχονται για τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών τους αλλά και της ποσότητας της παραγόμενης συγκομιδής.

Ορισμένες από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στον τομέα της γεωργίας και της αγροτικής παραγωγής είναι οι ακόλουθες:

- **Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών**

Τα συστήματα αυτά είναι Πληροφοριακά συστήματα που παρέχουν διάφορες δυνατότητες σχετικά με κάποιον χώρο, όπως συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων. Στην περίπτωση του τομέα της γεωργίας, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθεί η απόδοση μιας καλλιέργειας, να γίνουν αναλύσεις εδάφους καθώς και να βρεθούν τρόποι βελτίωσης του. Με τα συστήματα αυτά μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά η παραγωγή μέσω μελετών που γίνονται για τη χρήση του καλλιεργήσιμου εδάφους και των αποτελεσμάτων που εξάγονται μέσα από αυτές προτείνοντας άμεσες λύσεις.

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών μπορούν να πραγματοποιήσουν ανάλυση των χωρικών δεδομένων καθώς και να τα αποδώσουν μέσω αναλογικών (διαγράμματα, εκτυπώσεις έντυπου υλικού) ή ψηφιακών μέσων (διαδραστικοί χάρτες). Τα συστήματα αυτά παρέχουν τη δυνατότητα στον χρήστη να συνδέσει τη χωρική με την περιγραφική πληροφορία. Αυτό πραγματοποιείται:

- ο Μέσω του σχεσιακού μοντέλου δεδομένων στο οποίο τα περιγραφικά δεδομένα τοποθετούνται χωριστά σε πίνακα και εν συνεχεία πραγματοποιείται συσχέτιση με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.
- ο Μέσω του αντικειμενοστραφούς μοντέλου δεδομένων όπου γίνεται χρήση αντικειμένων για τη συγχώνευση των περιγραφικών και των χωρικών δεδομένων.

Οι βασικές χρήσεις των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στον τομέα της γεωργίας είναι οι ακόλουθες:

- ο Χαρτογράφηση δεδομένων
- ο Ανάλυση εγγύτητας
- ο Ζώνες ασφάλειας
- ο Ομαδοποίηση δεδομένων
- ο Χωρικός εντοπισμός
- ο Εύρεση στοιχείων για μία περιοχή
- ο Ανάλυση περιοχής

• Ηλεκτρονικό εμπόριο

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το ηλεκτρονικό εμπόριο είναι η ψηφιακή έκδοση του κανονικού εμπορίου. Οι επαγγελματίες του τομέα της γεωργίας μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητες του ηλεκτρονικού εμπορίου προκειμένου να επεκτείνουν τις επιχειρήσεις τους προωθώντας τα προϊόντα τους τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές επίπεδο.

• Συστήματα Υποστήριξης / Λήψης Αποφάσεων

Οι επαγγελματίες που ασχολούνται στον τομέα της γεωργίας είναι απαραίτητο να παίρνουν σημαντικές αποφάσεις όσον αφορά τη βελτίωση των καλλιεργειών τους. Στην κατεύθυνση αυτή, σημαντικός «σύμμαχος» των αγροτών αποτελούν τα Συστήματα Υποστήριξης και Λήψης αποφάσεων. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να προσφέρει τόσο προτάσεις όσο και συμβουλές χρησιμοποιώντας διάφορες πληροφορίες ακόμα και από την ήδη υπάρχουσα παραγωγή, τις τάσεις της αγοράς καθώς και αντίστοιχες βάσεις δεδομένων παρέχοντας έτσι σημαντική βοήθεια στη λήψη αποφάσεων με ελαχιστοποίηση σφαλμάτων.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται στον γεωργικό τομέα κατά κόρον προσφέροντας μεγάλες δυνατότητες στους αγρότες:

- ο Ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- ο Αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών
- ο Μείωση των εισροών εργασία και των αγροτικών εφοδίων

Κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων συστημάτων είναι τα ακόλουθα:

- ο Συστήματα που χρησιμοποιούν αισθητήρες και οθόνες εγκατεστημένες στο χωράφι, οι οποίες είναι συνδεδεμένες στο ίντερνετ και ενημερώνουν τους χρήστες σχετικά με την υγρασία και τη θερμοκρασία του εδάφους, τη θερμοκρασία του αέρα, την υγρασία, την ακτινοβολία του ήλιου, την υγρασία των φύλλων, τις βροχοπτώσεις και τα μποφόρ του ανέμου παρέχοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα προβολής των δεδομένων αυτών σε συσκευή κινητού τηλεφώνου.

- ο Γεωργικά προϊόντα, όπως καθοδήγηση και οργάνωση, υπηρεσίες διόρθωσης, έλεγχος ροής και εφαρμογών, παρακολούθηση απόδοσης και διαχείριση νερού, καθώς και λογισμικά όπως για παράδειγμα λογισμικό αγροκτήματος, λογισμικό συμβούλων, λογισμικό για το λιανικό εμπόριο και λογισμικό για την επεξεργασία των τροφίμων και αγρονομικές υπηρεσίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (ΔτΠ)

3.1 Ιστορικά στοιχεία για το ΔτΠ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι μία σχετικά καινούργια έννοια. Παρόλα αυτά, ο συνδυασμός υπολογιστών και δικτύων για την παρακολούθηση αλλά και τον έλεγχο των συσκευών υπάρχει εδώ και πολλές δεκαετίες. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι από τα τέλη της δεκαετίας του '70 τα συστήματα τηλεπαρακολούθησης των ηλεκτρικών δικτύων μέσω τηλεφωνικών γραμμών χρησιμοποιούνταν εμπορικά [11]. Η συνέχεια έγινε στη δεκαετία του 1990, όπου η ραγδαία ανάπτυξη της ασύρματης τεχνολογίας επέτρεψε την διάδοση των επιχειρησιακών και βιομηχανικών λύσεων «από μηχανή σε μηχανή» (machine – to – machine ή M2M) για την παρακολούθηση και τη λειτουργία του εξοπλισμού. Τη βάση για αυτές τις M2M λύσεις αποτέλεσαν κλειστά δίκτυα τα οποία δημιουργήθηκαν για συγκεκριμένους σκοπούς και σε ειδικά πρότυπα ή βιομηχανικά πρότυπα, παρά σε δίκτυα βασισμένα στο πρωτόκολλο Internet(IP) και σε πρότυπα διαδικτύου [12].

Η χρήση του IP για τη σύνδεση συσκευών εκτός των υπολογιστών στο Διαδίκτυο δεν είναι μια νέα ιδέα. Η πρώτη "συσκευή" στο Διαδίκτυο - μια τοστιέρα με δυνατότητα IP που θα μπορούσε να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί μέσω του Διαδικτύου - παρουσιάστηκε σε μια διάσκεψη στο Internet το 1990 [13]. Τα επόμενα χρόνια, άλλα "πράγματα" συνδέθηκαν με IP, όπως μία μηχανή αναψυκτικών στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon στις Η.Π.Α. και μία καφετιέρα στο Trojan Room στο Πανεπιστήμιο του Cambridge στο Ηνωμένο Βασίλειο (το οποίο παρέμεινε συνδεδεμένο στο Internet μέχρι το 2001) [14].

Οι βάσεις για το Διαδίκτυο των πραγμάτων τέθηκαν από τον Kevin Ashton το 2000 στο εργαστήριο AutoID του MIT. Η ιδέα αυτή προέκυψε καθώς ο Ashton έψαχνε τρόπους ώστε η Proctor&Gamble θα μπορούσε να βελτιώσει τις δραστηριότητές της συνδέοντας τις πληροφορίες RFID με το Διαδίκτυο. Σε άρθρο του για το περιοδικό RFID το 1999, ο Ashton έγραψε (2009):

"Αν είχαμε υπολογιστές που γνώριζαν όσα ήταν γνωστά για τα πράγματα - χρησιμοποιώντας δεδομένα που θα συλλέγονταν χωρίς καμία βοήθεια από εμάς - θα μπορούσαμε να εντοπίσουμε και να μετρήσουμε τα πάντα, μειώνοντας τα απόβλητα, τις ζημιές και το κόστος. Θα γνωρίζαμε τότε τα πράγματα έπρεπε να αντικατασταθούν, να επισκευαστούν ή να ανακληθούν, και αν ήταν φρέσκα ή εάν υπήρξαν και σε καλύτερη κατάσταση. Πρέπει να ενδυναμώσουμε τους υπολογιστές με τα δικά τους μέσα συγκέντρωσης πληροφοριών, ώστε να μπορούν να δουν, να ακούσουν και να μυρίσουν τον κόσμο για τον εαυτό τους, σε όλη την τυχαία δόξα του. Η τεχνολογία του RFID και των αισθητήρων επιτρέπει στους υπολογιστές να

παρατηρούν, να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τον κόσμο - χωρίς τους περιορισμούς των δεδομένων που έχουν εισαχθεί από τον άνθρωπο.

3.2 Ορισμός ΔτΠ

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει παγκόσμιο ενδιαφέρον για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων εντούτοις δεν υπάρχει ένας ενιαίος, διεθνώς αποδεκτός ορισμός. Υπάρχει μία ποικιλία ορισμών οι οποίοι χρησιμοποιούνται από διαφορετικές ομάδες προκειμένου να περιγράψουν ή να προωθήσουν μία συγκεκριμένη άποψη για το τι σημαίνει ΔτΠ και ποια είναι τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του. Κάποιοι από τους ορισμούς αυτούς εισάγουν την έννοια του Διαδικτύου και καθορίζουν το IP(Internet Protocol) ενώ άλλοι όχι.

Από την πληθώρα ορισμών που υπάρχει για το ΔτΠ, θα αναφέρουμε στο τμήμα που ακολουθεί τους σημαντικότερους από αυτούς:

- **Η Αρχή Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου αναφέρει για το ΔτΠ:**

"Ο όρος "Διαδίκτυο των Πραγμάτων" υποδηλώνει μία τάση όπου ένας μεγάλος αριθμός συνδεδεμένων συσκευών χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες επικοινωνίας που προσφέρονται από τα πρωτόκολλα του Διαδικτύου. Πολλές από αυτές τις συσκευές, συχνά αποκαλούμενες "έξυπνα αντικείμενα", δεν χρησιμοποιούνται άμεσα από τον άνθρωπο, αλλά υπάρχουν ως συστατικά σε κτίρια ή σε οχήματα ή στο περιβάλλον." [15]

- **Ένας ακόμη ορισμός προέρχεται από την σύσταση ITU-TY 2060, η οποία αναφέρει ότι:**

"Το Διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελεί μία παγκόσμια υποδομή για την κοινωνία της πληροφορίας, που επιτρέπει προηγμένες υπηρεσίες μέσω της διασύνδεσης, φυσικών και εικονικών, πραγμάτων με βάση την υφιστάμενη και την σε εξέλιξη διαλειτουργικότητα των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας.

Σημείωση 1: Μέσω της αξιοποίησης των δυνατοτήτων αναγνώρισης, συλλογής, επεξεργασίας και επικοινωνίας, το ΔτΠ χρησιμοποιεί πλήρως τα πράγματα για να προσφέρει υπηρεσίες σε κάθε είδους εφαρμογές, εξασφαλίζοντας παράλληλα ότι πληρούνται οι απαιτήσεις ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής.

Σημείωση 2: Από μια ευρύτερη προοπτική, το ΔτΠ μπορεί να θεωρηθεί ως όραμα με τεχνολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις." [16]

- **IEEE Communications Magazine**

"Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) είναι ένα πλαίσιο στο οποίο όλα τα πράγματα έχουν παρουσίαση και παρουσία στο Διαδίκτυο. Πιο συγκεκριμένα, το Διαδίκτυο των πραγμάτων στοχεύει στην προσφορά νέων εφαρμογών και υπηρεσιών γεφύρωσης του φυσικού και εικονικού κόσμου, όπου οι επικοινωνίες

Μηχανή προς Μηχανή (M2M) αντιπροσωπεύουν την επικοινωνία βάσης που επιτρέπει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πραγμάτων και των εφαρμογών στο cloud" [17].

- **Oxford Dictionaries:**

"Το ΔτΠ είναι η διασύνδεση μέσω του Διαδικτύου με υπολογιστικές συσκευές ενσωματωμένες σε καθημερινά αντικείμενα, που τους επιτρέπουν να στέλνουν και να λαμβάνουν δεδομένα" [18].

- **Τέλος, η Wikipedia δίνει τον εξής ορισμό για το ΔτΠ:**

"Το ΔτΠ είναι το δίκτυο των φυσικών αντικειμένων ή "πραγμάτων", ενσωματωμένο με ηλεκτρονικά, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα έτσι ώστε να μπορέσει να επιτευχθεί η μεγαλύτερη αξία και η καλύτερη εξυπηρέτηση μέσω ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ του κατασκευαστή, του χειριστή ή/και άλλων συνδεδεμένων συσκευών. Κάθε πράγμα είναι μοναδικά αναγνωρίσιμο μέσω του ενσωματωμένου συστήματος, αλλά είναι σε θέση να συνεργάζεται με την υφιστάμενη υποδομή του Διαδικτύου" [19].

Όλοι οι παραπάνω ορισμοί περιγράφουν σενάρια στα οποία η συνδεσιμότητα του δικτύου και η ικανότητα των μέσων της πληροφορικής περιλαμβάνει μία πληθώρα αντικειμένων, συσκευών, αισθητήρων και αντικειμένων της καθημερινότητάς μας τα οποία δεν λαμβάνονται υπόψη ως υπολογιστές, καθιστώντας τους ικανές να δημιουργούν, να ανταλλάσσουν και να καταναλώνουν δεδομένα, συχνά με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση. Σημαντικό είναι να κατανοήσουμε ότι οι ορισμοί που δίνονται για το ΔτΠ δεν διαφωνούν μεταξύ τους, απλά υπογραμμίζουν διαφορετικές πτυχές του φαινομένου του ΔτΠ από διαφορετικά σημεία εστίασης και χρήσης [20].

3.3 Κύρια χαρακτηριστικά του ΔτΠ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, από τεχνικής άποψης, δεν προέκυψε μόνο από ένα είδος τεχνολογίας αλλά είναι αποτέλεσμα διάφορων τεχνολογιών που η μία συμπληρώνει την άλλη. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προσφέρει πολλές διαφορετικές δυνατότητες, όπως η επικοινωνία, ο έλεγχος, οι αυτοματισμοί και η εξοικονόμηση κόστους [21] οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικότερα στο τμήμα που ακολουθεί:

- **Επικοινωνία**

Με τον όρο επικοινωνία εννοούμε τη δυνατότητα που έχουν τα αντικείμενα να συνεργάζονται και να δικτυώνονται είτε με πόρους του Διαδικτύου ή το ένα με το άλλο, να κάνουν χρήση των δεδομένων και των υπηρεσιών και να ενημερώνουν την κατάστασή τους.

Το ΔτΠ μπορεί να επικοινωνεί με ανθρώπους, συστήματα και δεδομένα από αισθητήρες προκειμένου να ενημερωθεί για την κατάσταση του εξοπλισμού (ενεργοποιημένος ή απενεργοποιημένος, φορτισμένος, πλήρης ή άδειος).

Υπάρχουν πολλά τέτοια παραδείγματα, όπως το σύστημα HVAC το οποίο με δυνατότητα ΔτΠ μπορεί να αναφέρει αν ο αέρας είναι καθαρός και αν λειτουργεί σωστά. Στον τομέα της γεωργίας, για παράδειγμα, το ΔτΠ χρησιμοποιείται από τους καλλιεργητές για να μειώσουν την κατανάλωση νερού και λιπασμάτων, τον περιορισμό των αποβλήτων και τη βελτίωση της ποιότητας ή της απόδοσης των προϊόντων τους. Αυτό επιτυγχάνεται με παρακολούθηση του μικροκλίματος σε κάθε περιοχή, παρακολούθηση των αλλαγών της θερμοκρασίας και υγρασίας σε ολόκληρη την καλλιεργήσιμη έκταση και την μετακίνηση των ευπαθών προϊόντων στις αποθήκες για να προφυλαχθούν.

- **Εξοικονόμηση κόστους**

Το ΔτΠ χρησιμοποιείται από πολλές επιχειρήσεις για μείωση των δαπανών τους. Το ίδιο ισχύει και για τις μεγάλες εταιρίες που έχουν βιομηχανοποιήσει τη γεωργία καθώς και για τους μικροκαλλιεργητές. Μία τέτοια περίπτωση είναι η συνεργασία των επαγγελματιών της γεωργίας με τεχνολογικές εταιρίες ώστε να βρεθούν τρόποι μείωσης της χρήσης νερού και λιπασμάτων μέσω αισθητήρων εδάφους και ανάλυσης δεδομένων που θα αποφέρει ελαχιστοποίηση των εξόδων.

- **Έλεγχος και αυτοματισμοί**

Στο ΔτΠ τα αντικείμενα έχουν τη δυνατότητα να τοποθετούνται και να διευθυνσιοδοτούνται μέσω της ανεύρεσης ή το όνομα των υπηρεσιών και έτσι έχουν τη δυνατότητα να επιβεβαιώνονται ή να ρυθμίζονται από απόσταση. Υπάρχουν πολλές τέτοιες περιπτώσεις όπου μία επιχείρηση ή ένας καλλιεργητής επιθυμεί να ρυθμίζει και να ελέγχει μία συσκευή από απόσταση. Για παράδειγμα, μια επιχείρηση μπορεί να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει από απόσταση ένα συγκεκριμένο εξοπλισμό ή να ρυθμίσει τη θερμοκρασία σε ένα περιβάλλον που ελέγχεται από το κλίμα. Αυτό γίνεται εφικτό με τη βοήθεια αισθητήρων μέσω των οποίων συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον, την υγρασία κλπ και ο έλεγχος μπορεί να γίνει μέσω ενός κινητού τηλεφώνου.

Κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά – απαιτήσεις του ΔτΠ είναι τα ακόλουθα [22]:

- **Heterogeneity (Ανομοιογένεια):** Το ΔτΠ χαρακτηρίζεται από μεγάλη ανομοιογένεια, λόγω του μεγάλου αριθμού διαφορετικών συσκευών που είναι συνδεδεμένες. Η διαχείριση και η υποστήριξη διαφορετικών συσκευών/τεχνολογιών/ υπηρεσιών/ περιβαλλόντων, αποτελεί βασική απαίτηση του ΔτΠ.

- **Scalability (Επεκτασιμότητα):** Δισεκατομμύρια αντικείμενα επικοινωνούν μεταξύ τους. Η αποτελεσματική διαχείριση του μεγάλου όγκου των ανταλλασσόμενων δεδομένων, των πόρων και των λειτουργιών είναι απαραίτητη προϋπόθεση ορθής λειτουργίας του ΔτΠ.

- **Flexibility (Ευελιξία):** Απαιτείται δυναμική διαχείριση και επαναπρογραμματισμός των συσκευών, καθώς η κατάστασή τους μεταβάλλεται

διαρκώς (π.χ. συνδεδεμένο/αποσυνδεδεμένο, ενεργοποίηση/απενεργοποίηση λειτουργίας ύπνου).

- **Secure environment (Ασφάλεια):** Το IoT πρέπει να εγγυηθεί ασφαλές περιβάλλον και αξιόπιστο δίκτυο, παρέχοντας ασφάλεια στις επικοινωνίες μέσω της ταυτοποίησης των συσκευών και των χρηστών, διατηρώντας την ακεραιότητα των δεδομένων και των συσκευών και προστατεύοντας τα προσωπικά δεδομένα.
- **Quality of Service (QoS - Ποιότητα υπηρεσιών):** Η εγγύηση υψηλής ποιότητας παρεχόμενων υπηρεσιών και εφαρμογών έχει μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα όταν οι εφαρμογές αυτές πραγματεύονται real time πληροφορίες.

3.4 Αρχιτεκτονική του ΔτΠ

Η αρχιτεκτονική του ΔτΠ που έχει επικρατήσει είναι αυτήν των τριών επιπέδων [23] [24]. Τα επίπεδα αυτά είναι:

- **Perception Layer (Επίπεδο Αντίληψης)**

Σκοπός αυτού του επιπέδου είναι η αναγνώριση των αντικειμένων και η συλλογή πληροφοριών από αυτά. Στη βιβλιογραφία συναντάται συχνά και ο όρος "επίπεδο έξυπνων αντικειμένων" ή "επίπεδο αισθητήρων". Το επίπεδο αντίληψης μπορεί να περιλαμβάνει κάμερες, αισθητήρες, ενεργοποιητές, ετικέτες RFID, GPS, τερματικά και δίκτυα αισθητήρων.

- **Network Layer (Επίπεδο Δικτύου)**

Βασική λειτουργία του επιπέδου δικτύου αποτελεί η ορθή και γρήγορη δρομολόγηση και μετάδοση των πακέτων σε ένα δίκτυο. Στο επίπεδο αυτό περιλαμβάνονται τεχνολογίες δικτύων, όπως ασύρματα ή ενσύρματα δίκτυα και τοπικά δίκτυα (LAN). Τα κυριότερα μέσα, για τη μετάδοση των πληροφοριών, είναι τα FTTx, 3G/4G, WiFi, ETHERNET, Bluetooth, ZigBee και η τεχνολογία υπέρυθρων (infrared). Επιπλέον, στο επίπεδο αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί η αποθήκευση και η επεξεργασία ενός μεγάλου αριθμού δεδομένων.

- **Application Layer (Επίπεδο Εφαρμογής)**

Το επίπεδο εφαρμογής είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία των ληφθέντων δεδομένων από το επίπεδο δικτύου. Μέσω διαφόρων εφαρμογών, ο χρήστης μπορεί να έρθει σε επαφή με τα έξυπνα αντικείμενα που παρέχει το επίπεδο αντίληψης. Οι εφαρμογές αυτές έχουν επεκταθεί σε πολλούς τομείς, οι οποίοι παρουσιάζονται στην αμέσως επόμενη υποενότητα. Επιπλέον, το επίπεδο εφαρμογής περιλαμβάνει και το ενδιάμεσο λογισμικό (middleware), το οποίο αποτελεί τον ενδιάμεσο συνδετικό κρίκο μεταξύ των δύο επιπέδων, της εφαρμογής και του δικτύου. Το middleware μπορεί να αποτελέσει ξεχωριστό επίπεδο.

Τα τρία αυτά επίπεδα που αναφέρθηκαν προηγουμένως αποτελούν τα βασικά επίπεδα κάθε αρχιτεκτονικής. Υπάρχουν, όμως, κάποιες περιπτώσεις όπου ανάμεσα σε αυτά

υπεισέρχονται και δύο ακόμη επίπεδα: το επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού και το επίπεδο επιχείρησης [23] [24].

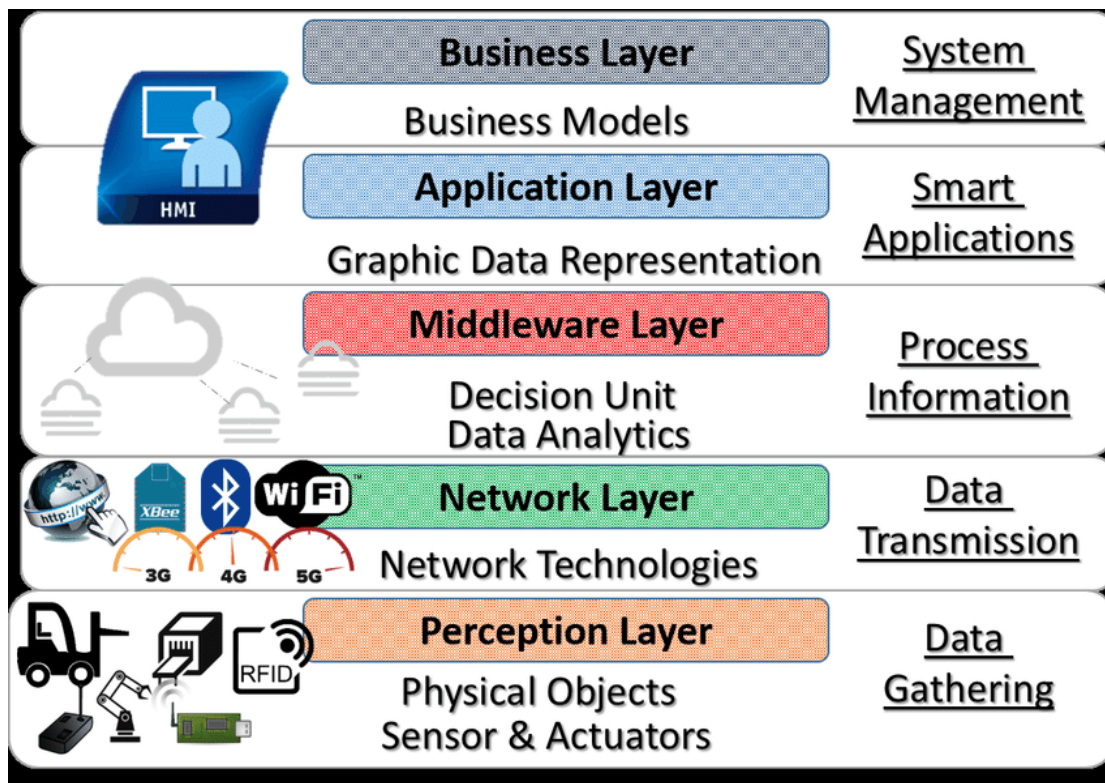
- **Middleware Layer (Επίπεδο Ενδιάμεσου Λογισμικού)**

Το επίπεδο αυτό συνδέει το επίπεδο δικτύου με το επίπεδο εφαρμογής. Στην ουσία, αποτελεί το λογισμικό, το οποίο επιτρέπει στις εφαρμογές την πρόσβαση στα δεδομένα που παρέχουν τα έξυπνα αντικείμενα. Στο επίπεδο αυτό πραγματοποιούνται πολλές λειτουργίες επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων. Οι πλατφόρμες λογισμικού, αποτελούν ένα τμήμα αυτού του επιπέδου.

- **Business Layer (Επίπεδο Επιχείρησης)**

Το κέρδος πάντα αποτελούσε βασικό στόχο των εταιρειών. Το επίπεδο αυτό ασχολείται με την οικονομική διαχείριση των παρεχόμενων υπηρεσιών. Οι επιχειρήσεις, μέσω των εφαρμογών τους, παρέχουν πληροφορίες και δεδομένα, παίρνοντας ως αντάλλαγμα ένα χρηματικό αντίτιμο.

Τα προηγούμενα τρία βασικά επίπεδα μαζί με τα ενδιάμεσά τους φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 2: Επίπεδα της αρχιτεκτονικής του ΔτΠ

3.5 Επικοινωνία στο ΔτΠ

Από λειτουργικής πλευράς, είναι χρήσιμο να αναφέρουμε τον τρόπο με τον οποίο οι συσκευές του ΔτΠ συνδέονται και επικοινωνούν με τα τεχνικά μοντέλα επικοινωνίας. Τον Μάρτιο του 2015, το Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου (Internet Architecture Board, IAB) κυκλοφόρησε ένα κατευθυντήριο αρχιτεκτονικό έγγραφο για τη δικτύωση των έξυπνων αντικειμένων, που περιγράφει ένα πλαίσιο τεσσάρων κοινών μοντέλων επικοινωνίας που χρησιμοποιείται από συσκευές ΔτΠ. Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε μοντέλου ξεχωριστά [20]:

- **Μοντέλο Device – to – Device**

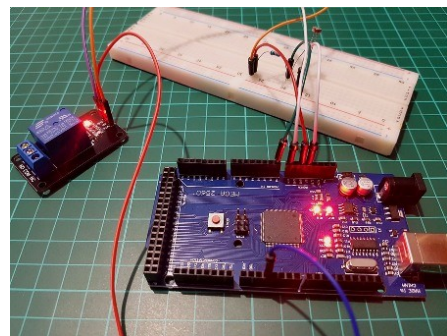
Το μοντέλο επικοινωνίας Device – to – Device αντιπροσωπεύει δύο ή περισσότερες συσκευές που συνδέονται άμεσα και επικοινωνούν μεταξύ τους, χωρίς να χρησιμοποιείται κάποιος ενδιάμεσος application server. Αυτές οι συσκευές επικοινωνούν σε πολλούς τύπους δικτύων, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων IP ή το Internet. Συχνά, ωστόσο, αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούν πρωτόκολλα όπως το Bluetooth, Z-Wave, ή ZigBee για την καθιέρωση της μεταξύ τους επικοινωνίας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.



Λάμπα
Κατασκευαστής A



Ασύρματο Δίκτυο



Διακόπτης
Κατασκευαστής B

Εικόνα 3: Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Device – to – Device

Αυτό το είδος του μοντέλου επιτρέπει την επικοινωνία και την ανταλλαγή μηνυμάτων σε συσκευές που συμμορφώνονται με ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας ώστε να επιτευχθεί η λειτουργία τους. Το μοντέλο επικοινωνίας Device – to – Device χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές που μεταδίδονται μικρά πακέτα δεδομένων για την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών, όπως τα συστήματα οικιακών αυτοματισμών.

- **Μοντέλο Device – to – Cloud**

Στο μοντέλο επικοινωνίας Device – to – Cloud, η συσκευή ΔτΠ συνδέεται απευθείας σε μια διαδικτυακή υπηρεσία cloud, όπως ένας πάροχος υπηρεσιών εφαρμογής (application service provider), προκειμένου να ανταλλάξει δεδομένα και να διαχειριστεί την κίνηση των μηνυμάτων. Αυτή η προσέγγιση συχνά εκμεταλλεύεται τους υπάρχοντες μηχανισμούς επικοινωνίας, όπως η επικοινωνία μέσω του παραδοσιακού Ethernet ή άλλες WiFi συνδέσεις, προκειμένου να δημιουργήσει μια σύνδεση μεταξύ της συσκευής και του δικτύου IP, το οποίο τελικά θα συνδεθεί με την cloud υπηρεσία. Αυτό μπορούμε να το διακρίνουμε στην εικόνα που ακολουθεί:



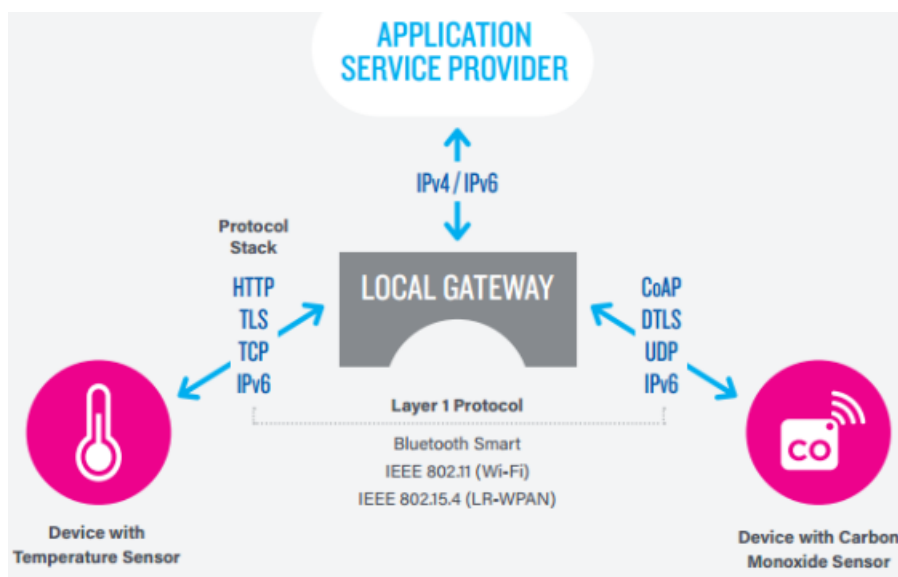
Εικόνα 4: Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Device – to – Cloud [20]

Μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το μοντέλο επικοινωνίας Device – to – Cloud ως "διάσημο" καθώς χρησιμοποιείται ευρέως από κάποιες πολύ δημοφιλείς εφαρμογές όπως η Smart TV της εταιρίας Samsung. Στην τεχνολογία Smart TV της Samsung, η τηλεόραση χρησιμοποιεί μία σύνδεση διαδικτύου προκειμένου να μεταδίδει πληροφορίες για τις προβολές της Samsung στον χρήστη καθώς και για την ενεργοποίηση των διαδραστικών λειτουργιών αναγνώρισης ομιλίας που διαθέτει η τηλεόραση. Ένα ακόμη παράδειγμα τέτοιας δημοφιλούς εφαρμογής που χρησιμοποιεί το μοντέλο Device – to – Cloud είναι η περίπτωση του Learning Thermostat της εταιρίας Nest. Σε αυτήν την περίπτωση, η συσκευή μεταδίδει δεδομένα σε μία cloud βάση δεδομένων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση της κατανάλωσης της οικιακής ενέργειας. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι τα προϊόντα αυτά συνδέονται στο Internet και μεταξύ άλλων μεταδίδουν δεδομένα σε μια cloud υπηρεσία για ανάλυση ή/και αποθήκευση, παρέχουν στον χρήστη απόμακρο έλεγχο της συσκευής μέσω κάποιου smartphone ή web interface και κάνουν αναβαθμίσεις λογισμικού.

- **Μοντέλο Device – to – Gateway**

Το μοντέλο αυτό ονομάζεται και διαφορετικά ως μοντέλο Device – to – application – layer – gateway (ALG). Σε αυτό το μοντέλο η συσκευή συνδέεται με μία cloud υπηρεσία μέσω μιας ALG υπηρεσίας. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί καθώς το συγκεκριμένο μοντέλο διαθέτει ένα λογισμικό εφαρμογής που χρησιμεύει ως διαμεσολαβητής ανάμεσα στη συσκευή και την υπηρεσία cloud και επιπλέον παρέχει ασφάλεια καθώς επίσης και επιτελεί και άλλες λειτουργίες όπως για παράδειγμα δεδομένα ή μετάφραση πρωτοκόλλων.

Στο μοντέλο αυτό η επικοινωνία υλοποιείται μέσω ενός διαύλου που διευκολύνει την επικοινωνία ανάμεσα στη συσκευή και τον πάροχο. Ο δίαυλος αυτός (gateway συσκευή) μπορεί να απορρίπτει, να αθροίζει και να ελέγχει τη μορφή των δεδομένων από μια ομάδα απλών αισθητήρων πριν τα στείλει κάπου αλλού. Μία αναπαράσταση του μοντέλου Device – to – Gateway φαίνεται στην παρακάτω εικόνα [25]:

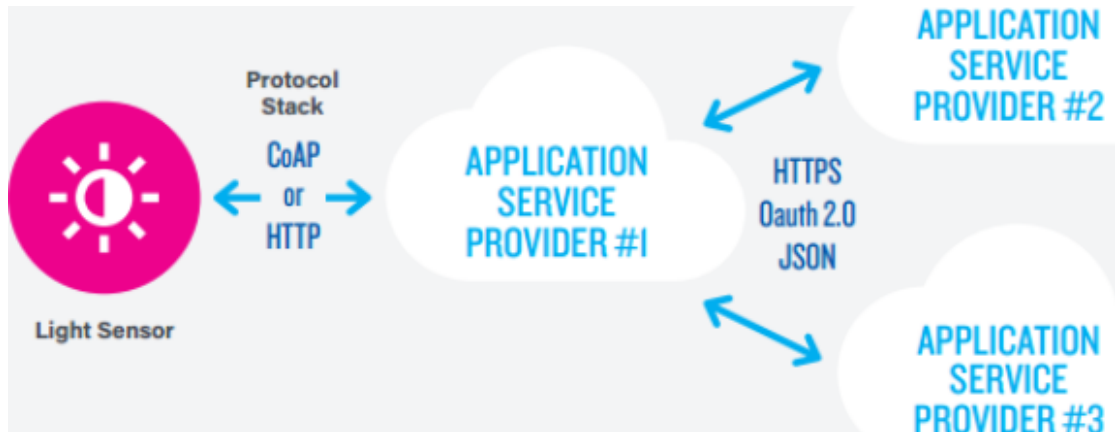


Εικόνα 5: Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Device – to – Gateway[25]

Όπως και το μοντέλο Device – to – Cloud, έτσι και το μοντέλο Device – to – Gateway χρησιμοποιείται σε πολλές συσκευές που χρησιμοποιούν οι καταναλωτές. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν τα smartphones που χρησιμοποιούν εφαρμογές για τη επικοινωνία με τις συσκευές του ΔτΠ και τη μεταφορά δεδομένων σε μία υπηρεσία cloud.

• Μοντέλο Back – End Data – Sharing

Το συγκεκριμένο μοντέλο αναφέρεται σε μία αρχιτεκτονική επικοινωνίας η οποία επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν και να αναλύουν τα δεδομένα των έξυπνων αντικειμένων («πραγμάτων») από μία υπηρεσία cloud σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές. Μία αναπαράσταση του μοντέλου Back – End Data – Sharing φαίνεται στην παρακάτω εικόνα [25]:



Εικόνα 6: Παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας Back – End Data – Sharing[25]

Η αρχιτεκτονική του μοντέλου επικοινωνίας Back – End Data – Sharing παρέχει τη δυνατότητα συγκέντρωσης και ανάλυσης των δεδομένων που συλλέγονται από μία συσκευή του ΔτΠ.

3.6 Πλεονεκτήματα του ΔτΠ

Τα πλεονεκτήματα του ΔτΠ προκύπτουν κυρίως από τα οφέλη που δημιουργούνται από τα μοντέλα επικοινωνίας που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Τα σημαντικότερα από τα οφέλη αυτά είναι τα ακόλουθα [20]:

- Τα μοντέλα επικοινωνίας του ΔτΠ συμβάλλουν στην ενίσχυση της συσκευής καθώς επιτρέπουν στον χρήστη να επιτύχει την καλύτερη δυνατή πρόσβαση σε μια συσκευή και συμβάλλουν στην απεικόνιση της δυνατότητας των δικτυακών συσκευών να προσθέτουν αξία στον τελικό χρήστη.
- Με τη δημιουργία καναλιών επικοινωνίας στο cloud, οι χρήστες και οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να διαχειρίζονται πιο εύκολα τα συγκεντρωμένα δεδομένα, τις αναλύσεις μεγάλων δεδομένων, την οπτικοποίηση δεδομένων και τις τεχνολογίες ανάλυσης πρόβλεψης για να αποκομίσουν περισσότερη αξία από τα IoT δεδομένα συγκριτικά με τις παραδοσιακές εφαρμογές βάσεων δεδομένων.
- Επίσης, πρέπει να αναφέρουμε ότι τα αποτελεσματικά μοντέλα επικοινωνίας του ΔτΠ ενισχύουν την τεχνολογική καινοτομία και δημιουργούν ευκαιρίες για

εμπορική ανάπτυξη καθώς μπορούν να δημιουργηθούν νέα προϊόντα και υπηρεσίες προκειμένου να υπάρξει όφελος από τις ροές δεδομένων του ΔτΠ.

3.7 Μειονεκτήματα του ΔτΠ

Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει το ΔτΠ έχουν να κάνουν κυρίως με θέματα ασφάλειας. Με τον τεράστιο όγκο δεδομένων να διαμοιράζεται κατά μήκος του διαδικτύου των πραγμάτων, η ασφάλεια αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι κάθε δραστηριότητας που εκτελείται στα πλαίσια αυτής της τεχνολογίας και πρέπει να αναπτυχθούν τα κατάλληλα μέτρα για την εύρυθμη λειτουργία της ώστε να αποφευχθούν προβλήματα παραβίασης.

Το ΔτΠ αναπτύσσεται συνεχώς πράγμα που σημαίνει και διόγκωση των προβλημάτων ασφαλείας. Αυτό είναι ως ένα σημείο αναμενόμενο καθώς οτιδήποτε συνδέεται στο διαδίκτυο μπορεί να παραβιαστεί, έτσι και οι συσκευές του ΔτΠ είναι πολύ πιθανό κάποια στιγμή να δεχτούν επίθεση [26].

Κάποια από τα πιο χαρακτηριστικά κενά ασφαλείας που υπάρχουν είναι τα ακόλουθα:

- **Η απώλεια κρυπτογράφησης στη μεταφορά δεδομένων [27]**

Η πλειοψηφία των συσκευών που χρησιμοποιούνται στο ΔτΠ είναι απλά μηχανήματα που επιτελούν κάποιες σχετικά απλές λειτουργίες με αποτέλεσμα την απαραίτητη επεξεργαστική ισχύ ώστε να πραγματοποιήσουν πολύπλοκους υπολογισμούς όπως η εφαρμογή ισχυρών αλγόριθμων για ασφαλή επικοινωνία ή η κρυπτογράφηση δεδομένων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα δεδομένα να μεταδίδονται σε καθαρή μορφή και να είναι εύκολα παραβιάσιμα.

- **Ελλιπής πιστοποίηση και εξουσιοδότηση [27]**

Το σύστημα του Διαδικτύου των Πραγμάτων τίθεται σε άμεσο κίνδυνο εξαιτίας ασθενών μέτρων πιστοποίησης που μπορούν να δημιουργηθούν λόγω χαμηλών απαιτήσεων στη δημιουργία ισχυρού κωδικού πρόσβασης, απρόσεκτης χρήσης κωδικού και μη συχνής αλλαγής του κωδικού πρόσβασης.

- **Μη ασφαλής διαδικτυακή επαφή [27]**

Εδώ πρόβλημα αποτελούν τα αδύναμα προεπιλεγμένα διαπιστευτήρια.

- **Μη ασφαλές λογισμικό [27]**

Οι περισσότερες συσκευές διαδικτύου των πραγμάτων δεν έχουν σχεδιαστεί ώστε να δέχονται αναβαθμίσεις και ενημερώσεις λογισμικού και αυτό λόγω της αδύναμης επεξεργαστικής του φύσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι εξαιρετικά δύσκολη η διόρθωση κάποιου σφάλματος εφόσον δεν γίνονται ενημερώσεις.

3.8 Εφαρμογές του ΔτΠ

Το IoT, για να κριθεί αποτελεσματικό, επιβάλλεται να εντοπίζει γωνίες, ώστε να υπάρξει ένα λειτουργικό οικοσύστημα [23]. Στην ενότητα αυτή παρατίθενται χαρακτηριστικά παραδείγματα για την πληρέστερη προσέγγιση και κατανόηση του IoT.

Σπίτι

Ο χώρος του σπιτιού ενδείκνυται για παράδειγμα του IoT, καθώς περιλαμβάνει πληθώρα ηλεκτρικών και άλλων συσκευών αλλά και καταναλωτικών αγαθών, όπως το γάλα [23]. Παίρνοντας για παράδειγμα ένα κουτί γάλα στο ψυγείο και τοποθετώντας έναν αισθητήρα μέτρησης μέσα σ' αυτό αλλά και στο ψυγείο, μπορούμε να συλλέξουμε πληροφορίες για την ποσότητα του περιεχομένου του. Έτσι, όταν μειωθεί η ποσότητα, ο αισθητήρας θα στείλει σήμα στο ψυγείο και η συγκεκριμένη συσκευή θα εμφανίσει ένα μήνυμα στην οθόνη της, με το οποίο θα ενημερώνει τον ιδιοκτήτη. Κάτι ανάλογο μπορεί να συμβεί με όλα τα προϊόντα της συσκευής. Το σήμα, όμως, που έστειλε ο αισθητήρας μπορεί να επεκταθεί και στο κινητό του ιδιοκτήτη, εξοικονομώντας χρόνο και απαλλάσσοντάς τον από τον κόπο να διαπιστώσει μόνος του την έλλειψη του προϊόντος. Αν επεκτείνουμε λίγο περισσότερο τη διαδικασία και θεωρήσουμε τα ψυγεία της γειτονιάς αντικείμενα του IoT, τότε όλα θα έστελναν μήνυμα στο σουπερ-μάρκετ της γειτονιάς, με αποτέλεσμα να οργανώνονται και να προγραμματίζονται καλύτερα τα προϊόντα, αλλά και να ελέγχονται [23].

Σύστημα Υγείας

Ευρεία εφαρμογή του IoT παρατηρείται και στο χώρο της υγείας και τα νοσοκομεία. Σύμφωνα με τον Fernandez P. [23] υπάρχουν συστήματα, τα cyber-physical συστήματα, με συσκευές που δύνανται να εξοικονομήσουν 63 δισεκατομμύρια δολάρια τα επόμενα 15 χρόνια από εφαρμογές που θα αυτοματοποιήσουν διαδικασίες και θα προλαμβάνουν δυσάρεστες καταστάσεις. Ως παράδειγμα αναφέρει την αδυναμία έγκαιρης λήψης φαρμάκων από πολλούς ασθενείς, κατάσταση η οποία μπορεί να αντιμετωπιστεί, εφόσον τοποθετηθούν στα φάρμακα αυτά μικροσκοπικοί αισθητήρες, οι οποίοι θα υπενθυμίζουν στους ασθενείς ή στους γιατρούς την ώρα λήψης του. Σε έκθεση της GSM-Association [24] περιγράφεται ένα σενάριο παρακολούθησης ασθενούς. Παρουσιάστηκαν συσκευές, όπως βραχιόλια και ρολόγια, που φέρουν οι ασθενείς και ανιχνεύουν την κατάστασή τους σε διαρκή βάση. Στη συνέχεια, οι συσκευές αυτές αποστέλλουν αναφορές αφενός στον γιατρό που παρακολουθεί τον ασθενή, ώστε να επιβεβαιωθεί η συγκεκριμένη θεραπεία, αφετέρου στους συγγενείς, για να φροντίσουν κατάλληλα τον ασθενή και να φέρουν εις πέρας οτιδήποτε προβλέπεται για την θεραπεία, και στον ίδιο τον ασθενή, προκειμένου να ενημερωθεί για τα φάρμακα που πρέπει να πάρει. Άλλη μία χρήση αυτών των συσκευών είναι η άμεση και ταχεία ενημέρωση του κατάλληλου νοσοκομείου σε περίπτωση έκτακτου συμβάντος, όπως κάποιο ατύχημα, με

αποτέλεσμα την άμεση κινητοποίηση του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού καθώς και τη συλλογή των απαραίτητων υλικών για την αντιμετώπιση της κατάστασης, όταν ο ασθενής φτάσει στο νοσοκομείο.

Αυτοκίνητα

Σημαντική και πολλαπλή είναι και η εφαρμογή του IoT στον τομέα των αυτοκινήτων. Έτσι, η εφαρμογή μπορεί να σχετίζεται με την τοποθεσία του αυτοκινήτου ή της μηχανής αλλά και με την πρόληψη προβλημάτων και αντιμετώπισή τους (Fernandez, 2015). Από τη μία, λοιπόν, μικροπροβλήματα επιλύονται απευθείας, αν χρησιμοποιηθούν οι απαραίτητες εφαρμογές, από την άλλη, σε περίπτωση προβλήματος που αδυνατεί να λυθεί από την εφαρμογή του IoT, υπάρχει η δυνατότητα να συλλεχθούν οι ανάλογες πληροφορίες και να αποσταλούν στο συνεργείο. Με τον τρόπο αυτό προετοιμάζεται η αποκατάσταση της βλάβης, αφού έχει εκτιμηθεί ως ένα βαθμό, μέχρι να φτάσει ο οδηγός στο συνεργείο. Υπάρχει, βέβαια, και η κατηγορία των αυτόματων αυτοκινήτων, που δεν έχουν οδηγό, όπως τα αυτοκίνητα της Google. Σ' αυτή την κατηγορία το IoT μπορεί να συμβάλει στην αποτελεσματικότητά τους μέσω ενός συστήματος που θα παρέχει πληροφορίες στο αυτοκίνητο για τον περιβάλλοντα χώρο, όπως κινήσεις ανθρώπων και αντικειμένων, τον καιρό και τις ιδανικότερες διαδρομές για έναν προορισμό [23].

Εκπαίδευση

Στον χώρο της εκπαίδευσης το IoT βοηθάει την διαδικασία της μάθησης, προσαρμόζοντάς την στις ανάγκες κάθε μαθητή χωριστά και παρέχοντας εικονικές αίθουσες διδασκαλίας παράλληλα με τις φυσικές για διευκόλυνση και εύκολη πρόσβαση στη γνώση [24]. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές θα μπορούν να φορτώνουν το υλικό που χρειάζονται σε ηλεκτρονικές συσκευές και να απαλλάσσονται από τον φόρτο των πολλών βιβλίων που χρειάζονται καθημερινά. Επίσης, τα αποτελέσματα των τεστ μπορούν να αποστέλλονται απευθείας στον κεντρικό υπολογιστή του σχολείου, δίνοντας χρήσιμες πληροφορίες, και μάλιστα από την ίδια συσκευή μπορούν να συνδέονται με εκπαιδευτικούς και μαθητές, για να ανταλλάσσουν γνώσεις και να συνεργάζονται. Τέλος, χρήσιμη αποδεικνύεται η εφαρμογή του IoT και στη δια βίου εκπαίδευση, καθώς οι ενήλικες μέσα από λογισμικά εκπαίδευσης και ανάλογες εφαρμογές μπορούν να βελτιώσουν και να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

4.1 Γεωργία ακριβείας

Οι πρώτες χώρες που άρχισαν να εφαρμόζουν τη γεωργία ακριβείας ήταν οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και η Μ.Βρετανία το 1990.Το παράδειγμα των δύο αυτών χωρών ακολούθησαν στη συνέχεια και οι υπόλοιπες χώρες καθώς η γεωργία της ακριβείας θεωρήθηκε απαραίτητη λόγω του αυξημένου ανταγωνισμού που είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους της γεωργικής παραγωγής.

Τι εννοούμε, όμως, με τον όρο γεωργία της ακριβείας;

Ως γεωργία της ακριβείας μπορούμε να ορίσουμε μία καινούργια μέθοδο γεωργικής πρακτικής και διαχείρισης των αγρών κατά την οποία οι διάφορες πληροφορίες για τις καλλιέργειες, όπως φυτοφάρμακα, λιπάσματα, σπόρος, νερό ύδρευσης, αλλά και οι πρακτικές καλλιέργειας εφαρμόζονται με βάση τις εκάστοτε ανάγκες του εδάφους και των καλλιεργειών λόγω του ότι αυτές διαφοροποιούνται μέσα στον χρόνο και στον χώρο [28].

Η γεωργία της ακριβείας ουσιαστικά αποτελεί μία στρατηγική για τη διαχείριση της παραγωγής των αγροτικών προϊόντων η οποία βοηθάει στην παρατήρηση, τη μέτρηση δεδομένων και την αντιμετώπιση οποιονδήποτε διαφοροποιήσεων υπάρχουν ανάμεσα στις αγροτικές εκτάσεις. Για την επίτευξη αυτών, χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες που θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Οι στόχοι της γεωργία ακριβείας είναι οι ακόλουθοι:

- η αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών
- η βελτίωση της ποιότητας των παραγομένων προϊόντων
- η πιο αποδοτική χρήση των αγροχημικών
- η εξοικονόμηση της ενέργειας
- η προστασία του εδάφους και των νερών από την ρύπανση

Για να μπορέσει να εφαρμοστεί η γεωργία της ακριβείας υπάρχει μία προϋπόθεση και αυτήν είναι η χωρική παραλλακτικότητα και η γνώση πάνω σε αυτήν. Ο όρος αυτός σημαίνει την παραλλακτικότητα σε μετρούμενα χαρακτηριστικά των καλλιεργειών και των εδαφών στον χώρο. Η παραλλακτικότητα υπάρχει σε όλα τα εδάφη των αγρών και μπορεί να παρατηρηθεί στη γονιμότητα του εδάφους, στην υγρασία, στη μηχανική σύσταση του εδάφους, στην τοπογραφία, στην ανάπτυξη των φυτών και στους πληθυσμούς εχθρών και ασθενειών.

Βέβαια, η παραλλακτικότητα δεν είναι μόνο χωρική αλλά μπορεί να είναι και χρονική. Για παράδειγμα, μερικές εδαφικές ιδιότητες είναι σταθερές με το χρόνο ή μεταβάλλονται ελάχιστα από χρόνο σε χρόνο, όπως η οργανική ουσία και η μηχανική σύσταση του εδάφους. Άλλες ιδιότητες, όπως τα επίπεδα των νιτρικών και η υγρασία του εδάφους, μπορεί να αλλάζουν πολύ με το χρόνο. Επίσης, η κατάσταση της καλλιέργειας μπορεί να μεταβληθεί μέσα σε ώρες.

Δεν έχει, όμως, νόημα να εφαρμοστεί η γεωργία της ακριβείας σε όλους τους αγρούς που εμφανίζουν παραλλακτικότητα. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει αρχικά να μετρηθεί το μέγεθος της παραλλακτικότητας, να βρεθούν οι αιτίες που προκαλούν αυτή την παραλλακτικότητα και τέλος, να βρεθεί τρόπος για να γίνει διαχείριση της παραλλακτικότητας.

Όπως προαναφέρθηκε, η γεωργία της ακριβείας χρησιμοποιεί κάποιες τεχνολογίες σε όλα τα στάδια της καλλιέργειας, οι οποίες είναι:

- **GPS και GIS**

Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την ακριβή χαρτογράφηση των αγρών και την ερμηνεία της παραλλακτικότητας των αγρών.

- **Χαρτογράφηση παραγωγής**

Με τον τρόπο αυτόν γίνεται καταγραφή και συλλογή δεδομένων της παραγωγής από συγκεκριμένες θέσεις στον αγρό.

- **Χαρτογράφηση εδαφικών ιδιοτήτων**

Με τον τρόπο αυτόν γίνεται καταγραφή της γονιμότητας των αγρών.

- **Χαρτογράφηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους**

Μία από τις περισσότερο απλές αλλά και από τις πιο οικονομικές μετρήσεις παραμέτρων του εδάφους που χρησιμοποιείται στις μέρες μας στη γεωργία της ακριβείας είναι αυτή της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα συνδυάζει ένα μεγαλύτερο σύνολο παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγή μιας καλλιέργειας. Οι παράγοντες αυτοί είναι η περιεκτικότητα σε νερό, η μηχανική σύσταση του εδάφους [29], η οργανική ουσία [30], το βάθος σκληρού ορίζοντα [31], η αλατότητα και η περιεκτικότητα σε ασβέστιο και μαγνήσιο [32]. Η χαρτογράφηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορεί να πραγματοποιηθεί πολύ εύκολα συνδέοντας μία συσκευή μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας πάνω σε παρελκόμενο όχημα και την προσαρμογή ενός δέκτη εντοπισμού γεωγραφικής θέσης (GPS).

- **Τηλεπισκόπηση**

Η μέθοδος της τηλεπισκόπησης βοηθάει στη συλλογή πληροφοριών για ένα αντικείμενο χωρίς να υπάρχει επαφή. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με αεροφωτογραφίες είτε μέσω δορυφορικών εικόνων. Η διαδικασία της τηλεπισκόπησης πραγματοποιείται μέσω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Όταν η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έρχεται σε επαφή με ένα αντικείμενο, μπορεί να ανακλαστεί, να απορροφηθεί ή να διέλθει. Ανάλογα με το αντικείμενο στο οποίο προσπίπτει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, διαφορετικά μήκη κύματος της ακτινοβολίας αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο. Στον τομέα της γεωργίας, η τηλεσκοπηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετρώντας την ανακλώμενη ακτινοβολία από τα φυτά και έτσι συλλέγοντας πληροφορίες για την

περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε νερό, για τη θρεπτική κατάσταση των φυτών και για άλλα χαρακτηριστικά των φυτών. Για τον σκοπό αυτόν χρησιμοποιούνται κάποιοι δείκτες βλάστησης που είναι μαθηματικοί συνδυασμοί καναλιών, κυρίως του κοντινού υπέρυθρου (NIR) και του ερυθρού (R) όπως:

1. ο δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ με τον οποίο έχουμε μια αντικειμενική παρουσίαση της ζωντανής βλάστησης

Με τέτοιους δείκτες, όπως ο δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς που προαναφέρθηκε, μπορούμε να παρακολουθούμε την εξέλιξη της κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου των φυτών, να αναγνωρίζουμε και να διαχωρίζουμε τις διάφορες καλλιέργειες και να εισάγουμε δεδομένα τηλεπισκόπησης σε αγροκλιματικά μοντέλα.

- **Τεχνολογία διαφοροποιούμενης δόσης**

Με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας οι εισροές εφαρμόζονται στον αγρό σε διαφορετικές δόσεις στις διάφορες περιοχές του αγρού ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περιοχής. Διακρίνονται δύο μέθοδοι αυτής της τεχνολογίας: η μέθοδος που είναι βασισμένη σε χάρτες και η μέθοδος που είναι βασισμένη σε αισθητήρες. Η πρώτη μέθοδος απαιτεί έναν χάρτη εφαρμογής και ένα GPS που καθορίζει τη θέση στον αγρό. Καθώς το μηχάνημα που εφαρμόζει τις εισροές προχωρά στον αγρό, αλλάζει τη δόση με βάση τον χάρτη εφαρμογής (τις συντεταγμένες των ζωνών διαχείρισης). Η δεύτερη μέθοδος δεν απαιτεί ούτε χάρτη ούτε GPS. Οι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι στη μηχανή εφαρμογής και μετρούν χαρακτηριστικά του εδάφους ή της καλλιέργειας, καθώς αυτήν κινείται στον αγρό. Η πληροφορία μεταδίδεται σε ένα πρόγραμμα που υπολογίζει τις ανάγκες του εδάφους ή των φυτών και μεταφέρει την πληροφορία σε μια διάταξη εφαρμογής που διανέμει τις εισροές.

Στο τμήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποιες φωτογραφίες από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στη γεωργία της ακριβείας.



Εικόνα 7: Αισθητήρας εδάφους [33]



Εικόνα 8: Αισθητήρας φυτών [33]



Εικόνα 9: Σύστημα αυτοματισμού για συγκομιδή σταφυλιών [33]

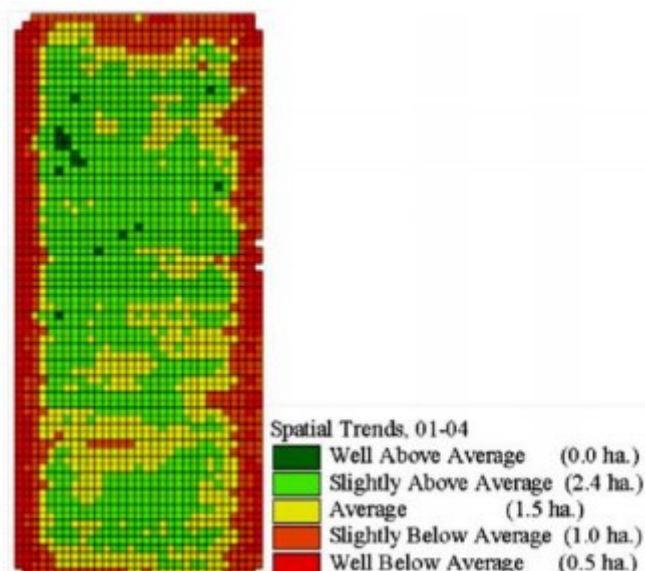


Εικόνα 10: Σύστημα τηλεπισκόπησης από αεροπλάνο [33]

Προκειμένου να μειωθεί το κόστος παραγωγής, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αλλά και να ελαχιστοποιηθούν οι επιβλαβείς εισροές στις αγροτικές εκτάσεις, οι επαγγελματίες στον τομέα της γεωργίας χρησιμοποιούν τη γεωργία της ακριβείας. Οι εφαρμογές της είναι οι ακόλουθες:

- **Εφαρμογές σε βαμβάκι**

Η πρώτη πόλη της χώρας μας που χρησιμοποίησε γεωργία της ακριβείας στις βαμβακοκαλλιέργειες ήταν η Καρδίτσα περίπου το 2001. Για τέσσερα περίπου χρόνια εφαρμόστηκε χαρτογράφηση των αγρών με τη χρήση συστημάτων GPS, ειδικών αισθητήρων αλλά και με βάση την παραλλακτικότητα των ιδιοτήτων του εδάφους. Τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης έδειξαν ότι η παραγωγή μεταβάλλεται από χρόνο σε χρόνο και για διαφορετικά σημεία του αγρού. Συνέπεια ήταν ο ορισμός περιοχών στην έκταση του αγρού με σταθερή και με μεταβαλλόμενη παραγόμενη ποσότητα. Επιπλέον, έγινε μέτρηση της θερμοκρασίας του φυλλώματος και της υγρασίας με τη χρήση αισθητήρων καταγράφοντας με αυτόν τον τρόπο τον εκτιμώμενο χρόνο άρδευσης και την απαιτούμενη ποσότητα νερού. Χρήση αισθητήρων έγινε, επίσης, και για να καταγραφούν οι απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, στα είδη ζιζανίων αλλά και οι απαιτήσεις για νερό, λιπάσματα και φυτοφάρμακα προκειμένου να επιτευχθεί εντατικότερη παραγωγή βαμβακιού. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής των τεχνολογιών της γεωργίας ακριβείας έδειξαν, μετά από τέσσερα χρόνια, εξοικονόμηση του αρδευτικού νερού κατά 18%, μείωση των ζιζανιοκτόνων ως 70% και εξοικονόμηση σε λιπάσματα ως 50% [34].

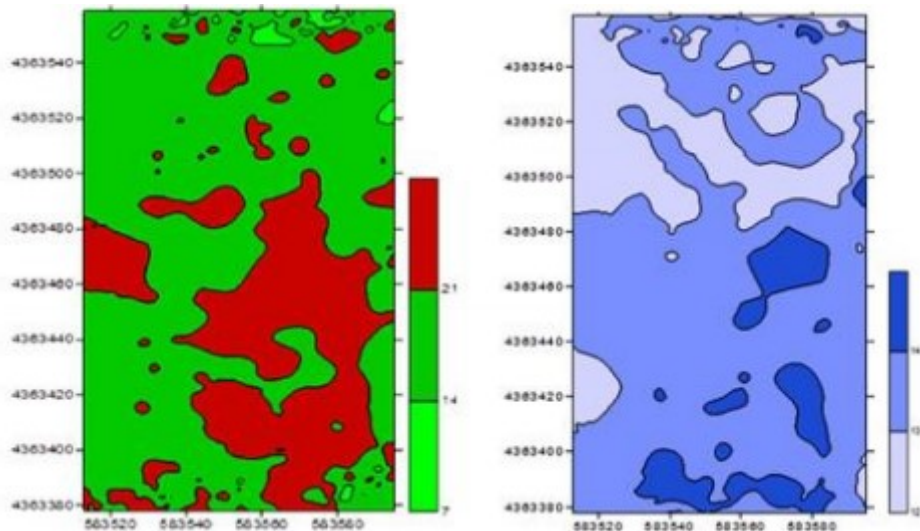


Εικόνα 11: Χάρτης τάσεων παραγωγής βαμβακιού μετά από 4 χρόνια χαρτογράφησης [35]

- **Εφαρμογές σε σιτηρά**

Για τη χαρτογράφηση της παραγωγής και της υγρασίας των σπόρων των σιτηρών με τη χρήση της γεωργίας ακριβείας έγινε χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής με ειδικό αισθητήρα μέσω της οποίας δημιουργήθηκαν ειδικές ζώνες των αγρών με παραλλακτικότητα της παραγωγής και υγρασίας του σπόρου. Αυτό συνέβη, διότι ο χρόνος συγκομιδής των σιτηρών εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το ποσοστό υγρασίας του σπόρου, το οποίο ενδέχεται να μεταβάλλεται ανάμεσα σε διαφορετικά σημεία του αγρού.

Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζει έναν χάρτη παραγωγής και υγρασίας των σιτηρών, σε διαφορετικές ζώνες, ύστερα από χαρτογράφηση.



Εικόνα 12: Χάρτης παραγωγής (αριστερά) και υγρασίας (δεξιά) σιτηρών[36]

- **Εφαρμογές σε ελιές**

Στην περίπτωση των ελαιώνων, μέσα από τη χαρτογράφηση δίνεται η δυνατότητα για πραγματοποίηση διάφορων αναλύσεων όπως η μηχανική ανάλυση, η μέτρηση του pH και των θρεπτικών συστατικών προκειμένου να δημιουργηθούν χάρτες διαχείρισης φωσφόρου, καλίου και ασβέστη για τη διόρθωση του pH.

- **Εφαρμογές σε μήλα**

Η πρώτη εφαρμογή των τεχνολογιών της γεωργίας ακριβείας σε μήλα εφαρμόστηκαν στην περιοχή της Πτολεμαΐδας. Η χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε αφορούσε το βάρος και την ποιότητα των καρπών με βάση το μέγεθός τους, τη συνεκτικότητά τους, τα διαλυτά στερεά και το χρώμα τους.

Τα αποτελέσματα από τη χαρτογράφηση έδειξαν μεγάλη παραλλακτικότητα στην παραγωγή και την ποιότητα των καρπών ενώ το αξιοπερίεργο ήταν ότι οι καρποί

με την καλύτερη ποιότητα δεν βρέθηκαν σε εκτάσεις με την υψηλότερη παραγωγική δυναμικότητα.

Το κέρδος που αποκομίστηκε από την εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας ήταν η μείωση στη χρήση λιπασμάτων σε ποσοστό 33% αλλά και αύξηση του κέρδους του παραγωγού περίπου κατά 21% [34].

- **Εφαρμογές σε αχλάδια**

Στην περίπτωση των αχλαδιών, η χαρτογράφηση είναι παρόμοια με αυτήν στα μήλα. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας στα αχλάδια είναι η μείωση στη χρήση του λιπάσματος και η αύξηση του κέρδους για τον παραγωγό.

- **Εφαρμογές σε αμπέλι**

Στα αμπέλια η χαρτογράφηση πραγματοποιείται για τη μέτρηση της παραλλακτικότητας της παραγωγής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών και του εδάφους, ως προς την υγρασία, την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τον δείκτη βλάστησης. Το αποτέλεσμα αυτών των τεχνικών είναι η εξοικονόμηση του νερού κατά 20% περίπου.

- **Εφαρμογές σε ροδάκινα**

Η διαδικασία της χαρτογράφησης στα ροδάκινα ακολουθεί τους ίδιους κανόνες με αυτήν των αχλαδιών και των μήλων όπως συμβαίνει σε όλα τα φρούτα. Το καινούργιο εδώ είναι η εφαρμογή ενός συστήματος μελέτη των κινήσεων των εργατών για τη βελτίωση της απόδοσής τους καθώς επίσης και του προγραμματισμού των κινήσεων των εργατών για τη βελτίωση της παραγωγικότητάς τους.

- **Εφαρμογές σε καρπούζια**

Η παραλλακτικότητα της παραγωγής στα καρπούζια πραγματοποιήθηκε με τη χαρτογράφηση της παραγωγής, των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών και της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του αγρού. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της απόδοσης του προϊόντος κατά 10% και εξοικονόμηση στη χρήση νερού κατά 10% επίσης [34].

4.1.1 Έλεγχος συνθηκών εδάφους

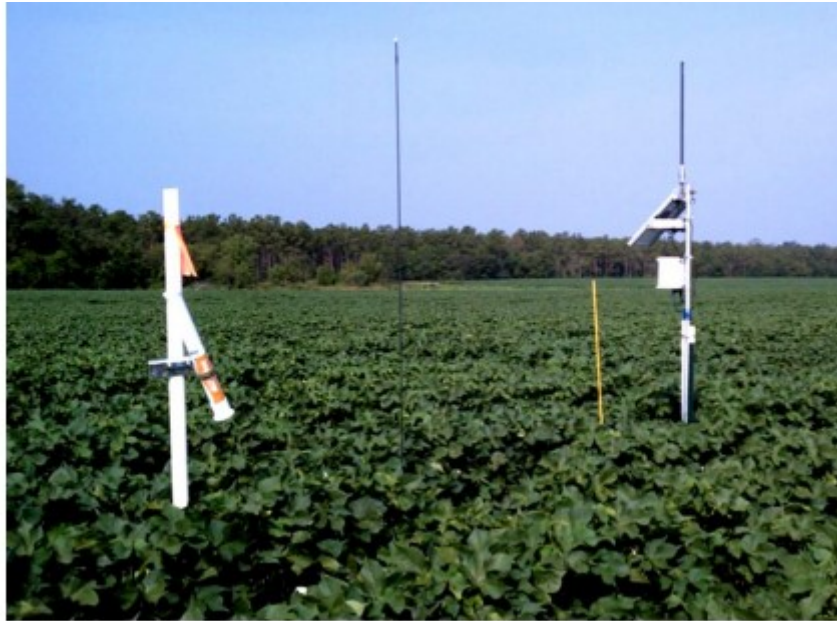
Στον τομέα της γεωργίας, τα τελευταία χρόνια, έχει συνεισφέρει πολλά η τεχνολογία των ασύρματων δικτύων. Πλέον χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών αισθητήρες καθώς και συνδυασμός αυτών οι οποίοι πραγματοποιούν μετρήσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας του εδάφους σε διάφορα βάθη μέσω ασύρματων δικτύων που στέλνουν τα δεδομένα αυτόματα σε μονάδα ελέγχου προς επεξεργασία [37]. Τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται σε φυτείες όπου συγκεντρώνουν στοιχεία σε πραγματικό χρόνο για διάφορες βασικές παραμέτρους που αφορούν την κατάσταση των φυτών και του εδάφους. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στον παραγωγό να

διαχειριστεί έγκαιρα και με τον κατάλληλο τρόπο καλλιεργητικές επεμβάσεις στα διάφορα τμήματα του αγρού. Στον τομέα της γεωργίας, τα ασύρματα δίκτυα σε συνδυασμό με αισθητήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για εφαρμογή τεχνολογιών μεταβλητών εισροών (άρδευση, λίπανση κ.α.) και παροχή δεδομένων και προειδοποιήσεων στους παραγωγούς.

Κάποιοι από τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για να στέλνουν δεδομένα σε ασύρματα δίκτυα σχετικά με την υγρασία του εδάφους φαίνονται στις δύο παρακάτω εικόνες:



Εικόνα 13: Αισθητήρας υγρασίας εδάφους σε βαμβάκι[38]



Εικόνα 14: Σύστημα ασύρματων αισθητήρων υγρασίας εδάφους σε καλλιέργεια[38]

4.1.2 Παρακολούθηση καλλιεργειών

Ένα σημαντικό προϊόν στη γεωργία ακριβείας είναι οι συσκευές για τη παρακολούθηση και διαχείριση των καλλιεργειών. Με τις συσκευές αυτές μπορεί να γίνει συλλογή δεδομένων ειδικά για την καλλιέργεια φυτών όπως πληροφορίες για τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση, το δυναμικό των φύλλων και τη συνολική κατάσταση μιας καλλιέργειας [39]. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να παρακολουθούμε την ανάπτυξη των καλλιεργειών αλλά και τυχόν ανωμαλίες που μπορεί να προκύψουν για να αποτρέψουμε αποτελεσματικά τις ασθένειες που μπορεί να βλάψουν την απόδοση.

4.1.3 Παρακολούθηση ζωικού κεφαλαίου

Το ΔτΠ πέρα από τους αισθητήρες που διαθέτει για την παρακολούθηση και διαχείριση των καλλιεργειών, διαθέτει επίσης και αισθητήρες που μπορούν να συνδεθούν με τα ζώα σε ένα αγρόκτημα για να παρακολουθήσουν την υγεία τους και τις επιδόσεις τους.

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η SCR της Allflex [40] χρησιμοποιεί αισθητήρες έξυπνης γεωργίας (ετικέτες κολάρα) για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τη θερμοκρασία, την υγεία, τη δραστηριότητα και τη διατροφή σε κάθε μεμονωμένη αγελάδα καθώς και συλλογικές πληροφορίες σχετικά με την αγέλη.

4.2 Διαχείριση άρδευσης

Μία από τις σημαντικότερες ανησυχίες σε όλα τα συστήματα καλλιεργειών είναι η αποτελεσματική διαχείριση του νερού. Ο τομέας της γεωργίας στις μέρες μας έχει αναπτυχθεί πολύ και χρειάζεται ένα σύστημα άρδευσης για τη βέλτιστη χρήση του νερού κάτι που επιβάλλει και η ανησυχητική μείωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα [41].

Η διαδικασία διαχείρισης και ελέγχου της άρδευσης ακολουθεί τα επόμενα βήματα [42]:

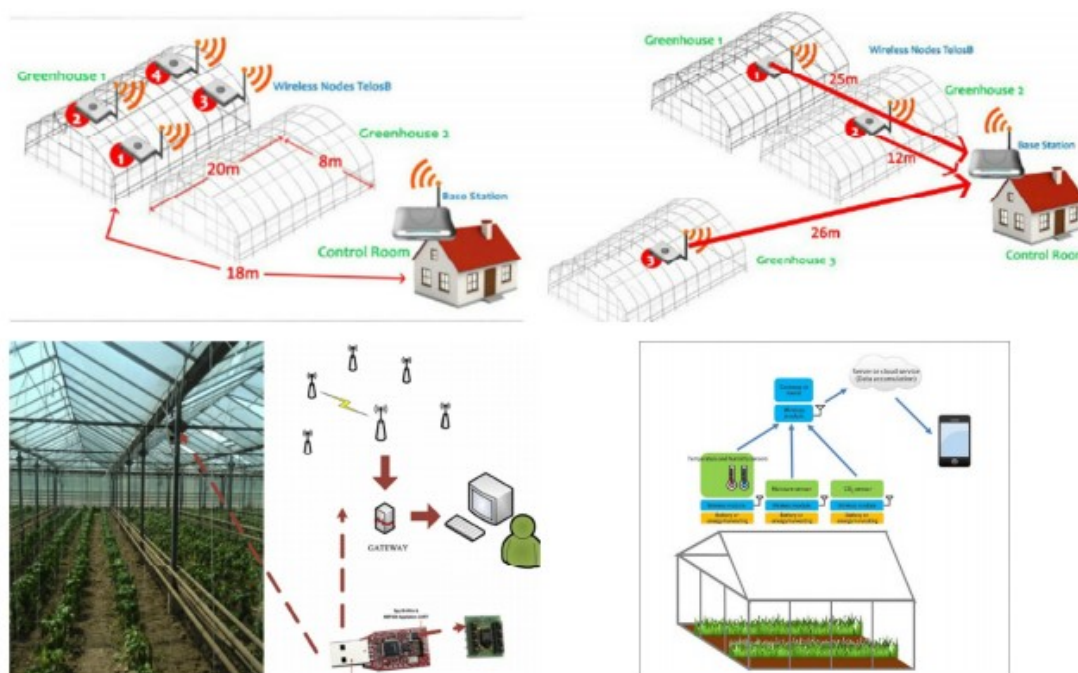
- Τα δεδομένα της υγρασίας από τους αισθητήρες προσδιορίζονται από τον διακομιστή του κέντρου δεδομένων
- Τα δεδομένα αυτά συγκρίνονται σε πραγματικό χρόνο με δεδομένα των εμπειρογνομόνων μέσω του συστήματος εφαρμογής της βάσης δεδομένων για να προσδιοριστεί αν οι καλλιέργειες πρέπει να αρδευτούν και κατ'επέκταση να αποφασιστεί η ποσότητα άρδευσης στην ανά μονάδα περιοχή
- Στη συνέχεια το σύστημα υποστήριξης λήψης αποφάσεων στέλνει οδηγίες άρδευσης στον σταθμό βάσης για να οριστούν η θέση και το ποσό άρδευσης
- Ο σταθμός βάσης διαβιβάζει τις πληροφορίες αυτές στο σύστημα ελέγχου άρδευσης
- Το σύστημα ελέγχου άρδευσης, στη συνέχεια, ανοίγει την ηλεκτρονική βαλβίδα στην προοριζόμενη θέση άρδευσης και η οποία κλείνει όταν φτάσει το επιθυμητό όριο άρδευσης
- Όλη η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται κυκλικά όταν η τοπική άρδευση περατωθεί.

4.3 Θερμοκήπια

Τα δίκτυα αισθητήρων μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν και για την καταγραφή των επιπέδων θερμοκρασίας και υγρασίας στα θερμοκήπια. Υπάρχει η δυνατότητα για τον διαχειριστή του θερμοκηπίου, όταν τα επίπεδα της θερμοκρασίας και της υγρασίας βρίσκονται σε ανησυχητικό στάδιο, να ειδοποιηθεί μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή μηνύματος στο κινητό του τηλέφωνο. Υπάρχει, ακόμη, η δυνατότητα, να ενεργοποιήσει από απόσταση τα συστήματα υδρονέφωσης, να ανοίξουν τους αεραγωγούς, να ανοίξουν τις περσίδες, ή να ελέγξουν μια ευρεία ποικιλία αντιδράσεων του συστήματος. Τα μικροκλίματα που επικρατούν μέσα σε ένα θερμοκήπιο έχουν ανάγκη την διατήρηση ακριβούς κατάστασης καιρικών συνθηκών ανά πάσα στιγμή. Επιπλέον, με τη χρήση πολλαπλών κατανεμημένων αισθητήρων θα ελέγχεται καλύτερα η παραπάνω διαδικασία, σε ανοικτή επιφάνεια, καθώς και στο έδαφος.

Διαδίκτυο των Πραγμάτων στο τομέα της έξυπνης γεωργίας

Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να οπτικοποιηθεί στις επόμενες εικόνες:



Εικόνα 15: Αισθητήρες για διαχείριση θερμοκηπίων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΙΚΟ

5.1 Arduino

Το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής μονής πλακέτας ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί με τη βοήθεια της γλώσσας Wiring. Πρόκειται στην ουσία για μία απλή μητρική πλακέτα ανοιχτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους / εξόδους [45]. Η πλακέτα του Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες. Παρόλα αυτά το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

Το Arduino αποτελεί στην ουσία μία διακλάδωση της πλατφόρμας Wiring για λογισμικό ανοιχτού κώδικα και προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας αρχικά μία γλώσσα που βασίζεται στο Wiring η οποία είναι παρόμοια με την αντικειμενοστραφή γλώσσα C++ και επίσης ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης.

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Επιπλέον, οι πλακέτες διαθέτουν έναν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz. Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής. Τωρινά Arduino προγραμματίζονται μέσω USB· αυτό καθίσταται δυνατό μέσω της εφαρμογής προσαρμοστικών chip USB – to – Serial όπως το FTDI FT232.

Το Arduino αποτελείται από πολλά μέρη, τα κυριότερα από τα οποία είναι τα ακόλουθα:

Μικροεπεξεργαστής

- Ψηφιακές εισοδοί / εξοδοί
- Αναλογικές εισοδοί
- Εξωτερική τροφοδοσία
- Θύρα USB
- Τάσεις τροφοδοσίας 3.3V, 5V, GND
- Κουμπί επανεκκίνησης

Ένας μικροελεγκτής Arduino διαθέτει τρία είδη μνημών:

- **Μνήμη SRAM**

Η μνήμη αυτή χρησιμοποιείται για την αποθήκευση δεδομένων κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Τα δεδομένα αυτά χάνονται από τη μνήμη όταν το σύστημα κάνει επανεκκίνηση ή όταν για κάποιον λόγο σταματήσει η παροχή ρεύματος σε αυτό.

- **Μνήμη Flash**

Η μνήμη Flash χρησιμοποιείται για το πρόγραμμα που εκτελείται. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται εδώ διατηρούνται ακόμη και αφού απενεργοποιηθεί το σύστημα. Παρόλο που η συγκεκριμένη μνήμη δεν προορίζεται για αποθήκευση δεδομένων κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος, υπάρχει μία βιβλιοθήκη που επιτρέπει τη χρήση όσου χώρου της μνήμης περισσεύει για αυτόν τον σκοπό.

- **Μνήμη EEPROM**

Η μνήμη EEPROM, όπως και η SRAM, χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των τιμών των μεταβλητών κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος. Η διαφορά της είναι ότι σε αντίθεση με την SRAM δεν χάνει τα αποθηκευμένα δεδομένα μετά την απενεργοποίηση του συστήματος.

5.1.1 Είδη Arduino

Ο μικροελεγκτής Arduino εμφανίζεται σε πολλά είδη. Τα είδη αυτά παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Arduino UNO**

Το Arduino UNO είναι το περισσότερο χρησιμοποιούμενο είδος Arduino. Αποτελείται από 14 pins ψηφιακής εισόδου / εξόδου και από 6 αναλογικές εισόδους. Βασίζεται στην τεχνολογία ATmega328.

- **Arduino Leonardo**

Βασίζεται στην τεχνολογία ATmega32u4. Αποτελείται από 20 pins ψηφιακής εισόδου / εξόδου και από 12 αναλογικές εισόδους.

- **Arduino DUE**

Η διαφορά του συγκεκριμένου είδους Arduino σε σχέση με τα υπόλοιπα είναι ότι αποτελεί το πρώτο είδος που λειτουργεί στα 3.3V και είναι βασισμένο σε 32bit ARM microcontroller.

- **Arduino DUEMILANOVE**

Το Arduino DUEMILANOVE αποτελείται από 14 pins ψηφιακής εισόδου / εξόδου και από 6 αναλογικές εισόδους. Βασίζεται στην τεχνολογία ATmega168.

- **Arduino DUECIMILA**

Όπως και το Arduino DUEMILANOVE, το συγκεκριμένο είδος είναι βασισμένο στην τεχνολογία ATmega168 και αποτελείται από 14 pins ψηφιακής εισόδου / εξόδου και από 6 αναλογικές εισόδους.

- **Arduino LILYPAD**

Το συγκεκριμένο είδος χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές ένδυσης και σε E – textiles. Βασίζεται στην τεχνολογία ATmega168 ή στην ATmega328.

- **Arduino ESPLORA**

Μοιάζει περισσότερο με χειριστήριο βιντεοπαιχνιδιών. Αποτελεί μία παραλλαγή του Arduino Leonardo και διαφέρει από τα υπόλοιπα είδη καθώς αποτελείται από ένα σετ αισθητήρων έτοιμων για αλληλεπίδραση.

- **Arduino PRO**

Το Arduino PRO, επίσης, περιλαμβάνει 14 pins ψηφιακής εισόδου / εξόδου και 6 αναλογικές εισόδους και είναι βασισμένο στην τεχνολογία ATmega168 ή στην ATmega328 ενώ βρίσκεται στην αγορά σε δύο εκδοχές, μία στα 3.3V / 8MHz και μία στα 5V / 16MHz.

- **Arduino NANO**

Όπως φανερώνει το όνομά του, αποτελείται από μία πολύ μικρή πλακέτα που βασίζεται στις τεχνολογίες ATmega168 ή ATmega328. Όσον αφορά τη λειτουργικότητά του είναι παρόμοιο με το Arduino DUEMILANOVE.

5.1.2 Πλεονεκτήματα Arduino

Τα τελευταία χρόνια το Arduino έχει γνωρίσει μεγάλη αποδοχή και χρησιμοποιείται σε ολοένα και περισσότερες εφαρμογές. Αυτό οφείλεται σε μία σειρά πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει και τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- **Χαμηλό κόστος**

Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του μικροελεγκτή Arduino είναι αρκετά χαμηλό σε σχέση με άλλες πλατφόρμες και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τεχνολογία Arduino είναι αρχιτεκτονικά ανοιχτή με αποτέλεσμα να επιτρέπει στον χρήστη να την αναπτύξει μόνος του.

- **Μεταφερσιμότητα**

Έχει τη δυνατότητα μεταφοράς σε οποιοδήποτε μέρος και εγκατάστασης στην πλειοψηφία των λειτουργικών συστημάτων σε αντίθεση με άλλα αντίστοιχα προϊόντα.

- **Επεκτασιμότητα**

Η τεχνολογία Arduino αποτελείται από λογισμικό ανοιχτού κώδικα γεγονός που την καθιστά προσβάσιμη σε όλους με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η ανάπτυξη και η εξέλιξή της.

- **Συμβατότητα**

Η πλατφόρμα Arduino είναι συμβατή με πολλά λειτουργικά συστήματα όπως Windows, Linux, OSX και Macintosh.

- **Απλότητα**

Το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino είναι αρκετά απλό ώστε να ενθαρρύνει νέους χρήστες αλλά ταυτόχρονα προσφέρει αρκετές δυνατότητες για την ενασχόληση με αυτό των προχωρημένων χρηστών.

5.2 Ethernet Shield

Μία σημαντική δυνατότητα του Arduino είναι ότι μπορεί να συνδεθεί στο διαδίκτυο. Η δυνατότητα αυτή επικοινωνίας με το διαδίκτυο γίνεται εφικτή χάρη στο Ethernet Shield [46].

Τα shields είναι ολοκληρωμένες πλακέτες που είναι σχεδιασμένες ώστε να κουμπώνουν πάνω στο Arduino προεκτείνοντας την λειτουργικότητά του. Μπορούμε να φανταστούμε τα shields ως plug-in, add-on και extension που υπάρχουν στο software αλλά από τη μεριά του hardware.

Κάποιος μπορεί να προμηθευτεί την επίσημη έκδοση του Arduino Ethernet Shield από την Ιταλία προς το παρόν, παρόλα αυτά υπάρχουν αρκετά υποκατάστατα της έκδοσης αυτής που κατασκευάζονται σε όλον τον κόσμο και μάλιστα είναι φθηνότερα από την επίσημη έκδοση.

Προκειμένου να λειτουργήσει, λοιπόν, το Ethernet Shield πρέπει να κουμπωθεί πάνω στο Arduino. Ο πιο εύκολος τρόπος για να γίνει αυτό είναι μέσω ενός καλωδίου USB από τον υπολογιστή μας. Τα shield είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε αφού κουμπωθούν πάνω στο Arduino να προωθούν τις υποδοχές του ώστε να υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης επιπλέον εξαρτημάτων ή ακόμα και άλλων shields. Αυτό, βέβαια, είναι σχετικό καθώς το κάθε shield χρησιμοποιεί ορισμένους από τους πόρους συνδεσιμότητας του Arduino και έτσι δεν γίνεται να συνδεθεί απεριόριστος αριθμός από shield. Επιπλέον, κάποια shield μπορεί να έχουν πρόβλημα συμβατότητας μεταξύ τους επειδή χρησιμοποιούν τα ίδια pin του Arduino για επικοινωνία με αυτό.

Το βασικό πλεονέκτημα των shield είναι λύνουν τα χέρια των χρηστών κάθε φορά που χρειάζεται να δημιουργήσουν κάποιο πρακτικό project. Αυτό συμβαίνει όχι γιατί προσφέρουν κάποιο έτοιμο hardware αλλά περιλαμβάνουν έτοιμες βιβλιοθήκες το οποίο διευκολύνει πολύ, ειδικά τους αρχάριους χρήστες, καθώς για να λειτουργήσει εάν GPS πάνω στο Arduino χρειάζεται μόνο να συνδεθεί το shield, να εγκατασταθεί βιβλιοθήκη που το συνοδεύει και να χρησιμοποιηθεί μία ήδη έτοιμη συνάρτηση για να πάρουν το γεωγραφικό στίγμα και να το επεξεργαστούν περαιτέρω στο sketch τους.

Τη μορφή ενός Ethernet shield μπορούμε να τη δούμε στην εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 16: *Ethernet Shield*

Από την εικόνα βλέπουμε ότι το Ethernet shield είναι στην ουσία μία πλακέτα που χρησιμοποιείται για να συνδέσει το Arduino στο internet σε λίγα μόλις δευτερόλεπτα. Αυτό που απαιτείται να κάνει μόνο κάποιος επίδοξος χρήστης είναι να συνδέσει το Ethernet shield πάνω από το Arduino ενώνοντας τα pins του Arduino με τις εσοχές που έχει το Ethernet shield, να συνδέσει ένα καλώδιο Ethernet στο shield, και να προγραμματίσει το Arduino. Ο προγραμματισμός του Arduino δεν είναι κάτι που πρέπει να ανησυχεί τους χρήστες καθώς υπάρχουν πάρα πολλά tutorials στο διαδίκτυο για κάθε σχεδόν εφαρμογή και επιπλέον η κοινότητα του Arduino έχει πολλά παραδείγματα ελεύθερα.

Κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά του Ethernet shield είναι ότι λειτουργεί με τάση 5V η οποία παρέχεται από το Arduino με συνέπεια να μην χρειάζεται κάποια επιπλέον πηγή ενέργειας για τη λειτουργία του. Επιπλέον, το shield έχει ενσωματωμένο ένα ελεγκτή, τον W5100, καθώς και μία προσωρινή μνήμη με μέγεθος μόλις 16 Kb. Η ταχύτητα του μεταδόσης δεδομένων είναι 10/100 Mb και συνδέεται στο Arduino μέσω της παράλληλης θύρας του. Ο πίνακας Arduino επικοινωνεί με το Arduino Ethernet shield χρησιμοποιώντας μόνο τα pins 10,11,12 και 13. Αυτό είναι σημαντικό πλεονέκτημα καθώς μπορεί το shield να συνδέεται σε όλα τα pins του αλλά δεν τα αχρηστεύει όλα καθώς χρησιμοποιεί μόνο τα συγκεκριμένα που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Σχετικά με τη λειτουργία ενός Ethernet shield πάνω στο Arduino, υπάρχει κάποιες φωτεινές ενδείξεις, που ονομάζονται led, οι οποίες ενημερώνουν κάθε φορά τον χρήστη ποια ακριβώς λειτουργία εκτελείται. Αυτές οι ενδείξεις είναι οι εξής:

- PWR led: ανάβει όταν το Arduino και το shield είναι συνδεδεμένα σε κάποια πηγή ρεύματος
- LINK led: αναβοσβήνει όταν το shield στέλνει ή λαμβάνει δεδομένα.
- FULLD led: ανάβει όταν η σύνδεση είναι αμφίδρομη.
- 100M led: ανάβει όταν έχουμε σύνδεση Fast Ethernet.
- RX led: αναβοσβήνει όταν το shield λαμβάνει δεδομένα.
- TX led: αναβοσβήνει όταν το shield στέλνει δεδομένα.

5.3 Αισθητήρας Υγρασίας

Αρχικά ας εξηγήσουμε τι εννοούμε με τον όρο αισθητήρας. Ένας αισθητήρας είναι μία συσκευή που μετράει μία φυσική ποσότητα και συνήθως τη μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να κατηγοριοποιήσουμε τους αισθητήρες. Μία κατηγορία αισθητήρων αφορά το τι μπορούν να μετρήσουν και εδώ υπάρχουν οι φυσικοί αισθητήρες οι οποίοι ελέγχουν φυσικά μεγέθη όπως η μάζα, η θέση, το ρεύμα, ο χρόνος κλπ και οι χημικοί οι οποίοι ασχολούνται με τον έλεγχο της παρουσίας διαφορετικών αερίων στην ατμόσφαιρα. Ακόμη, μπορούμε να διαχωρίσουμε τους αισθητήρες με βάση τα υλικά στα οποία βασίζονται οι φυσικές ιδιότητές τους με τις κατηγορίες που υπάρχουν εδώ να είναι οι αισθητήρες που αποτελούνται από αγωγίμα, ημιαγωγίμα, διηλεκτρικά, μαγνητικά και υπεραγωγίμα υλικά. Τελευταία κατηγοριοποίηση που μπορούμε να κάνουμε είναι αυτή που αφορά τη χρήση ενός αισθητήρα με σημαντικότερες κατηγορίες τους βιομηχανικούς, τους ιατρικούς, στρατιωτικούς, περιβαλλοντικούς αισθητήρες καθώς και τους αισθητήρες μεταφοράς και αυτοματισμού.

Προκειμένου να επιλέξει κάποιος τον κατάλληλο αισθητήρα, σημασία έχει η γνώση των χαρακτηριστικών του προκειμένου να κατανοήσει την απόδοση και την συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να γνωρίζει κάποιος είναι:

- **Συμβατότητα**

Το μέγεθος αυτό περιγράφει κατά πόσον η εγκατάσταση του οργάνου θα επηρεάσει την τιμή της παραμέτρου που πρόκειται να μετρήσει.

- **Εύρος λειτουργίας**

Ως εύρος λειτουργίας εννοούμε το εύρος θερμοκρασίας, το εύρος τιμών πίεσης ή το εύρος τιμών υγρασίας, εννοώντας την περιοχή τιμών θερμοκρασίας, πίεσης ή υγρασίας αντίστοιχα, στην οποία είναι δυνατή η χρήση του αισθητήρα.

- **Ακρίβεια**

Αφορά το μέγιστο σφάλμα που περιέχεται στις ενδείξεις του. Το ζητούμενο, εδώ, είναι το σφάλμα που θα παραχθεί να είναι το μικρότερο δυνατό καθώς όλες οι συσκευές παράγουν σφάλμα.

- **Επαναληψιμότητα**

Ο όρος επαναληψιμότητα αναφέρεται στον βαθμό με τον οποίο μια συσκευή παρέχει το ίδιο αποτέλεσμα τροφοδοτούμενος με την ίδια είσοδο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

- **Ευαισθησία**

Η ευαισθησία ενός αισθητήρα είναι η ελάχιστη μεταβολή της εισόδου του που είναι σε θέση να δώσει μεταβολή στην έξοδό του.

- **Διακριτότητα**

Όσο μεγαλύτερη διακριτότητα διαθέτει ένας αισθητήρας, τόσο μικρότερο βήμα μετράει. Αφορά, δηλαδή, το μικρότερο διάστημα που μπορεί να μετρηθεί από αυτόν.

- **Θόρυβος**

Ο θόρυβος σε έναν αισθητήρα δημιουργείται από διάφορους εξωτερικούς παράγοντες, όπως γειτνίαση με πηγές τάσης υψηλής συχνότητας, πηγές εκπομπής ήχου κλπ. Η βάση λειτουργίας κάθε αισθητήρα καθορίζει κατά πόσον επηρεάζεται η ακρίβειά του και η διακριτότητά του λόγω θορύβου.

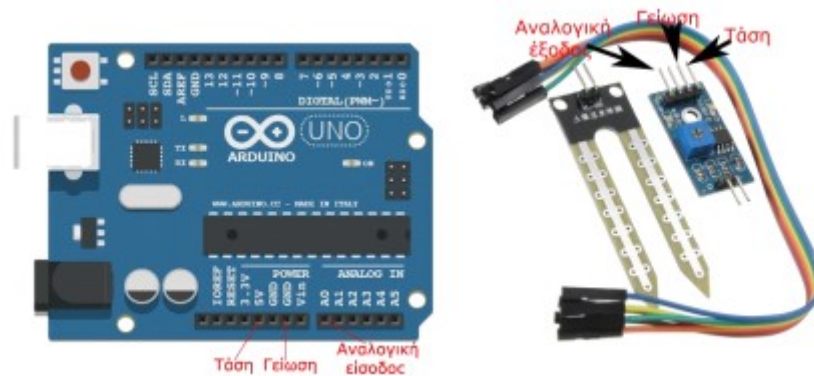
- **Διαστάσεις**

Αφορούν το μέγεθός ενός αισθητήρα.

- **Γραμμικότητα**

Ονομάζεται ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου ως προς την είσοδο του αισθητήρα προσεγγίζει μια ευθεία γραμμή. Ένας αισθητήρας μπορεί να είναι γραμμικός για μια περιοχή τιμών.

Όσον αφορά τον αισθητήρα υγρασίας χώματος αυτός είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που η λειτουργία του είναι να μετατρέπει μία φυσική τιμή του περιβάλλοντος σε ρεύμα. Παράδειγμα ενός αισθητήρα υγρασίας χώματος μπορούμε να δούμε στην επόμενη φωτογραφία:



Εικόνα 17: Αισθητήρας υγρασίας χώματος

Ο αισθητήρας αυτός, λοιπόν, μετράει το ποσοστό του νερού στο χώμα και επιστρέφει μία τιμή ρεύματος την οποία χρειαζόμαστε για να γνωρίζουμε την κατάσταση που επικρατεί στο χώμα από το προηγούμενο πότισμα. Για να λάβει το Arduino την τιμή του νερού που υπάρχει στο χώμα, αρκεί να τοποθετήσει κάποιος την άκρη του καλωδίου του αισθητήρα σε μία από τις αναλογικές εισόδους του Arduino. Ο αισθητήρας αποτελείται στη μία πλευρά του από δύο pin τα οποία συνδέονται στις πλάκες του αισθητήρα που τοποθετούνται μέσα στο χώμα και στην άλλη από τέσσερα από τα οποία θα χρειαστούν τα τρία, η τάση(VCC) που είναι στα 5 V, η γείωση(GND) και η αναλογική έξοδος(A0).

5.4 Ηλεκτροβάννα

Η ηλεκτροβάννα είναι στην ουσία μία βρύση, η οποία για να ανοίξει πρέπει να εφαρμοστεί σε αυτήν κάποια τάση. Στο εσωτερικό μιας ηλεκτροβάννας υπάρχει ένας πυρήνα σε κυλινδρικό σχήμα και γύρω του να είναι τυλιγμένο ένα καλώδιο. Μέσα στο εσωτερικό του πυρήνα υπάρχει ένα σιδηρομαγνητικό έμβολο. Όταν δεν εφαρμόζεται τάση, το σιδηρομαγνητικό έμβολο είναι πεσμένο και διακόπτει τη ροή του νερού, αλλά όταν εφαρμοστεί τότε το έμβολο μετακινείται προς τα πάνω και επιτρέπει τη ροή του νερού. Αν η εντολή είναι αναλογική και αντί για ηλεκτρομαγνήτη υπάρχει μοτέρ ελέγχου, τότε η βάννα μπορεί να πάρει όλες τις ενδιάμεσες τιμές εκτός από τέρμα ανοιχτή ή τέρμα κλειστή. Έτσι, ο μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια η θέση τουπίρου.

Η μορφή που έχει μία ηλεκτροβάννα μπορεί να φανεί στην παρακάτω φωτογραφία:



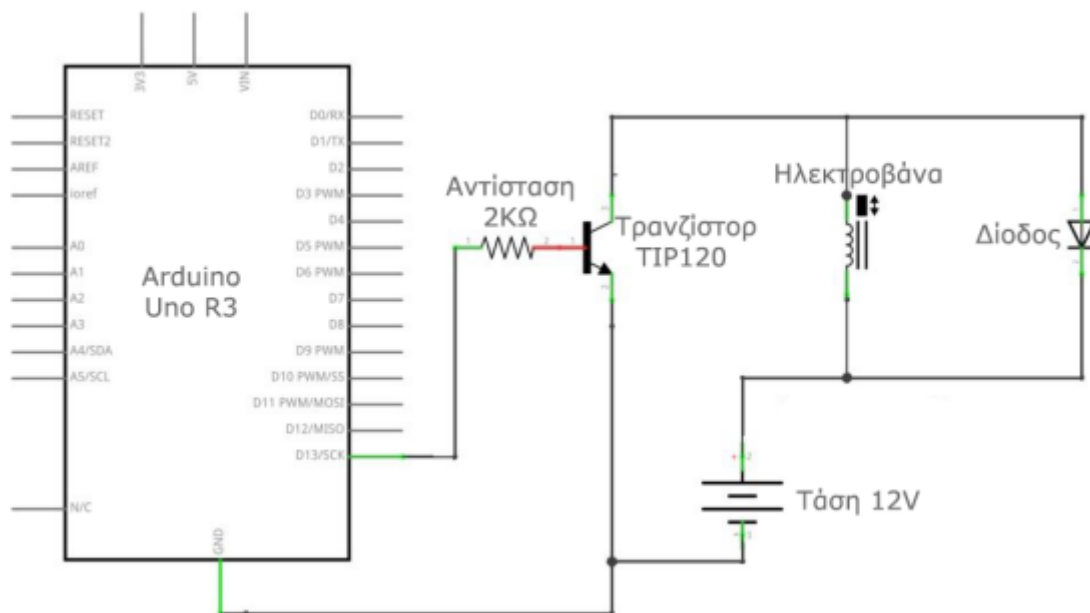
Εικόνα 18: Ηλεκτροβάνα

5.5 Τρανζίστορ και ρελέ

Το τρανζίστορ είναι μία διάταξη ημιαγωγών σε στερεή κατάσταση. Μπορεί, ανάλογα με την τάση με την οποία πολώνεται, να ρυθμίζει την ροή του ηλεκτρικού ρεύματος που απορροφά από συνδεδεμένη πηγή τάσης. Τα τρανζίστορ κατασκευάζονται είτε ως ξεχωριστά ηλεκτρονικά εξαρτήματα είτε ως τμήματα κάποιου ολοκληρωμένου κυκλώματος.

Στην περίπτωση που μελετάμε το τρανζίστορ χρησιμεύει ως διακόπτης καθώς η τάση που χρειάζεται η ηλεκτροβάνα για να λειτουργήσει είναι στα 12V dc και το Arduino παρέχει μέγιστο 5V.

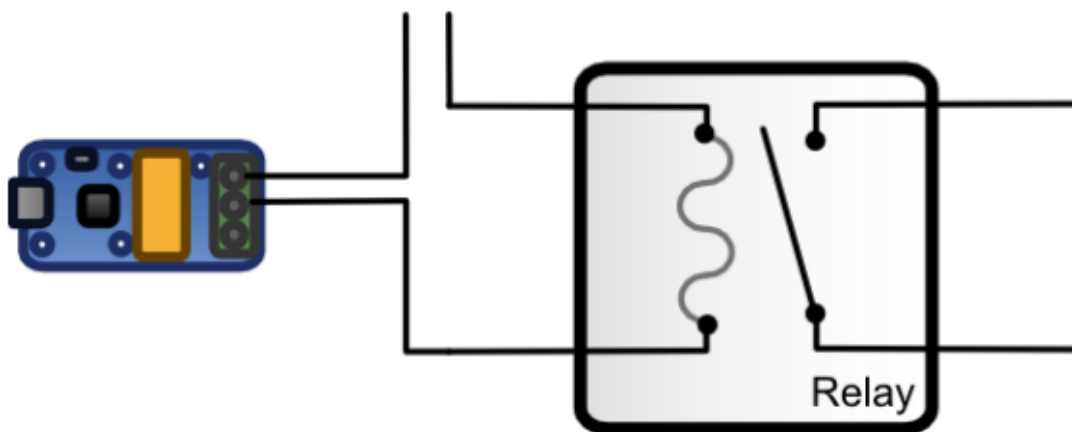
Ένας τρόπος σύνδεσης του Arduino με την ηλεκτροβάνα και το τρανζίστορ φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 19: Σύνδεση Arduino, ηλεκτροβάνας και τρανζίστορ

Όταν δεν δίνουμε ρεύμα με το Arduino (μέσω της ψηφιακής εξόδου D13) στη βάση του τρανζίστορ, τότε τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να περάσουν το φράγμα που υπάρχει μεταξύ συλλέκτη και εκπομπού και ως αποτέλεσμα το κύκλωμα να παραμένει ανενεργό. Αντιθέτως, όταν δώσουμε ρεύμα στη βάση του τρανζίστορ, τότε τα ηλεκτρόνια διαπερνούν το φράγμα συλλέκτη-εκπομπού και η ηλεκτροβάννα διαπερνάται από ρεύμα.

Ένας πιο απλός τρόπος για να δώσουμε ρεύμα στην ηλεκτροβάννα είναι με τη χρήση ρελέ. Η λειτουργία του ρελέ είναι η εξής: όταν εφαρμόζεται τάση το μαγνητικό πεδίο του πηνίου έλκει η απωθεί το σιδεράκι που έχει την ιδιότητα να κλείνει και να ανοίγει το δευτερεύον κύκλωμα. αν συνδέσουμε στην δεξιά μεριά μία πηγή και μια ηλεκτροβάννα σε σειρά όταν το ρελέ τροφοδοτηθεί με ρεύμα θα πάρουμε ως αποτέλεσμα την λειτουργία της ηλεκτροβάννας. Βέβαια, η τροφοδοσία του ρελέ θα γίνει όπως και στο παράδειγμα με το τρανζίστορ από μία ψηφιακή έξοδο του Arduino. Η μορφή που έχει μία συνδεσμολογία με ρελέ φαίνεται στην ακριβώς κάτω εικόνα:



Εικόνα 20: Ρελέ

5.6 Λοιπά υλικά

Εκτός από τα προαναφερθέντα, χρειάζονται και κάποια άλλα εξαρτήματα για τη σύνδεση του Arduino με το internet.

Αρχικά, χρειαζόμαστε ένα καλώδιο Ethernet με το οποίο συνδέεται το Ethernet shield με το διαδίκτυο. Επιπλέον, χρειαζόμαστε ένα breadboard. Το breadboard είναι ένα εξάρτημα για την κατασκευή προσωρινών κυκλωμάτων τα οποία δεν απαιτούν καμία συγκόλληση. Είναι ιδανικά για αρχάριους χρήστες ηλεκτρονικών κυκλωμάτων καθώς μπορούν να στεγάσουν τόσο το απλούστερο κύκλωμα, όσο και πολύ πολύπλοκα κυκλώματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη

Είναι γεγονός ότι ο τομέας της γεωργίας στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει και χάνει τον ρόλο του ως τομέας οικονομικής δραστηριότητας και απασχόλησης. Όμως, παρόλη αυτήν την εξασθένηση του ρόλου του, εξακολουθεί να παραμένει σημαντικός αφού παράγει περίπου το 10% του ΑΕΠ της χώρας, απασχολεί το 20% του εργατικού δυναμικού, τα «νωπά» αγροτικά προϊόντα αποτελούν το 10% του συνόλου των εξαγωγών και τα μεταποιημένα το 30% και τέλος στηρίζει μια σειρά σημαντικών βιομηχανικών κλάδων.

Ο κλάδος της γεωργίας χρησιμοποιεί τις νέες τεχνολογίες προκειμένου να μπορέσει να λύσει κάποια, αν όχι όλα, από τα παρακάτω προβλήματα [43]:

- Μικρός και κατακερματισμένος κλήρος
- Δυσμενείς γεωμορφολογικές συνθήκες
- Ανισομερής κατανομή μεταξύ φυτικής και ζωικής παραγωγής.
- Υψηλή εξάρτηση από επιδοτήσεις για μια σειρά αγροτικών προϊόντων
- Περιορισμένη εφαρμογή νέας τεχνολογίας, σύγχρονων μεθόδων παραγωγής και οργάνωσης - διοίκησης των αγροτικών εκμεταλλεύσεων
- Χαμηλό ποσοστό αρδευόμενων εκτάσεων και ανομοιογενής χωροταξική διασπορά των υδάτινων πόρων
- Δυσμενής δημογραφική σύνθεση
- Χαμηλό μορφωτικό επίπεδο
- Ελλείψεις σε μηχανισμούς ενημέρωσης, κατάρτισης, ευαισθητοποίησης του αγροτικού πληθυσμού γενικά και των παραγωγών ειδικά.
- Ελλείψεις σε κρίσιμες παραμέτρους για τη σύγκλιση ποιότητας ζωής μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών
- Ανταγωνιστικότητα
 - Χαμηλή παραγωγικότητα (παρά τη συνεχή αύξησή της τα τελευταία χρόνια) εξαιτίας κακού επενδυτικού σχεδιασμού.
 - Απουσία «επώνυμων» πιστοποιημένων ποιοτικών προϊόντων από την πρωτογενή παραγωγή
 - Μείωση των ιδιωτικών επενδύσεων επί σειρά ετών στις αρχές του 21ου αιώνα.
 - Χαμηλός βαθμός τυποποίησης και μεταποίησης της πρωτογενούς παραγωγής
 - Χαμηλό ποσοστό παραγωγής «βιολογικών» προϊόντων παρά τους εκρηκτικούς ρυθμούς αύξησης της παραγωγής και ζήτησής τους τα τελευταία χρόνια

- Περιβάλλον
 - ο Πιέσεις στο δασικό πλούτο της χώρας για αστική και τουριστική εκμετάλλευση
 - ο Υφαλμύρωση υδάτων σε παράκτιες περιοχές από την υπεράντληση
 - ο Επιβάρυνση υπόγειων υδάτων και εδαφών σε συγκεκριμένες περιοχές
 - ο Πιέσεις στη γεωργική γη από αστική και τουριστική ανάπτυξη
 - ο Μη άσκηση της γεωργικής δραστηριότητας, ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές με αποτέλεσμα την αλλοίωση του τοπίου

Την αναβάθμιση της γεωργίας ήρθε να φέρει το ΔτΠ και η γεωργίας ακριβείας μέσω των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για διάφορες διαδικασίες. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση των αισθητήρων αυτών είναι πολλά και χαρακτηριστικά αναφέρουμε κάποια από αυτά:

- Η ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων ανθρώπινων πόρων, του χρόνου και της προσπάθειας στη γεωργική παραγωγή
- Η βελτίωση του συντονισμού μεταξύ των διαφόρων ομάδων εργασίας, δηλαδή των αγροτών και των τεχνικών βοηθών, σε μια σαφή κατανομή αρμοδιοτήτων
- Η έγκαιρη ανίχνευση πιθανών πλημμυρών που θα μπορούσαν να είναι καταστροφικές για τις καλλιέργειες και τη σωστή άρδευση του νερού για την αποφυγή τέτοιων περιπτώσεων
- Η βελτιωμένη εκτίμηση και προγραμματισμός άρδευσης με βάση το διαθέσιμο νερό
- Η δημιουργία γνώσης που συγκεντρώθηκε από τα δίκτυα αισθητήρων για μελλοντικές εφαρμογές στον τομέα της γεωργίας

6.2 Κριτική αποτίμηση των συστημάτων

Τα συστήματα που περιγράφηκαν διαθέτουν μια φιλική και εύχρηστη πλατφόρμα ανάπτυξης και κατασκευής αυτοματισμών. Ένας χρήστης με μικρή προγραμματιστική εμπειρία μπορεί άμεσα, ανατρέχοντας σε βασικές οδηγίες και τεκμηρίωση για αρχάριους να δημιουργήσει την πρώτη του κατασκευή. Ειδικά για το Arduino απαιτείται απλά η εγκατάσταση του Arduino IDE και γνώση των βασικών εντολών προγραμματισμού. Ήδη το πακέτο Starter kit που περιέχει το Arduino περιέχει και εγχειρίδιο χρήσης με πολλά παραδείγματα χρησιμοποιώντας διάφορες συσκευές εισόδου/εξόδου όπως είναι λυχνίες, αισθητήρες κα.

Είναι γεγονός βέβαια πως καθώς οι κατασκευές γίνονται πιο πολύπλοκες, η καλύτερη γνώση ηλεκτρονικών καθίσταται απαραίτητη. Σε κάποιες εφαρμογές απαιτείται η σύνδεση αντιστάσεων, ροοστατών και άλλων εξαρτημάτων που δεν είναι απαραίτητα γνωστά σε κάποιον αρχάριο χρήστη ή κάποιον προγραμματιστή. Παρόλα αυτά ακόμα και σε αυτή την περίπτωση ένας αρχάριος χρήστης, ακολουθώντας κατά γράμμα τις οδηγίες κατασκευής των μηχανισμών μπορεί να δημιουργήσει με επιτυχία έναν

πολύπλοκο μηχανισμό. Σε αυτό συμβάλλει η τεράστια βιβλιοθήκη παραδειγμάτων που υπάρχουν είτε στη βιβλιογραφία ή κυρίως στο Διαδίκτυο, από την επίσημη ιστοσελίδα του Arduino αλλά κυρίως από τα χιλιάδες ιστολόγια και wikis εθελοντών οι οποίοι ανεβάζουν τα έργα τους και τα διανέμουν ελεύθερα.

6.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Το διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελεί σίγουρα μια μεγάλη καινοτομία όχι μόνο στη γεωργία αλλά σε όλους τους τομείς. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με το υπολογιστικό νέφος και την επεξεργασία μεγάλων δεδομένων δίνουν απεριόριστες δυνατότητες και καθιστούν τους χρήστες ικανούς να διαχειρίζονται τα περιβάλλοντα που δρουν καθημερινά με πολύ εύκολο τρόπο.

Υπάρχει πάντα, βέβαια, η δυνατότητας βελτίωσης και τελειοποίησης του ασύρματου δικτύου αισθητήρων. Ορισμένοι παράγοντες στους οποίους πρέπει να δοθεί περισσότερη προσοχή στο μέλλον είναι οι ακόλουθοι [44]:

- Θα πρέπει να επανεξεταστεί το κόστος καθώς μία λύση χαμηλού κόστους είναι πάντα επιθυμητή για την αύξηση του πεδίου εφαρμογής και την εμβάθυνση των αιτήσεων.
- Οι λύσεις που θα αναπτυχθούν στο μέλλον θα πρέπει περιλαμβάνουν τη πρόβλεψη για αυτόνομες επιχειρήσεις που επιβιώνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Αποτελεί κομβικής σημασίας το γεγονός ότι πρέπει να αναπτυχθεί ένα σύστημα το οποίο θα απαιτεί ελάχιστη προσπάθεια συντήρησης κάτι που θα ελαχιστοποιήσει και το μέσο κόστος μακροπρόθεσμα.
- Τα συστήματα που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να έχουν εκτεταμένη διάρκεια ζωής με αυτονομία κάνοντας τις προτεινόμενες λύσεις πιο ενεργειακά αποδοτικές με την ενσωμάτωση ευφυών αλγορίθμων.
- Οι εφαρμογές θα πρέπει να είναι απλές και να χαρακτηρίζονται από ευκολία στη χρήση καθώς, συνήθως, οι χρήστες για τους οποίους προορίζονται δεν είναι και τόσο εξοικειωμένοι με τέτοιου είδους συστήματα.
- Τέλος, η συνολική λειτουργικότητα του συστήματος θα ενισχυθεί μέσω της διαλειτουργικότητας των διαφόρων στοιχείων και των διαφορετικών τεχνολογιών επικοινωνιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κοτίδης, Κ. (2016) *Η γεωργική παραγωγή στη Στερεά Ελλάδα, οι καταβολές, η κατάσταση, τα προβλήματα και οι προοπτικές της*, Διπλωματική εργασία MSc, Πειραιάς: Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- [2] Χλωπτσίδης, Π. (2017) *Παρακολούθηση Αγροτικής Παραγωγής Μέσω Εφαρμογής σε Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων*, Πτυχιακή εργασία, Ναύπακτος: Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας
- [3] Θεοδώρου, Μ. & Πασχαλίδης, Χ. (1999) *Εγχειρίδιο Καλλιεργητή*, Αθήνα: Έμβρυο
- [4] Χαϊντούτη Κ. (2006), *Σημειώσεις Γενικής εδαφολογίας*, Γ.Π.Α., Αθήνα
- [5] Osman, K. T. (2012). *Soils: principles, properties and management*. Springer Science & Business Media.
- [6] Kutilek, M., & Nielsen, D. R. (2015). *Soil Is the Skin of the Planet Earth* (pp. 13-19). Springer Netherlands.
- [7] Ulery AL, Graham RC (1993) *Forestfire effects on soil color and texture*, Soil Science Society of America Journal 57, 135–140.
- [8] Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2008
- [9] *Global guidelines for the restoration of degraded forests and landscapes in drylands*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ιούνιος 2015, [ISBN 978-92-5-108912-5](#), Ανακτήθηκε στις 11 Μαΐου 2019.
- [10] Montanarella, L., & Tóth, G. (2008, May). *Desertification in Europe*. In *15th International Congress of the International Soil Conservation (ISCO Congress) Soil and Water Conservation, Climate Change and Environmental Sensitivity* (Vol. 18).
- [11] Wikipedia (2017), Machine to Machine. Wikipedia, the Free Encyclopedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_to_machine
- [12] Polsonetti, C. (2014), Know the Difference Between IoT and M2M. Automation World, <http://www.automationworld.com/cloud-computing/know-differencebetween-iot-and-m2m>
- [13] Living Internet, (2000), The Internet Toaster. Http://www.livinginternet.com/i/ia_myths_toast.htm
- [14] Stafford-Fraser, Q. (1995), The Trojan Room Coffee Pot.

[Http: //www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html](http://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html)

- [15] RFC 7452, (2017), Architectural Considerations in Smart Object Networking, <https://tools.ietf.org/html/rfc7452>
- [16] Overview of the Internet of Things. ITU, June 15, 2012, <http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=Y.2060>
- [17] [Http: //www.comsoc.org/commag/cfp/internet-thingsm2m-research-standards-Next-steps](http://www.comsoc.org/commag/cfp/internet-thingsm2m-research-standards-Next-steps)
- [18] Oxford Dictionaries (2017), Internet of Things. http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/Internet-of-things
- [19] https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things
- [20] Rose K, Eldridge S, Chapin L (2015), An Overview Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World, Internet Society.com
- [21] Lopez Research LLC, (2013), An Introduction to the Internet of Things (IoT), Part 1. of The IoT Series
- [22] E. Borgia, “The Internet of Things vision: Key features, applications and open Issues,” Computer Communications, vol. 54, pp. 1–31, Dec. 2014. ISSN: 0140-3664, doi:<https://doi.org/10.1016/j.comcom.2014.09.008>.
- [23] P. Sethi and S. R. Sarangi, “Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications,” Journal of Electrical and Computer Engineering, vol. 2017, p. 25, 2017. Article ID 9324035, doi:10.1155/2017/9324035
- [24] N. C. Gaitan, V. G. Gaitan, and I. Ungurean, “A Survey on the Internet of Things Software Arhitecture,” International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 6, no. 12, 2015.
- [25] Tschofenig, H., et al, Architectural Considerations in Smart Object Networking, Tech No. RFC 7452. Internet Architecture Board, Mar. 2015. Web <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt>
- [26] EY report on “Cybersecurity and the Internet of Things” (2015), [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-cybersecurity-and-the-internet-ofthings/\\$FILE/EY-cybersecurity-and-the-internet-of-things.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-cybersecurity-and-the-internet-ofthings/$FILE/EY-cybersecurity-and-the-internet-of-things.pdf)
- [27] Weber, R. H., & Studer, E. (2016). Cybersecurity in the Internet of Things: Legal aspects. Computer Law & Security Review, 32(5), 715-728

- [28] Whelan, B. M. and McBratney, A. B., 2000. The “Null Hypothesis” of Precision Agriculture. *Precision Agriculture*, 2: 265-279
- [29] Williams, B. and Hoey, D., 1987. The use of electromagnetic induction to detect the spatial variability of the salt and clay content of soils. *Australian Journal Soil Research*, 25: 21-27
- [30] Janes, D.B., Novak, J.M., Moorman, T.B. and Cambardella, C.A., 1994. Estimating Herbicide Partition Coefficients from Electromagnetic Induction Measurements. *Journal of Environmental Quality*, 24: 36-41
- [31] McBride, R.A., Gordon, A.M. and Shrive, S.C., 1990. Estimating forest soil quality from terrain measurements of apparent electrical conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 54: 290-293
- [32] Lund, E.D., Christy, C.D. and Drummond, P.E., 1999. Practical applications of soil electrical conductivity mapping. *Proceedings of the 2nd European Conference on Precision Agriculture*, July, 1999
- [33] Τσελές, Δ., Κυριακάρκος, Γ., (2011). *Νέες τεχνολογίες στη γεωργία – γεωργία ακριβείας*. Πρόγραμμα Γ.Γ.Ν.Γ: επιστημονική υποστήριξη νέων αγροτών.
- [34] Χαρού, Α., *Η εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας στην Ελλάδα, ανά καλλιέργεια*. Ανακτήθηκε από: <http://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/georgia-akriveias/item/1322-i-efarmogi-tis-georgias-akriveias-stin-ellada-ana-kalliergeia>
- [35] Gemtos T.A., Fountas, S., Markinos, T., Blackmore, S. and Marques da Silva, J. R. 2005. Trend yield maps in irrigated and rain fed crops. Oral presentation in ITAFE '05 International Congress on Information Technologies in Agriculture, Food and Environment, Adana, Turkey, 12-14 October 2005
- [36] Χλωρός, Α., 2010. Γεωργία Ακριβείας Στα Σιτηρά. Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- [37] Hautala, M. and Tiisanen, J. 2007. Depth determination of a wireless underground Soil Scout. In: *Proceedings of the 6th European Conference on Precision Agriculture*, Skiathos, Greece
- [38] Vellidis, G., Tucker, M., Perry, C., Kvien, C. and Bednarz, C. 2008. A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture* 61, 44-50.

- [39] J. chun Zhao, J. feng Zhang, Y. Feng, and J. xin Guo, “The study and application of the IoT technology in agriculture,” in 2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology, vol. 2, July 2010
- [40] SCR - Make every cow count. (2015, March). Retrieved June, 2019, from <http://www.scrdairy.com/>
- [41] Ojha, Σ., Misra, S., & Raghuwanshi, N.S. (2015). Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. Computer and Electronics in Agriculture, 118, 66-84.
- [42] Shinghal, K., Noor, A., Srivastava, N., & Singh, R. (2011). Intelligent humidity Sensor for wireless sensor network agricultural application. International Journal of Wireless & Mobile Networks, 3, 1
- [43] Φασνάκης, Γεώργιος. Η χρήση των νέων τεχνολογιών της πληροφορικής στη γεωργία και στην κτηνοτροφία. Διπλωματική εργασία Μεταπτυχιακού, Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών, Κοζάνη: TEI Δυτικής Μακεδονίας, 2012.
- [44] b. S. M. a. N. S. R. Tamoghna Ojha a, «Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges»
- [45] <https://www.arduino.cc/>
- [46] <https://store.arduino.cc/arduino-ethernet-shield-2>