



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

Πανεπιστήμιο Πατρών  
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών  
Τμήμα Γεωπονίας

## Εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη δια- χείριση καλλιεργειών



Πτυχιακή εργασία του φοιτητή  
Τζουανόπουλου Ανδρέα

Αμαλιάδα 2021  
Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Α. Λιόπα-Τσακαλίδη

### **Αντί προλόγου**

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στο εργαστήριο Βοτανικής και Ζιζανιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστήμων του Πανεπιστημίου Πατρών. Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας και Πρόεδρο του Τμήματος Δρ. Α. Λιόπα –Τσακαλίδη για την αδιάκοπη επιστημονική καθοδήγηση, την πολύπλευρη βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές και το ειλικρινές ενδιαφέρον της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	4
Εισαγωγή .....	5
Κεφάλαιο 1 .....	6
1.1    Ευφυής Γεωργία.....	6
1.1.1    Ιστορική Αναδρομή .....	8
1.1.3.1    Σύντομη ιστορική αναδρομή .....	11
1.1.3.2    Πλεονεκτήματα του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) .....	11
1.1.3.3    Νέες εξελισσόμενες τεχνολογίες.....	15
1.1.3.3.1Υπολογιστικό νέφος.....	15
1.1.3.3.1.1    Ιστορική αναδρομή .....	15
1.1.3.3.1.2    Αρχιτεκτονική και Μορφές υπολογιστικού νέφους.....	16
1.1.3.3.1.3    Πλεονεκτήματα υπολογιστικού νέφους.....	18
1.2.3    Εφαρμογές Δικτύου αισθητήρων.....	24
1.2.4    Μικροελεγκτές (microcontrollers).....	30
Κεφάλαιο 2 .....	34
2.1.1    Παρακολούθηση συστημάτων γεωργίας .....	36
2.1.2    Διαχείριση υδάτινων πόρων.....	44
2.1.3    Παρακολούθηση καλλιέργειας μέσω αισθητήρων.....	49
Βιβλιογραφία.....	55

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή αποτελείται από δύο κεφάλαια. Το *πρώτο κεφάλαιο* αποτελείται από την εισαγωγή στην ευφυή γεωργία, στο οποίο γίνεται μία αναφορά στον ορισμό της ευφυούς γεωργίας, στην ιστορική της διαδρομή, τις τεχνολογίες που περιλαμβάνει αλλά και τα οφέλη της. Στη συνέχεια αναφέρεται στο διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), που παραθέτει τον ορισμό του αλλά και την ιστορική του διαδρομή. Επίσης επισυνάπτονται τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα του, οι νέες τεχνολογίες, όπως το υπολογιστικό νέφος αλλά γίνεται και μία αναφορά στην 4<sup>η</sup> γεωργική επανάσταση. Το τέλος του πρώτου κεφαλαίου περιγράφει τους μικροελεγκτές αλλά και τα δίκτυα αισθητήρων. Το *δεύτερο κεφάλαιο* περιλαμβάνει τις εφαρμογές του διαδικτύου των πραγμάτων στην διαχείριση των καλλιεργειών, όπως για την παρακολούθηση του καιρού, χρήση του στα θερμοκήπια αλλά και την παρακολούθηση της καλλιέργειας μέσω μη επανδρωμένα αεροσκαφών (drone). Τέλος γίνεται μία αναφορά στην διαχείριση των υδάτινων πόρων μέσω του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και στην παρακολούθηση των καλλιεργειών και τις λύσεις που προσφέρουν στους αγρότες. Η υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας έγινε με βιβλιογραφική έρευνα από βιβλία, άρθρα, περιοδικά, υλικό από ηλεκτρονικές πηγές με τη χρήση των βάσεων δεδομένων.

## Εισαγωγή

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) περιγράφει το δίκτυο φυσικών αντικειμένων που είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες, λογισμικό και άλλες τεχνολογίες με σκοπό τη σύνδεση και την ανταλλαγή δεδομένων με άλλες συσκευές και συστήματα μέσω του Διαδικτύου. Τα πράγματα έχουν εξελιχθεί λόγω της σύγκλισης πολλαπλών τεχνολογιών, αναλυτικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο, μηχανικής μάθησης, αισθητήρων εμπορευμάτων και ενσωματωμένων συστημάτων. Επίσης, τα πεδία ενσωματωμένων συστημάτων, ασύρματων δικτύων αισθητήρων, συστημάτων ελέγχου, αυτοματισμού (συμπεριλαμβανομένου του αυτοματισμού σπιτιού και κτιρίων) και άλλα όλα συμβάλλουν στην ενεργοποίηση του Διαδικτύου των πραγμάτων. Επίσης στην καταναλωτική αγορά, η τεχνολογία του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) είναι περισσότερο συνώνυμη με προϊόντα που σχετίζονται με την έννοια του έξυπνου σπιτιού, συμπεριλαμβανομένων συσκευών και συσκευών (όπως φωτιστικά, θερμοστάτες, συστήματα ασφαλείας στο σπίτι και κάμερες και άλλες οικιακές συσκευές) που υποστηρίζουν μία ή πιο κοινά οικοσυστήματα και μπορούν να ελεγχθούν μέσω συσκευών που σχετίζονται με αυτό το οικοσύστημα, όπως έξυπνα τηλέφωνα (smartphone) και έξυπνα ηχεία. Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Υπάρχουν ορισμένες σοβαρές ανησυχίες σχετικά με τους κινδύνους στην ανάπτυξη του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT), ιδίως στους τομείς της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουν ξεκινήσει βιομηχανικές και κυβερνητικές κινήσεις για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης διεθνών προτύπων.

# Κεφάλαιο 1

## 1.1 Ευφυής Γεωργία

Η Ευφυής Γεωργία είναι μια ιδέα διαχείρισης που επικεντρώνεται στην παροχή στη γεωργική βιομηχανία της υποδομής για την αξιοποίηση της προηγμένης τεχνολογίας συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων δεδομένων, του σύννεφου (cloud) και του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT), για παρακολούθηση, αυτοματοποίηση και ανάλυση των λειτουργιών. Επίσης γνωστή ως γεωργία ακριβείας, η έξυπνη καλλιέργεια διαχειρίζεται λογισμικό και παρακολουθείται από αισθητήρες. Επίσης αποκτά μεγαλύτερη σημασία λόγω του συνδυασμού του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού, της αυξανόμενης ζήτησης για υψηλότερη απόδοση των καλλιεργειών, της ανάγκης αποτελεσματικής χρήσης φυσικών πόρων, της αυξανόμενης χρήσης και εκκρότησης της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών και της αυξανόμενης ανάγκης για έξυπνο κλίμα γεωργία.



Η ευφυή γεωργία περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογίας όπως:

- Αισθητήρες για σάρωση εδάφους και νερό, φως, υγρασία και διαχείριση θερμοκρασίας,
- Τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών όπως προηγμένη δικτύωση και παγκόσμιο σύστημα θέσης (GPS).
- Υλικό και λογισμικό για εξειδικευμένες εφαρμογές και για ενεργοποίηση λύσεων, ρομποτικής και αυτοματισμού που βασίζονται σε διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT).
- Εργαλεία ανάλυσης δεδομένων για λήψη αποφάσεων και προβλέψεις. Η συλλογή δεδομένων αποτελεί σημαντικό μέρος της έξυπνης καλλιέργειας καθώς η ποσότητα των διαθέσιμων δεδομένων από τις καλλιέργειες, τη χαρτογράφηση, την κλιματική αλλαγή, τις εφαρμογές λιπασμάτων, τα δεδομένα του καιρού, τα μηχανήματα και την υγεία των ζώων συνεχίζει να αυξάνεται.

- Δορυφόροι και μη επανδρωμένο αεροσκάφη (drone) για τη συλλογή δεδομένων όλο το εικοσιτετράωρο για ένα ολόκληρο πεδίο. Αυτές οι πληροφορίες προωθούνται σε συστήματα πληροφορικής για παρακολούθηση και ανάλυση για να δώσουν ένα «μάτι στον αγρό» ή «μάτι στον αχρώνα» που καθιστά δυνατή την απομακρυσμένη παρακολούθηση.

Ο συνδυασμός αυτών των τεχνολογιών διευκολύνει δεδομένα που προέρχονται από μηχανή σε μηχανή (M2M). Αυτά τα δεδομένα τροφοδοτούν ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων έτσι ώστε οι αγρότες να μπορούν να δουν τι συμβαίνει σε πιο κοκκώδες επίπεδο από ό, τι στο παρελθόν. Για παράδειγμα, με την ακριβή μέτρηση των παραλλαγών εντός ενός πεδίου και την προσαρμογή της στρατηγικής ανάλογα, οι αγρότες μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα των φυτοφαρμάκων και των λιπασμάτων και να τα χρησιμοποιήσουν πιο συνετά. Ομοίως, οι έξυπνες τεχνικές καλλιέργειας, βοηθούν τους αγρότες να παρακολουθούν καλύτερα τις ανάγκες των μεμονωμένων ζώων και να προσαρμόζουν τη διατροφή τους για την πρόληψη ασθενειών και την ενίσχυση της υγείας των κοπαδιών.



Καθιστώντας τη γεωργία πιο συνδεδεμένη και έξυπνη, η γεωργία ακριβείας συμβάλλει στη μείωση του συνολικού κόστους και βελτιώνει την ποιότητα και την ποσότητα των προϊόντων, τη βιωσιμότητα της γεωργίας και την εμπειρία για τον καταναλωτή. Η αύξηση του ελέγχου της παραγωγής οδηγεί σε καλύτερη διαχείριση κόστους και μείωση των αποβλήτων. Η ικανότητα εντοπισμού ανωμαλιών στην ανάπτυξη των καλλιεργειών ή στην υγεία των ζώων, για παράδειγμα, βοηθά στην εξάλειψη του κινδύνου απώλειας των αποδόσεων. Επιπλέον, η αυτοματοποίηση ενισχύει την αποδοτικότητα. Με έξυπνες συσκευές, πολλές διαδικασίες μπορούν να ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα και οι αυτοματοποιημένες υπηρεσίες βελτιώνουν την ποιότητα και τον όγκο του προϊόντος ελέγχοντας καλύτερα τις διαδικασίες παραγωγής. Τα έξυπνα συστήματα καλλιέργειας

επιτρέπουν επίσης την προσεκτική διαχείριση της πρόβλεψης της ζήτησης και της παράδοσης αγαθών στην αγορά έγκαιρα για τη μείωση των αποβλήτων. Η γεωργία ακριβείας επικεντρώνεται στη διαχείριση της προσφοράς γης και, με βάση την κατάστασή της, την επικέντρωση στις σωστές παραμέτρους ανάπτυξης όπως για παράδειγμα, υγρασία, λίπασμα ή περιεχόμενο υλικού αλλά και για την παροχή παραγωγής για τη σωστή καλλιέργεια που έχει ζήτηση. Οι τύποι συστημάτων εκτροφής ακριβείας που εφαρμόζονται εξαρτώνται από τη χρήση λογισμικού για τη διαχείριση της επιχείρησης. Τα συστήματα ελέγχου διαχειρίζονται την είσοδο του αισθητήρα, παρέχοντας απομακρυσμένες πληροφορίες για παροχή και υποστήριξη αποφάσεων, εκτός από τον αυτοματισμό μηχανημάτων και εξοπλισμού για την απόκριση σε αναδυόμενα ζητήματα και την υποστήριξη παραγωγής.

### **1.1.1 Ιστορική Αναδρομή**

Η Ευφυής Γεωργία εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1929 όταν οι Linsley και Bauer ανέπτυξαν τον πρώτο συντακτικό χάρτη για τη μελέτη της μεταβλητότητας του pH στο έδαφος, εντούτοις συστηματική έρευνα για εφαρμογές Ευφυής Γεωργίας ξεκίνησε την δεκαετία του 1980. Εκείνη την περίοδο δημιουργήθηκε ο πρώτος μετρητής απόδοσης καλλιέργειας σε θεριζοαλωνιστική μηχανή, επίσης κατασκευάστηκαν οι πρώτοι αισθητήρες εδάφους που θεωρούνται πρόγονοι των σημερινών αισθητήρων του διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things) και αναπτύχθηκε το σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) από τον Roger Lee Easton. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ειδικά συστήματα ανίχνευσης εδάφους που μετρούσαν την περιεκτικότητα χλωροφύλλης στην καλλιέργεια. Έως το 2002 είχαν λάβει χώρα εδαφικές μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας, δορυφορικές λήψεις εικόνων και το πρώτο συστήματα ανίχνευσης ζιζανίων σε καλλιέργειες. Τις χρονολογίες 1997 και 2005 αντίστοιχα διοργανώθηκαν για πρώτη φορά Ευρωπαϊκά και Ασιατικά συνέδρια που αφορούσαν την ευφυή γεωργία, κλάδος που έκτοτε αποτελεί σε παγκόσμια κλίμακα σημείο μεγάλου ενδιαφέροντος και επενδύσεων τόσο από κρατικούς φορείς όσο και από επιχειρήσεις. Τέλος το έτος 2015 έκαναν την εμφάνισή τους τα πρώτα αγροκτήματα (farmbot) όπως πλήρως αυτόνομα συστήματα άρδευσης.



### **1.1.2 Το μέλλον της γεωργίας**

Η έξυπνη γεωργία και η γεωργία που βασίζεται στο διαδικτύου των πραγμάτων ( IOT) αποτελούν τα θεμέλια για μια «τρίτη πράσινη επανάσταση», η οποία αναφέρεται στη συνδυασμένη εφαρμογή τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών. Αυτό περιλαμβάνει συσκευές όπως εξοπλισμό ακριβείας, αισθητήρες του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και ενεργοποιητές, συστήματα γεω-εντοπισμού, μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV) και ρομπότ. Η τεχνολογία του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο των γεωργικών διεργασιών για τη μείωση των κινδύνων παραγωγής και ενισχύει την ικανότητα πρόβλεψης των αποτελεσμάτων της παραγωγής, γεγονός που βοηθά τους αγρότες να σχεδιάζουν καλύτερα και να διανέμουν προϊόντα. Τα δεδομένα σχετικά με τις ακριβείς παρτίδες των καλλιεργειών και την ποσότητα των συγκομιδών μπορούν να βοηθήσουν τους αγρότες να μειώσουν την εργασία και τα απόβλητα. Επιπλέον, σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας, οι πάροχοι υπηρεσιών και οι πάροχοι υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας εκσυγχρονίζουν την υποδομή του δικτύου τους, φέρνοντας τους πόρους του δικτύου στην άκρη και ενσωματώνοντας μεγάλες αποστάσεις μέσω τεχνολογιών όπως μικρά κελιά για την ανάπτυξη 5G .

### **1.1.3 Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)**

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) περιγράφει το δίκτυο φυσικών αντικειμένων - "πράγματα" - που είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες, λογισμικό και άλλες τεχνολογίες με σκοπό τη σύνδεση και την ανταλλαγή δεδομένων με άλλες συσκευές και συστήματα μέσω του Διαδικτύου. Αυτές οι συσκευές κυμαίνονται από συνηθισμένα οικιακά αντικείμενα έως εξελιγμένα βιομηχανικά εργαλεία. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων αναφέρεται στα δισεκατομμύρια φυσικές συσκευές σε όλο τον κόσμο που είναι πλέον συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο, όλες συλλέγουν και μοιράζονται δεδομένα. Χάρη στην άφιξη των εξαιρετικά φθηνών τσιπ υπολογιστή και της πανταχού παρουσίας ασύρματων δικτύων, είναι δυνατόν να μετατρέψουμε οτιδήποτε, από κάτι τόσο μικρό όσο ένα χάπι σε κάτι τόσο μεγάλο όσο ένα αεροπλάνο, σε μέρος του διαδικτύου των πραγμάτων. Η σύνδεση όλων αυτών των διαφορετικών αντικειμένων και η προσθήκη αισθητήρων σε αυτά προσθέτει ένα επίπεδο ψηφιακής νοημοσύνης σε συσκευές που θα ήταν διαφορετικά ανήστες, επιτρέποντάς τους να επικοινωνούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο χωρίς να εμπλέκουν έναν άνθρωπο. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων καθιστά το ύφασμα του κόσμου

γύρω μας πιο έξυπνο και πιο ευαίσθητο, συγχωνεύοντας τα ψηφιακά και φυσικά σύμπα-  
ντα.

Σχεδόν οποιοδήποτε φυσικό αντικείμενο μπορεί να μετατραπεί σε συσκευή διαδικτύου των πραγμάτων εάν μπορεί να συνδεθεί στο διαδίκτυο για έλεγχο ή επικοινωνία πληροφοριών. Μια λάμπα που μπορεί να ανάψει χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή έξυπνων τηλεφώνων ( smartphone) είναι μια συσκευή διαδικτύου των πραγμάτων, όπως και ένας αισθητήρας κίνησης ή ένας έξυπνος θερμοστάτης.

Ο όρος διαδίκτυο των πραγμάτων χρησιμοποιείται κυρίως για συσκευές που συνήθως δεν αναμένεται να έχουν σύνδεση στο Διαδίκτυο και που μπορούν να επικοινωνούν με το δίκτυο ανεξάρτητα από την ανθρώπινη δράση. Για αυτόν τον λόγο, ένας υπολογιστής δεν θεωρείται γενικά συσκευή διαδικτύου των πραγμάτων και ούτε ένα έξυπνο τηλέφωνο, παρόλο που το τελευταίο είναι γεμάτο με αισθητήρες.

Ενώ η ιδέα του διαδικτύου των πραγμάτων υπάρχει εδώ και πολύ καιρό, μια συλλογή πρόσφατων εξελίξεων σε διάφορες διαφορετικές τεχνολογίες την έκανε χρήσιμη.

Στην συνέχεια αναφέρονται οι τεχνολογίες που έχουν καταστήσει δυνατό το διαδίκτυο των πραγμάτων.

Πρόσβαση σε τεχνολογία αισθητήρων χαμηλού κόστους και χαμηλής ισχύος. Οι προσιτοί και αξιόπιστοι αισθητήρες καθιστούν δυνατή την τεχνολογία διαδικτύου των πραγμάτων για περισσότερους κατασκευαστές.

Συνδεσιμότητα. Ένα πλήθος πρωτοκόλλων δικτύου για το Διαδίκτυο διευκόλυνε τη σύνδεση αισθητήρων στο σύννεφο( cloud) και σε άλλα "πράγματα" για αποτελεσματική μεταφορά δεδομένων.

Πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους. Η αύξηση της διαθεσιμότητας των πλατφορμών σύννεφου( cloud )επιτρέπει τόσο στις επιχειρήσεις όσο και στους καταναλωτές να έχουν πρόσβαση στην υποδομή που χρειάζονται για κλιμάκωση χωρίς να χρειάζεται να τα χειρίζονται όλα.

Μηχανική εκμάθηση και αναλυτικά στοιχεία. Με τις εξελίξεις στη μηχανική εκμάθηση και στα αναλυτικά στοιχεία, μαζί με την πρόσβαση σε ποικίλους και τεράστιους όγκους δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στο σύννεφο, οι επιχειρήσεις μπορούν να συγκεντρώσουν πληροφορίες πιο γρήγορα και πιο εύκολα. Η εμφάνιση αυτών των συμμαχικών τεχνολογιών συνεχίζει να ωθεί τα όρια του διαδικτύου των πραγμάτων και τα δεδομένα που παράγονται από το διαδίκτυο των πραγμάτων τροφοδοτούν επίσης αυτές τις τεχνολογίες.

Συζητητική τεχνητή νοημοσύνη (AI). Οι εξελίξεις στα νευρικά δίκτυα έχουν φέρει την επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) σε συσκευές IoT (όπως ψηφιακοί προσωπικοί βοηθοί Alexa, Cortana και Siri) και τις έκαναν ελκυστικές, προσιτές και βιώσιμες για οικιακή χρήση.

### **1.1.3.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή**

Η ιδέα της προσθήκης αισθητήρων και νοημοσύνης σε βασικά αντικείμενα συζητήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 και του 1990 (και υπάρχουν αναμφισβήτητα κάποιοι προγενέστεροι πρόγονοι), αλλά εκτός από κάποια πρώιμα έργα συμπεριλαμβανομένου ενός αυτόματου πωλητή συνδεδεμένου στο Διαδίκτυο η πρόοδος ήταν αργή μόνο και μόνο επειδή η τεχνολογία δεν ήταν έτοιμη. Τα τσιπ ήταν πολύ μεγάλα και ογκώδη και δεν υπήρχε τρόπος τα αντικείμενα να επικοινωνούν αποτελεσματικά. Η υιοθέτηση ετικετών τσιπ χαμηλής κατανάλωσης που μπορούν να επικοινωνούν ασύρματα (RFID) έλυσε ορισμένα από αυτά τα ζητήματα, μαζί με την αυξανόμενη διαθεσιμότητα ευρυζωνικού διαδικτύου και κινητής και ασύρματης δικτύωσης. Η υιοθέτηση του IPv6 - το οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να παρέχει αρκετές διευθύνσεις διαδικτυακού πρωτοκόλλου (IP) για κάθε συσκευή που ενδέχεται να χρειαστεί ποτέ ο κόσμος.

Ο Kevin Ashton επινόησε τη φράση Ίντερνετ των πραγμάτων το 1999, αν και χρειάστηκε τουλάχιστον μια ακόμη δεκαετία για να ανταποκριθεί η τεχνολογία στο όραμα.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) ήταν αρχικά πιο ενδιαφέρον για τις επιχειρήσεις και τη βιομηχανία, όπου η εφαρμογή του είναι μερικές φορές γνωστή ως μηχανήμα σε μηχανή (M2M), αλλά η έμφαση είναι να γεμίσουν τα σπίτια και τα γραφεία με έξυπνες συσκευές. Οι πρώτες προτάσεις για συσκευές συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο περιελάμβαναν αντικείμενα που ιστολογούν και καταγράφουν δεδομένα σχετικά με τον εαυτό τους στο Διαδίκτυο (blogjects), πανταχού παρούσα πληροφορική ή αόρατο υπολογισμό και εκτεταμένο υπολογισμό (ubicomp»).. Ωστόσο, το Διαδίκτυο των πραγμάτων και το (IoT) ήταν κολλημένα.

### **1.1.3.2 Πλεονεκτήματα του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT)**

Υπάρχουν πολλά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από τη χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία.

*Κοινοτική γεωργία:* Η χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων μπορεί να βοηθήσει στην προώθηση της κοινοτικής γεωργίας, ιδίως στις αγροτικές περιοχές. Το διαδίκτυο των

πραγμάτων μπορεί να αξιοποιηθεί για την προώθηση υπηρεσιών που επιτρέπουν στην κοινότητα να έχει μια κοινή αποθήκευση δεδομένων, κοινόχρηστα δεδομένα και πληροφορίες, να αυξάνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των αγροτών και των ειδικών της γεωργίας.

*Ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα:* Η αύξηση της ζήτησης για τρόφιμα και η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών αναμένεται να καταστήσουν τον γεωργικό τομέα πολύ ανταγωνιστικό. Επίσης, η ενεργοποίηση της γεωργίας που βασίζεται σε δεδομένα χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο των πραγμάτων θα ανοίξει νέα κατεύθυνση στο εμπόριο, την παρακολούθηση και το μάρκετινγκ. Η αδυναμία μείωσης του κόστους, η μείωση της σπατάλης στις εισροές όπλων κατά την εφαρμογή, όπως τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα αυξάνουν την παραγωγικότητα. Η χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για τη λήψη αποφάσεων θα παρέχει το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που απαιτείται για τους αγρότες που υιοθετούν στο οικοσύστημα διαδίκτυο των πραγμάτων.

*Μείωση κόστους και σπατάλη:* Ένα από τα αντιληπτά μειονεκτήματα του IoT είναι η ικανότητα παρακολούθησης απομακρυσμένων συσκευών και εξοπλισμού. Η εφαρμογή της γεωργίας του διαδικτύου των πραγμάτων θα συμβάλει στην εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος σε περίπτωση ανίχνευσης μεγάλων χωραφιών σε σύγκριση με το προσωπικό που επιμένει φυσικά στο πεδίο είτε με τη χρήση οχημάτων είτε με τα πόδια.

*Λειτουργική αποτελεσματικότητα:* Η λειτουργική αποδοτικότητα αφορά όχι μόνο τους αγρότες αλλά και τους υπευθύνους λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με τον γεωργικό τομέα. Επιπλέον, οι αγρότες μπορούν να επωφεληθούν από το διαδίκτυο των πραγμάτων για να λάβουν ακριβείς και έγκαιρες αποφάσεις όσον αφορά τη διαχείριση της εκμετάλλευσης και τις διαδικασίες της εκμετάλλευσης. Η ικανότητα αυτόματης τεκμηρίωσης της υγειονομικής κατάστασης των ζώων ή των καλλιεργειών. Αυτό θα βοηθήσει στη μείωση της απώλειας. Επίσης, με τη χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων, μπορεί να βελτιστοποιηθεί η αλυσίδα εφοδιασμού γεωργικών τροφίμων. Η χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού θα βοηθήσει στην παροχή πραγματικού χρονικού ισοζυγίου μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς.

*Εναισθητοποίηση:* Το διαδίκτυο των πραγμάτων αναμένεται να οδηγήσει σε εφαρμογές χαμηλού κόστους και πρόσβαση σε υπηρεσίες ασύρματου δικτύου στον τομέα της γεωργίας.

*Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων:* Το διαδίκτυο των πραγμάτων θα επιτρέπει την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο περιουσιακών στοιχείων και μηχανημάτων κατά της κλοπής, αντικατάστασης ανταλλακτικών και για έγκαιρη συντήρηση

*Κόστος:* Υπάρχουν πολλές δαπάνες που σχετίζονται με την ανάπτυξη του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία, τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν σε κόστος εγκατάστασης και κόστος λειτουργίας. Το κόστος εγκατάστασης περιλαμβάνει την αγορά υλικού (συσκευές διαδίκτυο των πραγμάτων, πύλες, υποδομή σταθμού βάσης). Το κόστος λειτουργίας περιλαμβάνει συνεχή συνδρομή για χρήση συγκεντρωτικών υπηρεσιών ή πλατφόρμες διαδικτύου των πραγμάτων που παρέχουν συλλογή δεδομένων, διαχείριση συσκευών διαδικτύου των πραγμάτων, κοινή χρήση πληροφοριών μεταξύ άλλων υπηρεσιών. Άλλα επιπρόσθετα έξοδα λειτουργίας προκύπτουν από την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών διαδικτύου των πραγμάτων, πύλης και διακομιστή σύννεφου (cloud), ενέργειας και συντήρησης.

*Επιχειρηματικά μοντέλα:* Οι αγρότες θα ενδιαφερθούν για επιχειρηματικά μοντέλα που υποστηρίζουν τη δημιουργία εσόδων από τα δεδομένα που συγκεντρώνονται από το αγρόκτημά τους χρησιμοποιώντας τεχνολογίες διαδικτύου των πραγμάτων. Οι περισσότεροι από τους υφιστάμενους παρόχους υπηρεσιών πλατφόρμων διαδικτύου των πραγμάτων, παρέχουν υπηρεσίες χωρίς περιορισμούς και πλήρεις υπηρεσίες με διαφορετικό επίπεδο δευτερεύουσας δέσμης ενεργειών. Τα παρεχόμενα δεδομένα αξιοποιούνται από τους παρόχους υπηρεσιών του διαδικτύου των πραγμάτων και αυτό παραμένει ένας τομέας διαμάχης από τους αγρότες για έλεγχο και ιδιοκτησία των δεδομένων τους.

*Έλλειψη επαρκούς γνώσης:* Η έλλειψη επαρκούς γνώσης του διαδικτύου των πραγμάτων και της εφαρμογής του, ιδίως στους αγρότες που βρίσκονται σε αγροτικές περιοχές, είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επιβραδύνει την υιοθέτηση του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία. Αυτό είναι συνηθισμένο στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου η πλειοψηφία των αγροτών βρίσκεται συχνά στις αγροτικές περιοχές και ως επί το πλείστον δεν είναι εκπαιδευμένοι. Η αδυναμία του αγρότη να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες θα μπορούσε να είναι ένα σημαντικό εμπόδιο εάν οι ανθρώπινες παρεμβάσεις δεν είναι διαθέσιμες.

*Επιλογή τεχνολογίας:* Υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες του διαδικτύου των πραγμάτων που έχουν αναπτυχθεί, μερικές από τις οποίες βρίσκονται ακόμη σε δοκιμαστική δοκιμή. Η σωστή επιλογή της τεχνολογίας του διαδικτύου των πραγμάτων αποτελεί μεγάλη πρόκληση, επειδή απαιτείται μεγάλη επένδυση για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.

*Αξιοπιστία:* Οι συσκευές του διαδικτύου των πραγμάτων αναμένεται να αναπτυχθούν σε εξωτερικό χώρο. Αυτό θα εκθέσει τις συσκευές σε σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες που μπορεί να οδηγήσουν σε υποβάθμιση των ανεπτυγμένων αισθητήρων με το χρόνο καθώς και αστοχίες επικοινωνίας.

*Επεκτασιμότητα:* Δισεκατομμύρια συσκευές διαδικτύου των πραγμάτων αναμένεται να διατεθούν στον αγροτικό τομέα. Οι υπάρχουσες πύλες και οι πρωτόκολλες θα πρέπει να υποστηρίζουν μεγάλο αριθμό συσκευών / κόμβων IoT.

*Εντοπισμός:* Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την ανάπτυξη συσκευών διαδικτύου των πραγμάτων. Τέτοιοι παράγοντες περιλαμβάνουν τη δυνατότητα της συσκευής του διαδικτύου των πραγμάτων να υποστηρίζει τη λειτουργικότητα του χώρου και του παιχνιδιού, να τοποθετηθεί οπουδήποτε και να συνδεθεί τον υπόλοιπο κόσμο. Άλλοι παράγοντες είναι η καλύτερη θέση για να τοποθετηθεί η συσκευή του διαδικτύου των πραγμάτων που θα παρέχει επαρκείς πληροφορίες και αξιοπιστία χωρίς να προκαλεί παρεμβολές (ή ελάχιστες παρεμβολές)..

*Βελτιστοποίηση πόρων:* Οι αγρότες χρειάζονται μηχανισμό βελτιστοποίησης πόρων για να καθορίσουν πόσες πύλες, συσκευές διαδικτύου των πραγμάτων( IoTdevices), ποσότητα μεταδιδόμενων δεδομένων, μέγεθος αποθήκευσης σύννεφων δημιουργήθηκε προκειμένου να υπάρξει σημαντική ανακάλυψη στα περιθώρια κέρδους.

*Ρυθμιστικές προκλήσεις:* Πρέπει να διευθετηθούν οι κανονιστικές ρυθμίσεις και τα νομικά πλαίσια σχετικά με τον έλεγχο και την ιδιοκτησία των αγροτικών δεδομένων μεταξύ των αγροτών και των εταιρειών δεδομένων. Οι κανονισμοί ενδέχεται να διαφέρουν από χώρα σε χώρα, όροι κατανομής πόρων, τεχνικές προκλήσεις, ανταγωνισμός, ιδιωτικότητα δεδομένων και ασφάλεια. Διαφορετικοί κανονισμοί μεταξύ περιοχών ή χωρών ενδέχεται να επηρεάσουν την εφαρμογή του διαδικτύου των πραγμάτων σε περιπτώσεις χρήσης, όπως παρακολούθηση και προμήθεια γεωργικών τροφίμων.

*Διαλειτουργικότητα:* Υπάρχουν συνεχείς εργασίες σε πρωτόκολλα και πρότυπα που απαιτούνται για τη λειτουργία δισεκατομμυρίων συσκευών διαδικτύου των πραγμάτων. Αυτό περιλαμβάνει τεχνική, συντακτική, σημασιολογική και διαλειτουργικότητα οργάνισμού.



*Ενεργειακή Απόδοση:* Καθώς αναπτύσσονται περισσότερες λύσεις καταγγελίας χαμηλής ισχύος ευρείας περιοχής ( LPWA), απαιτούνται νέες τεχνολογίες που μπορούν να υποστηρίξουν υψηλότερα δεδομένα, κάλυψη μεγάλων αποστάσεων, υψηλό προϋπολογισμό ζεύξης απώλειας διαδρομής και παρατεταμένη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Η πλειοψηφία των κυψελοειδών συστημάτων στενής ζώνης διαδικτύου των πραγμάτων( NB-IoT) υποστηρίζει επί του παρόντος ζώνες συχνότητων που λειτουργούν με διπλούς τρόπους διαίρεσης συχνότητας.

*Προστασία Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων:* Διασύνδεση απορρήτου από άκρο σε άκρο. Μέθοδοι που επιτρέπουν την εξαγωγή γνώσεων από δεδομένα, διατηρώντας ταυτόχρονα το απόρρητο των ατόμων έχουν προταθεί για την επίλυση ζητημάτων που σχετίζονται με παραβιάσεις απορρήτου δεδομένων.

### **1.1.3.3 Νέες εξελισσόμενες τεχνολογίες**

#### **1.1.3.3.1 Υπολογιστικό νέφος**

Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) είναι η διάθεση υπολογιστικών πόρων μέσω διαδικτύου όπως διακομιστές ( servers)και εφαρμογές( apps), από κεντρικά συστήματα που βρίσκονται απομακρυσμένα από τον τελικό χρήστη, τα οποία τον εξυπηρετούν αυτοματοποιώντας διαδικασίες, παρέχοντας ευκολίες και ευελιξία σύνδεσης.

##### **1.1.3.3.1.1 Ιστορική αναδρομή**

Η έννοια του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing) πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1950 σε εκπαιδευτικά ιδρύματα και εταιρείες, και η χρήση του πραγματοποιούνταν από κεντρικούς υπολογιστές μεγάλων υπολογιστικών και αποθηκευτικών δυνατοτήτων. Οι χρήστες είχαν πρόσβαση σε αυτούς τους υπολογιστές μέσω τερματικών (dumb terminals), οι οποίοι δεν είχαν ούτε υπολογιστική ισχύ ούτε αποθηκευτικές ικανότητες. Ο όρος του Υπολογιστικού Νέφους έγινε ευρύτερα γνωστός τη δεκαετία του 1970, όταν η IBM και η Google αποφάσισαν να συνεργαστούν στο συγκεκριμένο τεχνολογικό πεδίο. Αρχικά η IBM παρουσίασε το λειτουργικό σύστημα εικονικών μηχανών (VM operating system), το οποίο παρείχε τη δυνατότητα να εργάζονται πολλές εικονικές μηχανές (virtual machines) στο ίδιο μηχάνημα. Κάθε εικονική μηχανή είναι μία αυτοτελής οντότητα που εκτελεί το δικό της λειτουργικό σύστημα και παρέχει υπολογι-

στικούς πόρους, όπως τη κεντρική μονάδα επεξεργασίας, μνήμης και μονάδες εισόδου-εξόδου. Τη δεκαετία του 1980, η πρώτη τακτική χρήση των προσωπικών υπολογιστών συνοδεύτηκε από την υπόσχεση ότι οι χρήστες θα ήταν σε θέση να αποφασίζουν οι ίδιοι για το υπολογιστικό τους περιβάλλον. Η εμφάνιση του Διαδικτύου και του Παγκόσμιου Ιστού, εκτόξευσε τη φήμη του Υπολογιστικού Νέφους. Τη δεκαετία του 1990 εμφανίστηκαν τα Εικονικά Ιδιωτικά Δίκτυα (Virtual Private Networks). Μέχρι τότε, οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών υποστήριζαν τα κυκλώματα δεδομένων σημείο προς σημείο. Μέχρι το 2000, κολοσσοί της Πληροφορικής όπως η Amazon, η Microsoft και η Google, ασχολήθηκαν με την ανάπτυξη και την παροχή υπηρεσιών Υπολογιστικού Νέφους. Ακολούθησαν κάποια γεγονότα που θεωρούνται ευρέως ως ορόσημα στην ιστορία του Υπολογιστικού Νέφους. Στη συνέχεια των εξελίξεων το 2011, η IBM παρουσίασε το IBM έξυπνο σύννεφο (IBM Smart Cloud) ενώ το 2012 κυκλοφόρησε τη διάσπαση σύννεφου (Oracle Cloud). Τελος Microsoft ανακοίνωσε επίσης ότι θα εισαγάγει το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) στην επόμενη μεγάλη ενημέρωση λύσεων Dynamics ERP και θα λειτουργούν μέσω της πλατφόρμας Windows Azure.

#### **1.1.3.3.1.2 Αρχιτεκτονική και Μορφές υπολογιστικού νέφους**

Η αρχιτεκτονική υπολογιστικού νέφους ορίζει τα στοιχεία και τις επιμέρους συνιστώσες που απαιτούνται για το υπολογιστικό νέφος. Στην απλή μορφή του, τα θεμέλια του υπολογιστικού νέφους μπορεί να ταξινομηθούν σε δυο τμήματα:

μπροστινό άκρο( front-end) και

πίσω άκρο( back-end), τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ενός εικονικού δικτύου ή του διαδικτύου.

Υπάρχουν τέσσερις βασικές κατηγορίες μοντέλων "υπηρεσιών σύννεφου"

α) *Λογισμικό ως υπηρεσία* (Software-as-a-Service)ή (SaaS): Αντί να εγκαταστηθεί λογισμικό στο μηχάνημα και στον υπολογιστή του πελάτη επιβαρύνοντας τον με τακτικές επιδιορθώσεις, συχνές εκδόσεις κτλ., εφαρμογές όπως το Word, Διαχείριση Σχέσεων Πελατών( CRM), Επιχειρησιακός πόρος (Enterprise Resource)ή( ERP) διατίθενται μέσω του διαδικτύου για την κατανάλωση του τελικού χρήστη.

β) *Πλατφόρμα ως υπηρεσία*( Platform-as-a-Service)ή (PaaS): Αντί ο πελάτης να χρειαστεί να αγοράσει ή να πληρώσει τις άδειες λογισμικού για πλατφόρμες όπως και τα λειτουργικά συστήματα, τις βάσεις δεδομένων και το ενδιάμεσο λογισμικό, μπορεί να το



κάνει χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα και τα εργαλεία (όπως το Java, το .NET, Python, Ruby on Rails).

γ) *Υποδομή ως υπηρεσία* (Infrastructure-as-a-Service) ή (IaaS): Πρόκειται για τις απλές αλλά και βασικές υλικές συσκευές (raw υπολογιστές) όπως είναι οι εικονικοί υπολογιστές, οι διακομιστές, οι συσκευές αποθήκευσης, η μεταφορά μέσω δικτύου, οι οποίες βρίσκονται φυσικά σε ένα κεντρικό σημείο (κέντρο δεδομένων). Υπάρχει η δυνατότητα να προσπεραστούν και να χρησιμοποιηθούν από το διαδίκτυο χρησιμοποιώντας τα συστήματα ελέγχου ταυτότητας σύνδεσης και τους κωδικούς πρόσβασης από οποιοδήποτε συσκευή.

δ) *Επιφάνεια εργασίας ως υπηρεσία* (Desktop-as-a-Service) ή (DaaS): Η υπηρεσία επιφάνεια εργασίας προσφέρει μια υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας (Virtual Desktop Infrastructure - VDI) που φιλοξενείται από έναν πάροχο λύσεων λογισμικού σύννεφου και βασίζεται συνήθως σε ένα μοντέλο μηνιαίας συνδρομής. Η επιφάνεια εργασίας ως υπηρεσία (DaaS) χρησιμοποιεί μια αρχιτεκτονική πολλαπλών μισθώσεων, πράγμα που σημαίνει ότι μια μοναδική εμφάνιση μιας εφαρμογής εξυπηρετείται σε πολλούς χρήστες, που αναφέρονται ως "ενοικιαστές". Ο πάροχος λύσεων λογισμικού σύννεφου είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση του σύννεφου και της υποκείμενης υποδομής και το επίπεδο εξυπηρέτησης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της υποδομής είναι ότι οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και τις εφαρμογές τους από σχεδόν οποιαδήποτε συσκευή, οπουδήποτε.

Η ανάπτυξη της υπηρεσίας σύννεφου (Cloud) μπορεί να πραγματοποιηθεί με οποιοδήποτε από τους παρακάτω τρόπους.

*Δημόσιο σύννεφο* (Public Cloud): Είναι διαθέσιμο από ένα τρίτο φορέα παροχής υπηρεσιών μέσω του Internet και είναι πολύ αποδοτικό για τα ΜΜΕ να αναπτύξουν λύσεις πληροφορικής. Για παράδειγμα, οι Εφαρμογές Google.

*Ιδιωτικό σύννεφο* (Private Cloud): Είναι εύχρηστο μέσα σε έναν οργανισμό και είναι κατάλληλο για μεγάλες επιχειρήσεις (γίνεται διαχείριση εντός των επιχειρήσεων).

*Σύννεφο κοινότητας* (Community Cloud): Χρησιμοποιείται και ελέγχεται από μια ομάδα ανθρώπων, οι οποίοι έχουν κοινά ενδιαφέροντα.

*Υβριδικό σύννεφο* (Hybrid cloud): Είναι ένας συνδυασμός δημόσιου και ιδιωτικού σύννεφου .

### 1.1.3.3.1.3 Πλεονεκτήματα υπολογιστικού νέφους

*Κόστος απόδοσης* Το σύννεφο υπολογιστών (Cloud computing) είναι πιθανότατα η πιο αποδοτική μέθοδος για τη χρήση, διατήρηση και αναβάθμιση των πληροφοριών του χρήστη. Ένα παραδοσιακό επιφάνειας εργασίας (desktop) λογισμικό κοστίζει πολύ, με όρους χρηματοδότησης. Η προσθήκη των τελών αδειών χρήσης για πολλούς χρήστες μπορεί να αποδειχθεί πολύ ακριβή για την εν λόγω εγκατάσταση. Το σύννεφο από την άλλη πλευρά, είναι διαθέσιμο σε πολύ φθηνότερη τιμή και ως εκ τούτου, μπορεί να μειώσει σημαντικά τα έξοδα πληροφορικής. Εκτός αυτού, υπάρχουν πολλές επιλογές πληρωμής.

*Σχεδόν απεριόριστη αποθήκευση.* Η αποθήκευση πληροφοριών στο υπολογιστικό νέφος σας δίνει σχεδόν απεριόριστη αποθήκευση / χωρητικότητα.

*Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και αποκατάσταση.* Δεδομένου ότι όλα τα δεδομένα όταν αποθηκεύονται στο υπολογιστικό νέφος, υποστηρίζουν και αποκαθιστούν το ίδιο είναι σχετικά ευκολότερο από την αποθήκευση του ίδιου σε μια φυσική συσκευή. Επιπλέον, οι περισσότεροι πάροχοι υπηρεσιών σύννεφου είναι συνήθως ικανοί να χειριστούν την ανάκτηση πληροφοριών. Ως εκ τούτου, αυτό καθιστά το σύνολο της διαδικασίας αντιγράφων ασφαλείας και αποκατάστασης πολύ απλούστερη από άλλες παραδοσιακές μεθόδους αποθήκευσης δεδομένων.

*Αυτόματη ενσωμάτωση λογισμικού.* Στο σύννεφο, η ενσωμάτωση λογισμικού γίνεται αυτόματα. Αυτό σημαίνει ότι στο σύννεφο οι χρήστες δεν χρειάζεται να καταβάλουν πρόσθετες προσπάθειες για να προσαρμόσουν και να ενσωματώσουν τις εφαρμογές τους σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους. Αυτή η εφαρμογή φροντίζει από μόνη της.

*Εύκολη πρόσβαση στις πληροφορίες.* Μόλις οι χρήστες εγγραφούν στο Υπολογιστικό Νέφος, μπορούν να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες από οπουδήποτε, όπου υπάρχει σύνδεση στο διαδίκτυο. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στους χρήστες να κινούνται πέρα από τη ζώνη ώρας και γεωγραφικής τους θέσης.

*Γρήγορη ανάπτυξη.* Όταν ο χρήστης αποφασίζει να χρησιμοποιήσει το σύννεφο υπολογιστών (Cloud computing), το σύστημα είναι πλήρως λειτουργικό σε μερικά λεπτά.

*Ευκολότερη κλίμακα υπηρεσιών.* Είναι εύκολο για έναν πάροχο να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις των χρηστών

*Παροχή νέων υπηρεσιών.* Κάνει δυνατή την αποδοχή νέων κατηγοριών, αιτήσεων, παραδόσεων νέων υπηρεσιών που έχουν διαδραστικό χαρακτήρα.

Υπάρχουν περιορισμοί στο σύννεφο υπολογιστών( cloud computing).

*Τεχνικά προβλήματα*. Υπάρχουν στιγμές που το σύστημα μπορεί να έχει μερικές πρόσκαιρες δυσλειτουργίες.

*Ασφάλεια στο σύννεφο*. Ως χρήστης πρέπει να βεβαιώνεται κανείς ότι επιλέγει τον πλέον αξιόπιστο πάροχο υπηρεσιών για την ασφάλεια των πληροφοριών του.

*Επιρρέπεια σε επιθέσεις*. Η αποθήκευση πληροφοριών στο σύννεφο ενδέχεται να κάνει τα δεδομένα των χρηστών ευάλωτα σε εξωτερικές επιθέσεις χάκερ και διαδικτυακές απειλές.

*Πιθανός χρόνος διακοπής*. Σε αυτήν την περίπτωση παίζει ρόλο η αξιοπιστία της σύνδεσης στο διαδίκτυο.

*Έλλειψη υποστήριξης*. Σύμφωνα με παρατηρήσεις χρηστών δεν είναι ακόμα ικανοποιητικό για όλους τους ιστοτόπους το επίπεδο εξυπηρέτησης για εφαρμογές ιστού.

## **1.2 4η Γεωργική επανάσταση**

Η πρώτη γεωργική επανάσταση συνέβη όταν οι άνθρωποι άρχισαν να καλλιεργούν, περίπου 12.000 χρόνια πριν. Ο δεύτερος ήταν η αναδιοργάνωση της γεωργικής γης από τον 17ο αιώνα και μετά που ακολούθησε το τέλος του φεουδαρχισμού στην Ευρώπη. Η τρίτη γνωστή και ως πράσινη επανάσταση ήταν η εισαγωγή χημικών λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και νέων φυλών υψηλής απόδοσης, μαζί με βαριά μηχανήματα στις δεκαετίες του 1950 και του 1960.

Η τέταρτη γεωργική επανάσταση αναφέρεται στις αναμενόμενες αλλαγές από τις νέες τεχνολογίες, ιδιαίτερα στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για τη λήψη πιο έξυπνων αποφάσεων σχεδιασμού και την εξουσία αυτόνομων ρομπότ. Τέτοια ευφυή μηχανήματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την καλλιέργεια και τη συλλογή καλλιεργειών, το βοτάνισμα, το άρμεγμα των ζώων και τη διανομή αγροχημικών μέσω drone. Άλλες τεχνολογίες ειδικά για τη γεωργία περιλαμβάνουν νέους τύπους γονιδιακής επεξεργασίας για την ανάπτυξη καλλιεργειών ανθεκτικών σε ασθένειες υψηλότερης απόδοσης. κάθεται εκμεταλλεύσεις και συνθετικό κρέας καλλιεργημένο.

Αυτές οι τεχνολογίες προσελκύουν τεράστια ποσά χρηματοδότησης και επενδύσεων στην προσπάθεια ενίσχυσης της παραγωγής τροφίμων ενώ ελαχιστοποιούν την περαιτέρω υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Αυτό μπορεί, κατά κάποιο τρόπο να σχετίζεται με θετική κάλυψη μέσων. Διαπιστώθηκε ότι η κάλυψη νέων τεχνολογιών γεωργίας στο Ηνωμένο Βασίλειο τείνει να είναι αισιόδοξη, απεικονίζοντας τις ως κλειδί για την επίλυση των γεωργικών προκλήσεων.

Ωστόσο, πολλές προηγούμενες γεωργικές τεχνολογίες εμφανίστηκαν επίσης με παρόμοιο ενθουσιασμό πριν οδηγήσουν σε διαμάχη αργότερα, όπως με τις πρώτες γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες και χημικά όπως το τώρα απαγορευμένο φυτοφάρμακο DDT. Δεδομένων των ευρύτερων αντιπαραθέσεων σχετικά με τις αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως η νανοτεχνολογία και τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό.

Δεν πρέπει να υποθέσουμε ότι όλες αυτές οι νέες τεχνολογίες γεωργίας θα υιοθετηθούν χωρίς να ξεπεραστούν ορισμένα εμπόδια. Το Precedent μας λέει ότι τα οφέλη είναι απίθανο να κατανεμηθούν ομοιόμορφα σε ολόκληρη την κοινωνία και ότι ορισμένοι θα χάσουν.

Υπάρχουν επίσης δυνητικές ανισότητες ισχύος σε αυτήν τη νέα επανάσταση. Η έρευνά έδειξε ότι ορισμένοι αγρότες ήταν αισιόδοξοι για ένα μέλλον υψηλής τεχνολογίας. Όμως άλλοι αναρωτήθηκαν αν αυτοί με λιγότερα κεφάλαια, κακή ευρυζωνική διαθεσιμότητα και δεξιότητες πληροφορικής και πρόσβαση σε συμβουλές σχετικά με τον τρόπο χρήσης της τεχνολογίας θα μπορούσαν να επωφεληθούν.

Η ιστορία δείχνει ότι οι εταιρείες τεχνολογίας και οι μεγαλύτερες αγροτικές επιχειρήσεις είναι συχνά οι νικητές αυτού του είδους αλλαγών και τα οφέλη δεν περιορίζονται πάντα σε μικρότερες οικογενειακές εκμεταλλεύσεις. Στο πλαίσιο της τέταρτης γεωργικής επανάστασης, αυτό θα μπορούσε να σημαίνει ότι οι αγρότες δεν κατέχουν ή δεν μπορούν να έχουν πλήρη πρόσβαση στα δεδομένα που συλλέγονται στις εκμεταλλεύσεις τους με νέες τεχνολογίες

Το NFU ανέφερε ότι η τέταρτη γεωργική επανάσταση είναι «συναρπαστική - καθώς και λίγο τρομακτική».

### **1.2.1 Γεωργικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)**

Με την αυξανόμενη υιοθέτηση του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT), οι συνδεδεμένες συσκευές έχουν διεισδύσει σε κάθε πτυχή της ζωής μας, από την υγεία και την φυσική κατάσταση, τον αυτοματισμό στο σπίτι, την αυτοκινητοβιομηχανία και την εφοδιαστική, έως τις έξυπνες πόλεις και το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων. Η γεωργία έχει δει αρκετές τεχνολογικές μεταβολές τις τελευταίες δεκαετίες, που γίνονται πιο βιομηχανοποιημένες και τεχνολογικές. Χρησιμοποιώντας διάφορες έξυπνες μικροσυσκευές (gadget) γεωργίας, οι αγρότες έχουν αποκτήσει καλύτερο έλεγχο στη διαδικασία εκτροφής ζώων και καλλιέργειών, καθιστώντας το πιο προβλέψιμο και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητά του.

Υπάρχουν πολλοί τύποι αισθητήρων διαδικτύου των πραγμάτων για τη γεωργία, καθώς και εφαρμογές διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία γενικά

Στο διαδικτύο των πραγμάτων οι συσκευές και τα αντικείμενα με ενσωματωμένους αισθητήρες συνδέονται με μια πλατφόρμα, στην οποία περιλαμβάνονται δεδομένα από τις διάφορες συσκευές και εφαρμόζονται αναλυτικά στοιχεία για να μοιράζονται τις πιο πολύτιμες πληροφορίες με εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων αναγκών. Οι συσκευές διαδικτύου των πραγμάτων μπορούν να εντοπίσουν ακριβώς ποιες πληροφορίες είναι χρήσιμες και να τις εκμεταλλευτούν κατάλληλα. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να αυτοματοποιήσει επαναλαμβανόμενες, χρονοβόρες ή ακόμα και επικίνδυνες εργασίες.

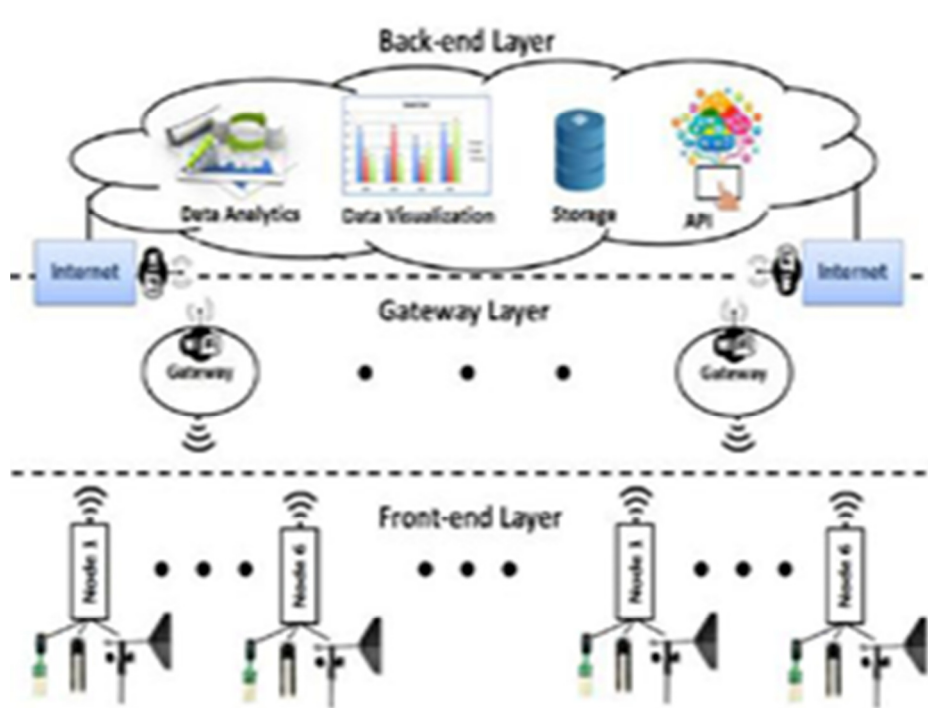
Μία πρόκληση για τους παραγωγούς τεχνολογικών συστημάτων διαδικτύου των πραγμάτων είναι η διαχείριση και η ερμηνεία του τεράστιου όγκου πληροφοριών που παράγουν οι συσκευές λόγω της συνεχούς επικοινωνίας με το δίκτυο

Μία άλλη πρόκληση είναι η αποθήκευση των τεράστιων παραγόμενων δεδομένων. Σε αρκετές περιπτώσεις τα συστήματα απαιτούν μεγάλο όγκο πληροφοριών με αποτέλεσμα υψηλές απαιτήσεις για αποθηκευτικό χώρο. Στην σημερινή εποχή, το διαδικτύο είναι υπεύθυνο για την παραγωγή του 5% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ενώ υπάρχει κίνδυνος να αυξηθεί εάν αρχίσει η καθολική εφαρμογή του διαδικτύου των πραγμάτων ανά τον κόσμο.

Η χρησιμότητα του διαδικτύου των πραγμάτων είναι μεγάλη και η ζήτηση από τους υποψήφιους αγοραστές ακόμα μεγαλύτερη. Συνεπώς οι άνθρωποι αποζητούν την αυτονομία σε πολλά πράγματα γύρω τους. Από ένα αυτόματο ξυπνητήρι μέχρι το έξυπνο ψυγείο που ενημερώνει το χρήστη για βασικές ελλείψεις ή ακόμα και την δυνατότητα ενεργοποίησης κλιματισμού πριν ακόμα ο χρήστης εισέλθει στο σπίτι. Είναι μερικές από τις δυνατότητες που προσφέρει το διαδικτύο των πραγμάτων. Η χρήση του δεν παραμένει μόνο εκεί, αλλά επεκτείνεται και στις επιχειρήσεις οι οποίες εκμεταλλεύονται την δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων από συστήματα σύννεφου .

Οι Khattab et al (2016) στην έρευνα τους *σχεδιασμός και υλοποίηση ενός συστήματος IoT που βασίζεται σε νέφος για ευφυή γεωργία*, αναλύουν την αρχιτεκτονική ενός συστήματος Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) που κατασκευάστηκε για εφαρμογές στην ευφυή γεωργία. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική αποτελείται από τρία επίπεδα μέσα στα οποία, συλλέγονται οι πληροφορίες, μετατρέπονται σε δεδομένα και μεταδίδονται σε ένα back-end που είναι πλατφόρμα νέφους όπου επεξεργάζονται και αναλύονται. Οι ενέργειες ανατροφοδότησης που βασίζονται στα δεδομένα που αναλύθηκαν μπορούν να

σταλούν πίσω στους κόμβους διεπαφής. Κατασκεύασαν ένα πρωτότυπο σύστημα για να δείξουν τα πλεονεκτήματα απόδοσης. Η χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN) στις καλλιέργειες, αυξάνει την αποδοτικότητα, την παραγωγικότητα και την κερδοφορία πολλών έξυπνων συστημάτων γεωργικής παραγωγής. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων σε συνάρτηση με την ευφυή γεωργία παρέχουν τα μέσα για την καταπολέμηση επιδημικών ασθενειών εφαρμόζοντας τους κατάλληλους τύπους και ποσότητες μυκητοκτόνων, φυτοφαρμάκων και οργανικών λιπασμάτων στους κατάλληλους χρόνους, και τη σωστή στιγμή, μειώνει τις βλάβες στο περιβάλλον, καθώς το να γνωρίζεις πότε να ψεκάξεις ένα φυτοφάρμακο όχι μόνο οδηγεί στην αποτελεσματική θανάτωση επιβλαβών παρασίτων, αλλά επίσης μειώνει τη χρήση του φυτοφαρμάκου και τέλος παράγει γεωργικές παραγωγές υψηλής αξίας αυξάνοντας τις μη -τοξικές, ασφαλείς και υγιείς καλλιέργειες. Η χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN) στην ευφυή γεωργία αυξάνει την αποδοτικότητα, την παραγωγικότητα και την κερδοφορία πολλών συστημάτων γεωργικής παραγωγής. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων είναι βασικά συστατικά του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) στα οποία διατίθενται οι διάφορες πληροφορίες από σχεδόν οπουδήποτε και οτιδήποτε στον κόσμο μέσω του Διαδικτύου. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική αποτελείται από τρία επίπεδα: ένα frontend layer που συλλέγει τις περιβαλλοντικές πληροφορίες και εφαρμόζει τις απαραίτητες γεωργικές δράσεις. ένα επίπεδο πύλης που συνδέει το επίπεδο front-end με το Διαδίκτυο, και ένα επίπεδο back-end σε πλατφόρμα νέφους στην οποία πραγματοποιείται η αποθήκευση και η επεξεργασία των δεδομένων.



Αρχιτεκτονική συστήματος

Υπάρχουν όμως κάποια τεχνικά ζητήματα Διαδίκτυο των πραγμάτων.

Αρχικά ένα σημαντικό προβλήματα που αντιμετωπίζει είναι η ασφάλεια των δεδομένων που αποθηκεύει. Επίσης τα προσωπικά δεδομένα είναι οι πληροφορίες που επεξεργάζεται το διαδίκτυο των πραγμάτων για το σύνολο των συνδεδεμένων συσκευών. Ορισμένες από τις πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι αυστηρά προσωπικές (συστήματα παρακολούθησης, πληροφορίες υγείας) άλλες λιγότερο (έξυπνοι λαμπτήρες). Το βέβαιο είναι πως ο χρήστης θα πρέπει να νιώθει ασφάλεια για κάθε πληροφορία που μοιράζεται με την νέα αυτή τεχνολογία.

### **1.2.2 Δίκτυα αισθητήρων**

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (Wireless Sensor Network - WSN ) αποτελείται από διασκορπισμένους αυτόνομους αισθητήρες για την παρακολούθηση φυσικών ή περιβαλλοντολογικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, ο ήχος, η ατμοσφαιρική πίεση και μέσω συνεργασίας να μεταφέρει τα δεδομένα μέσω του δικτύου σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Τα πιο μοντέρνα δίκτυα είναι ικανά να δίνουν αλλά και να δέχονται πληροφορίες πράγμα που τους επιτρέπει να ελέγχουν την δραστηριότητα των αισθητήρων. Το κίνητρο για την ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων με αισθητήρες ήταν οι στρατιωτικές εφαρμογές όπως η παρακολούθηση των πεδίων μάχης. Στις μέρες μας τέτοια δίκτυα χρησιμοποιούνται σε πολλές καταναλωτικές και βιομηχανικές εφαρμογές, η παρακολούθηση και ο έλεγχος της βιομηχανικής παραγωγής, την παρακολούθηση των μηχανημάτων υγείας και πολλά άλλα.

Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από κόμβους δηλαδή από αρκετές εκατοντάδες η ακόμα και χιλιάδες, όπου κάθε κόμβος συνδέεται σε έναν αισθητήρες. Κάθε τέτοιος κόμβος του δικτύου αισθητήρων έχει χαρακτηριστικά μερικά κομμάτια, όπως ένα ραδιοπομποδέκτη με μια εσωτερική κεραία ή μια σύνδεση με μια εξωτερική κεραία, ένα μικροελεγκτή, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα για τη διασύνδεση με τους αισθητήρες και μια πηγή ενέργειας, συνήθως μια μπαταρία η μια ενσωματωμένη μορφή συγκομιδής ενέργειας. Ένας αισθητήριος κόμβος μπορεί να ποικίλει σε μέγεθος. Το κόστος των αισθητήριων κόμβων ποικίλει, ξεκινώντας από μερικά και φτάνοντας σε εκατοντάδες δολάρια, αναλόγως την πολυπλοκότητα των μεμονωμένων αισθητήριων κόμβων. Οι περιορισμοί σε μέγεθος και κόστος έχουν ως αποτέλεσμα αντίστοιχους περιορισμούς σε πόρους όπως ενέργεια, μνήμη, υπολογιστική ταχύτητα και στο εύρος ζώνης των επικοινωνιών.

νίων. Η τοπολογία των αισθητήρων μπορεί να διαφέρει από ένα δίκτυο τοπολογίας αστέρος σε ένα αναπτυγμένο ασύρματο δίκτυο πλέγματος.

Στην επιστήμη των υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιών, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων είναι ένας ενεργός τομέας έρευνας με πολυάριθμα εργαστήρια και συνέδρια που διοργανώνονται κάθε χρόνο.

### **1.2.3 Εφαρμογές Δικτύου αισθητήρων**

#### *Παρακολούθηση περιοχής*

Η παρακολούθηση περιοχής είναι μια κοινή εφαρμογή των αισθητηριακών δικτύων. Στην παρακολούθηση περιοχής, το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων έχει αναπτυχθεί σε μια περιοχή όπου κάποιο φαινόμενο πρέπει να παρακολουθηθεί. Πιο συγκεκριμένα ο στρατός χρησιμοποιεί αισθητήρες ώστε να ανιχνευθεί η εχθρική εισβολή. Ένα πολιτικό παράδειγμα είναι η γεω-περίφραξη του φυσικού αερίου ή στους αγωγούς πετρελαίου.

#### *Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα*

Ο βαθμός ρύπανσης του αέρα πρέπει να μετράται συχνά προκειμένου να προστατευθεί ο άνθρωπος και το περιβάλλον από κάθε είδους ζημιά που οφείλεται στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε επικίνδυνο περιβάλλον, η παρακολούθηση των επιβλαβών αερίων σε πραγματικό χρόνο είναι μια ανησυχητική διαδικασία γιατί ο καιρός μπορεί να αλλάξει με σοβαρές επιπτώσεις με άμεσο τρόπο. Ευτυχώς, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν ξεκινήσει να παράγουν συγκεκριμένες λύσεις για τους ανθρώπους.

#### *Εσωτερικός έλεγχος*

Για την παρακολούθηση των επίπεδων του φυσικού αερίου σε ευάλωτες περιοχές χρειάζεται η χρήση εξειδικευμένου, σύγχρονου εξοπλισμού, ικανού να ικανοποιήσει τους βιομηχανικούς κανονισμούς. Οι ασύρματες εσωτερικές λύσεις παρακολούθησης διευκολύνουν την συνεχή ενημέρωση μεγάλων περιοχών καθώς και την εξασφάλιση της ακριβούς συγκέντρωσης αερίου.

#### *Εξωτερικός έλεγχος*

Ο εξωτερικός έλεγχος της ποιότητας του αέρα χρειάζεται την χρήση ακριβών ασύρματων αισθητήρων, ανθεκτικά στην βροχή και στον άνεμο, καθώς και μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας για να βεβαιωθεί η επάρκεια ενέργειας στο μηχάνημα που θα έχει πιθανόν δύσκολη πρόσβαση.

#### *Παρακολούθηση της ρύπανσης του αέρα*



Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί σε διάφορες πόλεις όπως η Στοκχόλμη, Λονδίνο και το Μπρισμπέν για την παρακολούθηση της συγκέντρωσης των επικίνδυνων αερίων για τους πολίτες. Αυτά μπορούν να επωφεληθούν από τις ασύρματες ζεύξεις ad-hoc και όχι από τις ενσύρματες εγκαταστάσεις που επίσης τα κάνουν πιο ευκίνητα για δοκιμαστικές μετρήσεις σε διάφορες περιοχές. Υπάρχουν διάφορες αρχιτεκτονικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τέτοιες εφαρμογές, καθώς και διάφορα είδη ανάλυσης δεδομένων και εξόρυξης δεδομένων που μπορούν να διεξαχθούν.

#### *Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών*

Ένα δίκτυο αισθητήρων κόμβων μπορεί να εγκατασταθεί σε ένα δάσος για να ανιχνεύει πότε έχει εκδηλωθεί πυρκαγιά. Οι κόμβοι μπορούν να είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, την υγρασία και τα αέρια που παράγονται από φωτιά στα δέντρα ή τη βλάστηση. Η έγκαιρη ανίχνευση είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή δράση των πυροσβεστών, χάρη στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, η πυροσβεστική θα είναι σε θέση να γνωρίζει πότε μια πυρκαγιά ξεκίνησε και πώς εξαπλώνεται.

#### *Παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων*

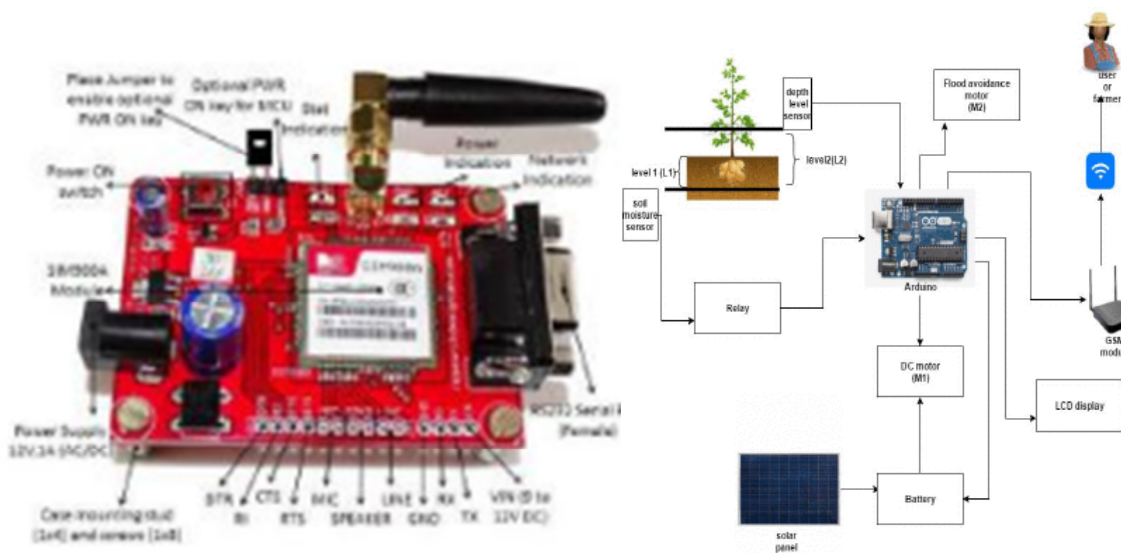
Η παρακολούθηση της ποιότητας του νερού περιλαμβάνει την ανάλυση των ιδιοτήτων του νερού σε φράγματα, ποτάμια, λίμνες και ωκεανούς, καθώς και τα υπόγεια αποθέματα νερού. Η χρήση πολλών ασύρματων αισθητήρων που διανέμονται επιτρέπει τη δημιουργία μιας πιο ακριβούς εικόνας της κατάστασης των υδάτων, και επιτρέπει τη μόνιμη εγκατάσταση σταθμών παρακολούθησης σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση, χωρίς την ανάγκη του εγχειριδίου ανάκτησης δεδομένων.

#### *Πρόληψη φυσικών καταστροφών*

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να ενεργήσουν αποτελεσματικά για να αποτραπούν οι συνέπειες των φυσικών καταστροφών, όπως οι πλημμύρες. Ασύρματοι κόμβοι έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία σε ποτάμια όπου οι μεταβολές της στάθμης του νερού θα πρέπει να παρακολουθείτε σε πραγματικό χρόνο.

Οι Sagar et. al. (2019) στο άρθρο τους με τίτλο *SISFAT: Έξυπνο σύστημα άρδευσης με τεχνική αποφυγής πλημμυρών* παρέχουν ένα έξυπνο σύστημα άρδευσης (SIS) ανιχνεύοντας το περιεχόμενο υγρασίας καθώς ενεργοποιεί / απενεργοποιεί αυτόματα τον κινητήρα. Στην εργασία το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) αναλαμβάνει ένα αξιοσημείωτο μέρος σε πολλά πεδία της εφαρμογής. Στην αγροτική εκμεταλλευση, η χρήση σωστής και λογικής τεχνικής για το σύστημα νερού είναι απαραίτητη ελέγχοντας την ποσότητα νερού που είναι κατάλληλη για να επιβεβαιώσει την υδατική ουσία αυτού. Το όφελος από τη χρήση αυτής της καινοτομίας είναι να μειωθεί η ανθρώπινη μεσολάβηση και να δια-

σφαλιστεί ακόμη το νόμιμο σύστημα νερού. Σε αυτήν την καινοτομία το επίπεδο του νερού και της υγρασίας ελέγχεται απολύτως χωρίς διακοπή ρεύματος. Αυτό θα βοηθήσει τον γεωργό να μειώσει το βάρος της χειροκίνητης ανταλλαγής ON / OFF. Επίσης θα μειώσει το ανεπιθύμητο ενεργητικό και τη χρήση ενέργειας. το σύστημά μας παρέχει αδιάλειπτη παροχή ρεύματος, έγκαιρη παροχή και σωστή ποσότητα νερού στις καλλιέργειες και τα φυτά. Οι Sagar et. al. (2019) στο άρθρο τους περιγράφουν την αυτόματη άρδευση χρησιμοποιώντας μικροελεγκτή και αισθητήρα από τους οποίους η εκτροφή μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας διάφορες νέες τεχνολογίες για να αποδώσει υψηλότερη ανάπτυξη των καλλιεργειών. Τα συστατικά του προτεινόμενου συστήματος είναι ένας ανιχνευτής υγρασίας εδάφους ένας DC κινητήρας, το ηλιακό κύτταρο η μονάδα GSM



πρότυπο GSM

Μπλοκ συστήματος.

Το πρότυπο IEEE του Παγκόσμιου Συστήματος Κινητών Επικοινωνιών (Global System for Mobile communications - GSM ) είναι ένα κοινό Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνία GSM είναι 802.11. Είναι μια ψηφιακή τεχνολογία μετάδοσης και λήψης που χρησιμοποιείται σε κυψελοειδή κινητά (cellular mobiles) κινητά για υπαίθριο. Σε αυτό το έργο χρησιμοποιήθηκε από τους Sagar et. al. (2019) μια ενότητα GSM για επικοινωνία μεταξύ του αγρότη και του συστήματος για επιθεώρηση μεγάλης εμβέλειας. Το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM) υποστηρίζεται στο βασικό φορητό ακουστικό. Αποτελείται από μια κεραία που θα μεταδίδει και θα λαμβάνει μηνύματα από το κινητό τηλέφωνο GSM.

*Βιομηχανική παρακολούθηση*

Παρακολούθηση μηχανημάτων υγείας Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί για την βασική συντήρηση των μηχανημάτων (Condition-based maintenance - CBM), δεδομένου ότι προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση κόστους και επιτρέπουν νέες λειτουργίες. Σε ενσύρματα συστήματα, η εγκατάσταση των αισθητήρων συχνά περιορίζεται από το κόστος της καλωδίωσης.

#### *Καταγραφή δεδομένων*

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων χρησιμοποιούνται επίσης για τη συλλογή δεδομένων για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών πληροφοριών, αυτό μπορεί να είναι η παρακολούθηση της θερμοκρασίας σε ένα ψυγείο, η παρακολούθηση του επιπέδου του νερού σε δεξαμενές υπερχειλίσσης σε πυρηνικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Οι στατιστικές πληροφορίες μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν πώς τα συστήματα λειτουργούσαν. Το πλεονέκτημα των ασύρματων δικτύων αισθητήρων έναντι των συμβατικών καταγραφών είναι η "ζωντανή" τροφοδότηση δεδομένων που έχουν σαν δυνατότητα.

#### *Βιομηχανική λογική και έλεγχος των αιτήσεων*

Σε πρόσφατη έρευνα ένας τεράστιος αριθμός πρωτοκόλλων επικοινωνίας ασύρματων δικτύων αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί. Ενώ η προηγούμενη έρευνα εστιάζεται κυρίως στην ενημέρωση για την ενέργεια, πιο πρόσφατες έρευνες έχουν αρχίσει να εξετάζουν ένα ευρύτερο φάσμα θεμάτων, όπως η αξιοπιστία των ασύρματων συνδέσεων, τις δυνατότητες σε πραγματικό χρόνο, ή την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας. Τα νέα αυτά στοιχεία θεωρούνται καταλυτικά για μελλοντικές εφαρμογές σε βιομηχανικές και εφαρμογές ελέγχου σχετικών ασύρματων εννοιών και μερική αντικατάσταση ή την ενίσχυση συμβατικών ενσύρματων δικτύων με τεχνικές ασυρμάτου δικτύου αισθητήρων (WSN).

#### *Παρακολούθηση νερού/αποβλήτων υδάτων*

Η παρακολούθηση της ποιότητας και του επιπέδου του νερού περιλαμβάνει πολλές δραστηριότητες, όπως τον έλεγχο της ποιότητας των υπόγειων ή επιφανειακών υδάτων και την εξασφάλιση υποδομών ύδρευσης της χώρας, προς όφελος ανθρώπων και ζώων. Η περιοχή της παρακολούθησης της ποιότητας του νερού χρησιμοποιεί ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και πολλοί κατασκευαστές έχουν ξεκινήσει νέες και προηγμένες εφαρμογές για το σκοπό αυτό.

#### *Παρατήρηση της ποιότητας των υδάτων*

Η συγκεκριμένη διαδικασία περιλαμβάνει την εξέταση των ιδιοτήτων του νερού σε φράγματα, ποτάμια, ωκεανούς, λίμνες και στους υπόγειους υδάτινους πόρους. Ασύρματοι αισθητήρες που διαχέονται στο νερό επιτρέπουν στους χρήστες να κάνουν έναν α-

κριβή χάρτη της κατάστασης των υδάτων καθώς και τη μόνιμη κατανομή των σταθμών παρατήρησης σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση χωρίς χειρωνακτική ανάκτηση των δεδομένων.

#### *Διαχείριση του δικτύου διανομής των υδάτων*

Οι κατασκευαστές των αισθητήρων του δικτύου διανομής νερού επικεντρώνονται στην παρατήρηση των δομών διαχείρισης των υδάτων, όπως βαλβίδες και σωληνώσεις, αλλά και να τους επιτρέπεται η απομακρυσμένη πρόσβαση σε μετρητές νερού.

#### *Πρόληψη των φυσικών καταστροφών*

Οι συνέπειες των φυσικών κινδύνων, όπως οι πλημμύρες μπορεί να προληφθούν αποτελεσματικά με τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Οι ασύρματοι κόμβοι κατανέμονται σε ποτάμια, έτσι ώστε οι αλλαγές της στάθμης του νερού μπορεί να ελέγχεται αποτελεσματικά.

#### *Γεωργία*

Η χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων στο πλαίσιο του γεωργικού κλάδου είναι όλο και περισσότερο κοινή. Η χρήση ενός ασύρματου δικτύου απελευθερώνει τον αγρότη από τη διατήρηση της καλωδίωσης σε ένα δύσκολο περιβάλλον. Τα Συστήματα νερού, τροφοδοσίας, βαρύτητας, μπορούν να παρακολουθούνται χρησιμοποιώντας πομπούς πίεσης για να παρακολουθούν τα επίπεδα δεξαμενής νερού, αντλίες μπορούν να ελέγχονται με τη χρήση ασύρματων συσκευών και η χρήση του νερού μπορεί να μετρηθεί και να μεταδίδεται ασύρματα σε ένα κεντρικό σημείο ελέγχου για τιμολόγηση. Ο Αυτοματισμός άρδευσης επιτρέπει την πιο αποτελεσματική χρήση του νερού και μειώνει τα απόβλητα.

#### *Γεωργία Ακριβείας*

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων επιτρέπουν στους χρήστες να κάνουν ακριβή παρακολούθηση της καλλιέργειας κατά το χρόνο της ανάπτυξής της. Συνεπώς οι αγρότες μπορούν να γνωρίζουν άμεσα την κατάσταση του αντικειμένου σε όλα τα στάδια του, κάτι το οποίο θα διευκολύνει τη διαδικασία λήψης απόφασης σχετικά με το χρόνο της συγκομιδής.

#### *Διαχείριση της άρδευσης*

Όταν παραδίδονται τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, οι αγρότες είναι σε θέση να επιτύχουν έξυπνη άρδευση. Τα στοιχεία που αφορούν τα πεδία, όπως η θερμοκρασία και το επίπεδο υγρασίας του εδάφους παραδίδονται στους αγρότες μέσω των ασύρματων δικτύων αισθητήρων. Όταν κάθε φυτό ενώνεται με ένα προσωπικό σύστημα άρδευσης, οι αγρότες μπορούν να παρέχουν το ακριβές ποσό του νερού που χρειάζεται κάθε φυτό και

ως εκ τούτου, να επιτύχουν τη μείωση του κόστους και την βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Τα δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των διαφόρων ενεργοποιητών στα συστήματα χρησιμοποιώντας όχι ενσύρματη υποδομή.

#### *Θερμοκήπια*

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να ελέγχουν τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό εμπορικών θερμοκηπίων. Όταν η θερμοκρασία και η υγρασία πέφτει κάτω από συγκεκριμένα επίπεδα, ο διαχειριστής του θερμοκηπίου πρέπει να ειδοποιεί μέσω e-mail ή στο κινητό τηλέφωνο με μήνυμα κειμένου, ή τα συστήματα υποδοχής μπορεί να πυροδοτήσουν τα συστήματα υδρονέφωσης, να ανοίξουν τους αεραγωγούς, ενεργοποίηση των περσίδων, ή να ελέγξουν μια ευρεία ποικιλία αντιδράσεων του συστήματος. Πρόσφατες έρευνες σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων στη βιομηχανία γεωργίας δίνουν έμφαση στη χρήση της σε θερμοκήπια, ιδιαίτερα για τις μεγάλες εκμεταλλεύσεις με συγκεκριμένες καλλιέργειες. Τέτοια μικροκλίματα έχουν ανάγκη την διατήρηση ακριβούς κατάστασης καιρικών συνθηκών ανά πάσα στιγμή. Επιπλέον, με τη χρήση πολλαπλών κατανεμημένων αισθητήρων θα ελέγχετε καλύτερα η παραπάνω διαδικασία, σε ανοικτή επιφάνεια, καθώς και στο έδαφος.

#### *Παθητικός εντοπισμός και παρακολούθηση*

Η εφαρμογή των ασύρματων δικτύων αισθητήρων(WSN) στο παθητικό εντοπισμό και την παρακολούθηση των μη συνεργάσιμων στόχων (δηλαδή, άτομα που δεν φορούν οποιοδήποτε ταμπέλα) έχει προταθεί από τη διάχυτη αξιοποίηση χαμηλού κόστους φύσης της εν λόγω τεχνολογίας και τις ιδιότητες των ασύρματων ζεύξεων που είναι εγκατεστημένα σε ένα δίκτυο υποδομής ασύρματων δικτύων αισθητήρων( WSN).

#### *Παρακολούθηση έξυπνου σπιτιού*

Παρακολούθηση των δραστηριοτήτων που εκτελούνται σε ένα έξυπνο σπίτι επιτυγχάνονται με τη χρήση ασύρματων αισθητήρων,ενσωματωμένων σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, σχηματίζοντας ένα ασύρματων δικτύων αισθητήρων( WSN). Όταν η κατάσταση αλλάζει σε αντικείμενα που βασίζονται στην ανθρώπινη χειραγώγηση συλλαμβάνεται από το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων που επιτρέπουν τη δραστηριότητα σε Υπηρεσίες υποστήριξης.

Οι Singh et al.(2020) στην εργασία τους *αξιοποίηση της τεχνολογίας LoRaWAN για τη γεωργία ακριβείας σε θερμοκήπια* αναφέρουν τις προοπτικές και τις προκλήσεις για τη γεωργία ακριβείας σε θερμοκήπια, μαζί με σημαντικές εκτιμήσεις (μάθηση από το πείραμά μας) για την ανάπτυξη WSN στο θερμοκήπιο. Προτείνουν διαδοχικά βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για την βέλτιστη ανάπτυξη WSN στο θερμοκήπιο αναδεικνύο-

ντας τη σπουδαιότητα του σχεδίου του σχήματος του κουτιού αισθητήρα για την λήψη ακριβών ενδείξεων του αισθητήρα που επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας το κουτί ροής αέρα ως περίβλημα του αισθητήρα στο θερμοκήπιο.



Κουτί ροής αέρα

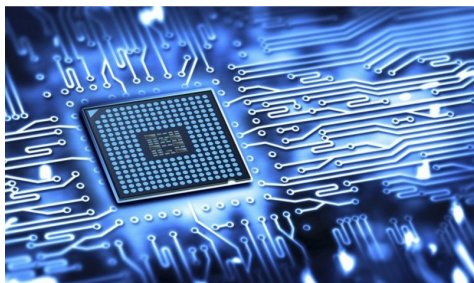
Οι Singh et al.(2020) δείχνουν το σύστημα WSN που βασίζεται σε LoRaWAN για παρακολούθηση θερμοκηπίου με καλλιέργειες ντομάτας, μαζί με ανάλυση ισχύος της επικοινωνίας LoRaWAN και τον πίνακα εργαλείων (dashboard) μας απεικόνισης δεδομένων χρησιμοποιώντας το ThingsBoard. Το σύστημα αναπτύσσεται στο ερευνητικό κέντρο Hoogstraten της Αμβέρσας, στο Βέλγιο. Το αναπτυγμένο δίκτυο αισθητήρων παρακολουθεί τις περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία, υγρασία, διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και φωτισμός. Αυτοί οι αισθητήρες λειτουργούν με μπαταρία και χρησιμοποιούν ιδιωτικό δίκτυο LoRaWAN για να προωθήσουν τα δεδομένα σε μια πύλη που είναι εγκατεστημένη στο ερευνητικό κέντρο. Η υλοποίηση έγινε σε τρεις φάσεις για να κατανοηθούν πλήρως οι τιμές των μετρήσεων (readings) του αισθητήρα στα κουτιά που είναι απαραίτητα για την προστασία των αισθητήρων από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και από τον ψεκασμό στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

#### 1.2.4 Μικροελεγκτές (microcontrollers)

Ένας μικροελεγκτής είναι ένα συμπαγές ολοκληρωμένο κύκλωμα σχεδιασμένο για να ρυθμίζει μια συγκεκριμένη λειτουργία σε ένα ενσωματωμένο σύστημα. Ένας τυπικός μικροελεγκτής περιλαμβάνει έναν περιφερειακό επεξεργαστή, μνήμης και εισόδου / εξόδου (I / O) σε ένα μόνο τσιπ. Μερικές φορές αναφέρεται ως ενσωματωμένο χειριστήριο ή μονάδα μικροελεγκτή (MCU). Μικροελεγκτές βρίσκονται σε οχήματα, ρομπότ,

μηχανήματα γραφείου, ιατρικές συσκευές, φορητούς πομποδέκτες ραδιοφώνου, μηχανήματα αυτόματης πώλησης και οικιακές συσκευές, μεταξύ άλλων συσκευών. Είναι ουσιαστικά απλοί μικροσκοπικοί προσωπικοί υπολογιστές (PC) που έχουν σχεδιαστεί για τον έλεγχο μικρών δυνατοτήτων ενός μεγαλύτερου εξαρτήματος, χωρίς ένα σύνθετο λειτουργικό σύστημα μπροστινό άκρο( front-end ).

Ένας μικροελεγκτής είναι ενσωματωμένος στο εσωτερικό ενός συστήματος για τον έλεγχο μιας μοναδικής λειτουργίας σε μια συσκευή. Αυτό το κάνει ερμηνεύοντας τα δεδομένα που λαμβάνει από τα περιφερειακά I / O χρησιμοποιώντας τον κεντρικό επεξεργαστή του. Οι προσωρινές πληροφορίες που λαμβάνει ο μικροελεγκτής αποθηκεύονται στη μνήμη δεδομένων, όπου ο επεξεργαστής έχει πρόσβαση σε αυτήν και χρησιμοποιεί οδηγίες που είναι αποθηκευμένες στη μνήμη του προγράμματος για να αποκρυπτογραφήσει και να εφαρμόσει τα εισερχόμενα δεδομένα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιεί τα περιφερειακά I / O για να επικοινωνήσει και να εφαρμόσει την κατάλληλη ενέργεια. Οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα συστημάτων και συσκευών. Οι συσκευές χρησιμοποιούν συχνά πολλούς μικροελεγκτές που συνεργάζονται μέσα στη συσκευή για να χειριστούν τις αντίστοιχες εργασίες τους. Για παράδειγμα, ένα αυτοκίνητο μπορεί να έχει πολλούς μικροελεγκτές που ελέγχουν διάφορα μεμονωμένα συστήματα μέσα, όπως το σύστημα πέδησης κατά της κλειδαριάς, τον έλεγχο πρόσφυσης, τον έλεγχο ψεκασμού καυσίμου ή την ανάρτηση. Όλοι οι μικροελεγκτές επικοινωνούν μεταξύ τους για να ενημερώσουν τις σωστές ενέργειες. Κάποιοι μπορεί να επικοινωνούν με έναν πιο περίπλοκο κεντρικό υπολογιστή μέσα στο αυτοκίνητο και άλλοι μπορεί να επικοινωνούν μόνο με άλλους μικροελεγκτές. Στέλνουν και λαμβάνουν δεδομένα χρησιμοποιώντας τα περιφερειακά τους I / O και επεξεργάζονται αυτά τα δεδομένα για την εκτέλεση των καθορισμένων εργασιών τους.



Τα βασικά στοιχεία ενός μικροελεγκτή είναι

Ο επεξεργαστής (CPU) - Ένας επεξεργαστής μπορεί να θεωρηθεί ως ο εγκέφαλος της συσκευής. Επεξεργάζεται και ανταποκρίνεται σε διάφορες οδηγίες που κατευθύνουν τη λειτουργία του μικροελεγκτή. Αυτό περιλαμβάνει την εκτέλεση βασικών αριθμητικών,

λογικών και λειτουργιών I / O. Εκτελεί επίσης λειτουργίες μεταφοράς δεδομένων, οι οποίες κοινοποιούν εντολές σε άλλα στοιχεία του μεγαλύτερου ενσωματωμένου συστήματος.

*Μνήμη* - Η μνήμη ενός μικροελεγκτή χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων που λαμβάνει και χρησιμοποιεί ο επεξεργαστής για να ανταποκριθεί στις οδηγίες που έχει προγραμματιστεί να εκτελέσει. Ένας μικροελεγκτής έχει δύο κύριους τύπους μνήμης.

1.*Μνήμη προγράμματος*, η οποία αποθηκεύει μακροπρόθεσμες πληροφορίες σχετικά με τις οδηγίες που εκτελεί ο επεξεργαστής. Η μνήμη προγράμματος είναι μη πτητική μνήμη, που σημαίνει ότι κρατά πληροφορίες με την πάροδο του χρόνου χωρίς να χρειάζεται πηγή ενέργειας.

2.*Μνήμη δεδομένων*, η οποία απαιτείται για προσωρινή αποθήκευση δεδομένων κατά την εκτέλεση των οδηγιών. Η μνήμη δεδομένων είναι ασταθής, που σημαίνει ότι τα δεδομένα που διαθέτει είναι προσωρινά και διατηρείται μόνο εάν η συσκευή είναι συνδεδεμένη σε πηγή τροφοδοσίας.

*Περιφερειακά εισόδου / εξόδου* - Οι συσκευές εισόδου και εξόδου είναι η διεπαφή του επεξεργαστή προς τον έξω κόσμο. Οι θύρες εισόδου λαμβάνουν πληροφορίες και τις στέλνουν στον επεξεργαστή με τη μορφή δυαδικών δεδομένων. Ο επεξεργαστής λαμβάνει αυτά τα δεδομένα και στέλνει τις απαραίτητες οδηγίες σε συσκευές εξόδου που εκτελούν εργασίες εξωτερικές του μικροελεγκτή.

*Χαρακτηριστικά μικροελεγκτή*

Ένας επεξεργαστής μικροελεγκτή διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή. Οι επιλογές κυμαίνονται από τους απλούς επεξεργαστές 4-bit, 8-bit ή 16-bit έως τους πιο περίπλοκους επεξεργαστές 32-bit ή 64-bit. Οι μικροελεγκτές μπορούν να χρησιμοποιούν τύπους πτητικής μνήμης όπως μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM) και τύπους μη πτητικής μνήμης - αυτό περιλαμβάνει μνήμη flash, διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (EPROM) και ηλεκτρικά διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (EEPROM). Γενικά, οι μικροελεγκτές έχουν σχεδιαστεί ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα χωρίς πρόσθετα υπολογιστικά στοιχεία, επειδή έχουν σχεδιαστεί με επαρκή ενσωματωμένη μνήμη καθώς επίσης και προσφέρουν καρφίτσες για γενικές λειτουργίες εισόδου / εξόδου, ώστε να μπορούν να διασυνδέονται απευθείας με αισθητήρες και άλλα εξαρτήματα. Η αρχιτεκτονική του μικροελεγκτή μπορεί να βασίζεται στην αρχιτεκτονική του Χάρβαρντ ή στην αρχιτεκτονική von Neumann, και οι δύο προσφέρουν διαφορετικές μεθόδους ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ του επεξεργαστή



και της μνήμης. Οι επεξεργαστές μικροελεγκτών μπορούν να βασίζονται σε σύνθετους υπολογιστικούς συνόλου εντολών (CISC) ή σε υπολογιστές μειωμένων εντολών (RISC). Το CISC έχει γενικά περίπου 80 οδηγίες, ενώ το RISC έχει περίπου 30, καθώς και περισσότερες λειτουργίες διευθύνσεων, 12-24 σε σύγκριση με το RISC 3-5. Ενώ το CISC μπορεί να εφαρμοστεί ευκολότερα και έχει πιο αποδοτική χρήση μνήμης, μπορεί να έχει υποβάθμιση απόδοσης λόγω του υψηλότερου αριθμού κύκλων ρολογιού που απαιτούνται για την εκτέλεση οδηγιών. Οι υπολογιστές μειωμένων εντολών, δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στο λογισμικό, συχνά παρέχουν καλύτερη απόδοση από τους επεξεργαστές σύνθετους υπολογιστικούς συνόλου εντολών, οι οποίοι δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στο υλικό, λόγω του απλοποιημένου συνόλου εντολών και, συνεπώς, της αυξημένης απλότητας σχεδιασμού, αλλά λόγω της έμφασης που δίνει στο λογισμικό, το λογισμικό μπορεί να είναι πιο περίπλοκο. Ποιο ISC χρησιμοποιείται ποικίλλει ανάλογα με την εφαρμογή.

Οι MCU διαθέτουν καρφίτσες εισόδου και εξόδου για την εφαρμογή περιφερειακών λειτουργιών. Τέτοιες λειτουργίες περιλαμβάνουν μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό, ελεγκτές οθόνης υγρών κρυστάλλων (LCD), ρολόι σε πραγματικό χρόνο (RTC), καθολικός σύγχρονος / ασύγχρονος πομπός δέκτη (USART), χρονόμετρα, καθολικός ασύγχρονος πομπός δέκτη (UART) και καθολικός σειριακός διάυλος (USB) συνδεσιμότητα. Οι αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την υγρασία και τη θερμοκρασία, μεταξύ άλλων, συνδέονται επίσης συχνά με μικροελεγκτές.

## Κεφάλαιο 2

### 2.1 Εφαρμογές διαδικτύου των πραγμάτων στη διαχείριση καλλιεργειών

Η γεωργία έχει δει αρκετές τεχνολογικές μεταβολές τις τελευταίες δεκαετίες, που γίνονται πιο βιομηχανοποιημένες και τεχνολογικές. Χρησιμοποιώντας διάφορες έξυπνες συσκευές (gadgets) γεωργίας, οι αγρότες έχουν αποκτήσει καλύτερο έλεγχο στη διαδικασία εκτροφής ζώων και καλλιεργειών, καθιστώντας το πιο προβλέψιμο και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητά του. Αυτό, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για γεωργικά προϊόντα, συνέβαλε στην αύξηση του πολλαπλασιασμού των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας παγκοσμίως. Με τη χρήση αισθητήρων διαδικτύου των πραγμάτων για τη συλλογή περιβαλλοντικών και μηχανολογικών μετρήσεων, οι αγρότες μπορούν να λάβουν ενημερωμένες αποφάσεις και να βελτιώσουν σχεδόν κάθε πτυχή της εργασίας τους - από το ζωικό κεφάλαιο έως τη γεωργία.

#### *Διαχείριση καλλιεργειών*

Ένας ακόμη τύπος προϊόντος του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία και ένα άλλο στοιχείο της γεωργίας ακριβείας είναι συσκευές διαχείρισης καλλιεργειών. Ακριβώς όπως οι μετεωρολογικοί σταθμοί, θα πρέπει να τοποθετούνται στο χωράφι για να συλλέγουν δεδομένα ειδικά για τη γεωργία από τη θερμοκρασία και την καθίζηση έως το δυναμικό των φύλλων και τη συνολική υγεία των καλλιεργειών. Έτσι, μπορείτε να παρακολουθείτε την ανάπτυξη των καλλιεργειών σας και τυχόν ανωμαλίες για να αποτρέψετε αποτελεσματικά τυχόν ασθένειες ή προσβολές που μπορούν να βλάψουν την απόδοσή σας.

#### *Παρακολούθηση και διαχείριση βοοειδών*

Ακριβώς όπως η παρακολούθηση των καλλιεργειών, υπάρχουν αισθητήρες γεωργίας του διαδικτύου των πραγμάτων που μπορούν να συνδεθούν με τα ζώα σε μια φάρμα για να παρακολουθήσουν την υγεία τους και να καταγράψουν την απόδοση. Η παρακολούθηση και παρακολούθηση των ζώων βοηθούν στη συλλογή δεδομένων σχετικά με την υγεία των αποθεμάτων, την ευεξία και τη φυσική τοποθεσία. Για παράδειγμα, τέτοιοι αισθητήρες μπορούν να αναγνωρίσουν άρρωστα ζώα, έτσι ώστε οι αγρότες να μπορούν να τα χωρίσουν από το κοπάδι και να αποφύγουν τη μόλυνση. Η χρήση κηφήνων για παρακολούθηση βοοειδών σε πραγματικό χρόνο βοηθά επίσης τους αγρότες να μειώσουν τις δαπάνες προσωπικού.

### *Καλλιέργεια ακριβείας*

Επίσης γνωστή ως γεωργία ακριβείας, η καλλιέργεια ακριβείας αφορά την αποτελεσματικότητα και τη λήψη ακριβών αποφάσεων βάσει δεδομένων. Είναι επίσης μία από τις πιο διαδεδομένες και αποτελεσματικές εφαρμογές του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία. Με τη χρήση αισθητήρων διαδικτύου των πραγμάτων, οι αγρότες μπορούν να συλλέξουν μια μεγάλη γκάμα μετρήσεων σε κάθε πτυχή του μικροκλίματος και του οικοσυστήματος όπως φωτισμός, θερμοκρασία, κατάσταση εδάφους, υγρασία, επίπεδα CO<sub>2</sub> και λοιμώξεις παρασίτων. Αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν στους αγρότες να εκτιμήσουν τις βέλτιστες ποσότητες νερού, λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που χρειάζονται οι καλλιέργειες τους, να μειώσουν τα έξοδα και να καλλιεργήσουν καλύτερες και υγιέστερες καλλιέργειες. Για παράδειγμα, το CropX κατασκευάζει αισθητήρες εδάφους διαδικτύου των πραγμάτων που μετρούν την υγρασία του εδάφους, τη θερμοκρασία και την ηλεκτρική αγωγιμότητα, επιτρέποντας στους αγρότες να προσεγγίζουν τις μοναδικές ανάγκες κάθε καλλιέργειας ξεχωριστά. Σε συνδυασμό με γεωχωρικά δεδομένα, αυτή η τεχνολογία βοηθά στη δημιουργία ακριβών χαρτών εδάφους για κάθε πεδίο.

### *Αγροτικά μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drone)*

Ίσως ένα από τα πιο πολλά υποσχόμενα επιτεύγματα είναι η χρήση γεωργικών μη επανδρωμένα αεροσκαφών σε έξυπνη καλλιέργεια. Επίσης γνωστά ως UAV (μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα), τα αεροσκάφη είναι καλύτερα εξοπλισμένα από τα αεροπλάνα και τους δορυφόρους για τη συλλογή γεωργικών δεδομένων. Εκτός από τις δυνατότητες επιτήρησης, τα αεροσκάφη μπορούν επίσης να εκτελέσουν μεγάλο αριθμό εργασιών που απαιτούσαν προηγουμένως ανθρώπινη εργασία: φύτευση καλλιεργειών, καταπολέμηση παρασίτων και λοιμώξεων, ψεκασμός γεωργίας, παρακολούθηση καλλιεργειών.



Μια πιο περίπλοκη προσέγγιση στα προϊόντα του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία μπορεί να αντιπροσωπεύεται από τα λεγόμενα συστήματα διαχείρισης παραγωγικότητας της γεωργίας. Περιλαμβάνουν συνήθως μια σειρά συσκευών και αισθητήρων διαδικτύου των πραγμάτων γεωργίας, εγκατεστημένους στις εγκαταστάσεις, καθώς και έναν ισχυρό ταμπλό με αναλυτικές δυνατότητες και ενσωματωμένες λειτουργίες λογιστι-

κής / αναφοράς. Αυτό προσφέρει δυνατότητες παρακολούθησης απομακρυσμένων εκμεταλλεύσεων και επιτρέπει την απλοποίηση στις περισσότερες επιχειρηματικές δραστηριότητες.

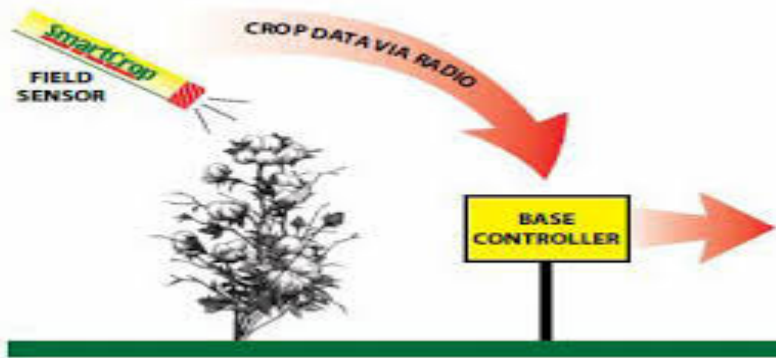
### **2.1.1 Παρακολούθηση συστημάτων γεωργίας**

Το σύστημα γεωργίας του διαδικτύου των πραγμάτων εφαρμόζεται ως μια σειρά από ευρύ φάσμα τομέων, όπως, γεωργία ακριβείας, παρακολούθηση ζώων και παρακολούθηση θερμοκηπίων. Οι εφαρμογές γεωργίας έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κατηγορίες α) Γεωργικές εφαρμογές διαδικτύου των πραγμάτων, β)εφαρμογές με έξυπνες τηλεφωνικές συσκευές (smartphone) και γ) εφαρμογές με βάση αισθητήρες.

#### *Γεωργία ακριβείας*

Η γεωργία ακριβείας είναι σημαντική καθώς βοηθά τους αγρότες να βελτιώσουν, να αυτοματοποιήσουν και να βελτιστοποιήσουν όλες τις πιθανές κατευθύνσεις προκειμένου να βελτιώσουν την αγρο-πολιτιστική παραγωγικότητα και να γίνει το σύστημα καλλιέργειας έξυπνο. Διαφορετικοί αισθητήρες διαδικτύου των πραγμάτων έχουν αναπτυχθεί για τη μέτρηση της ποιότητας του εδάφους, των καιρικών συνθηκών, του επιπέδου υγρασίας και σχεδιάζουν αποτελεσματικά τη βελτιστοποίηση των τεχνικών συγκομιδής. Για να ενισχυθεί η παραγωγή των καλλιεργειών, αναπτύχθηκε μια ανάλυση συσχέτισης μεταξύ γεωργικών περιβαλλοντικών πληροφοριών και στατιστικής ανάλυσης καλλιεργειών για τη συλλογή δεδομένων καλλιέργειας.

Σε πλατφόρμες οι οποίες είναι βασισμένες σε διαδίκτυο των πραγμάτων έχουν αναπτυχθεί για γεωργία ακριβείας και οικολογική παρακολούθηση. Πολλαπλές συσκευές παρακολούθησης χρησιμοποιούν αισθητήρες για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των επιβλαβών οργανισμών, της ανάπτυξης των φυτών ή των καλλιεργειών και για την αντιμετώπιση τυχόν εκκρεμών ζητημάτων παρασίτων προτού καταστρέψουν τη σοδειά. Οι κτηνοτρόφοι χρησιμοποιούν λύσεις άρδευσης με βάση το διαδίκτυο των πραγμάτων για τη διαχείριση και την ανάλυση των απαιτήσεων άρδευσης.



### *Παρακολούθηση κλιματικών συνθηκών*

Στη γεωργία είναι το πιο σημαντικό να γίνεται παρακολούθηση συνεχώς των καιρικών συνθηκών έτσι ώστε οι μελλοντικές δραστηριότητες να μπορούν να προγραμματιστούν ανάλογα. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί είναι τα πιο δημοφιλή έξυπνες συσκευές (gadgets) στον τομέα της γεωργίας που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση διαφορετικών κλιματικών συνθηκών. Οι καιρικές παράμετροι που παρακολουθούνται περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, την υγρασία, την κατεύθυνση του ανέμου και την πίεση του αέρα. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί βρίσκονται απέναντι από το χωράφι, συλλέγουν τα περιβαλλοντικά δεδομένα και τα στέλνουν στον διακομιστή σύννεφου (cloud). Τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί χρησιμοποιούνται για την ανάλυση του καιρού για τον χάρτη των κλιματολογικών συνθηκών και παρέχουν νέες πληροφορίες για τη λήψη απαιτούμενων ενεργειών για τη βελτίωση της παραγωγικότητας της γεωργίας.

### *Σχέδια του εδάφους*

Η παρακολούθηση του εδάφους έχει γίνει μια από τις πιο απαιτητικές πρακτικές στον τομέα της γεωργίας τόσο για τις βιομηχανίες όσο και για τους γεωργούς. Στην παρακολούθηση του εδάφους υπάρχουν πολλά περιβαλλοντικά ζητήματα που επηρεάζουν την παραγωγή των καλλιεργειών. Τα μοτίβα εδάφους που παρακολουθούνται αποτελούνται από υγρασία εδάφους, υγρασία, λίπανση και θερμοκρασία. Οι αισθητήρες υγρασίας και υγρασίας του εδάφους χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της περιεκτικότητας σε υγρασία στο έδαφος. Η παρακολούθηση του εδάφους αυξάνει την παραγωγικότητα των καλλιεργειών και συνιστά κατάλληλες λύσεις γονιμοποίησης στον αγρότη. Επιπλέον, η ταυτοποίηση του μολυσμένου εδάφους με χρήση τεχνολογιών του διαδικτύου των πραγμάτων προστατεύει το χωράφι από την απώλεια καλλιεργειών.

### *Παρακολούθηση των ασθενειών και παράσιτων των καλλιεργειών*

Οι βασικές αιτίες απώλειας εσόδων και απώλειας παραγωγής είναι οι ασθένειες των καλλιεργειών. Η πρόβλεψη των ασθενειών των καλλιεργειών σε πρώιμα στάδια βοηθά

τους αγρότες να αποκομίσουν περισσότερα έσοδα σώζοντας τη σοδειά από επιθέσεις επιβλαβών οργανισμών. Το διαδίκτυο των πραγμάτων προστατεύει τη σοδειά σε πολλούς τρόπους ανιχνεύοντας διαφορετικές ασθένειες και αποτρέποντας τις καλλιέργειες από ζωικές επιθέσεις. Η ανίχνευση των καλλιεργειών σε πρώιμα στάδια είναι πολύ δύσκολη στον τομέα της γεωργίας. Η αυτόματη ανίχνευση ασθενειών είναι πολύ ωφέλιμη, έγκυρη και φθηνότερη για τον αγρότη σε σύγκριση με τη μη αυτόματη παρατήρηση από ειδικούς. Τα ακατέργαστα δεδομένα που έχουν ανιχνευθεί μέσω συσκευών ανίχνευσης μετατρέπονται σε μορφή με δυνατότητα πρόσβασης μέσω απομακρυσμένου διακομιστή και στη συνέχεια αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων που εμφανίζονται μέσω διεπαφής χρήστη. Μετά τη λήψη δεδομένων εφαρμόζονται πολλαπλά μοντέλα εξόρυξης δεδομένων για ανάλυση ασθενειών (βακτηριών, μυκήτων, ιών)

#### *Σύστημα παρακολούθησης άρδευσης*

Το διαδίκτυο των πραγμάτων βελτιώνει το τρέχον σύστημα άρδευσης με πιο καινοτόμο τρόπο. Ένας αγρότης μπορεί να βελτιστοποιήσει το σύστημα άρδευσης με πολλαπλούς τρόπους παρακολουθώντας τις καιρικές συνθήκες και τις εδαφικές συνθήκες. Η τεχνολογία διαδικτύου των πραγμάτων παρακολουθεί το σύστημα άρδευσης με τέσσερις τρόπους, όπως δεδομένα πρόγνωσης καιρού, έλεγχος και παρακολούθηση ολόκληρου πεδίου από οπουδήποτε, σύνδεση Ethernet και WIFI. Αυτό το σύγχρονο σύστημα άρδευσης διευκολύνει τους αγρότες εγκαθιστώντας πολλούς αισθητήρες, μειώνοντας το μηνιαίο κόστος άρδευσης των αγροτών και περιορίζοντας τους υδάτινους πόρους. Η ποιότητα του νερού παρακολουθείται από κόμβους αισθητήρα οι οποίοι είναι ενεργοποιημένοι με ασύρματη επικοινωνία. Η τεχνολογία του διαδικτύου των πραγμάτων μετρά τόσο τους φυσικούς όσο και τους χημικούς περιορισμούς του pH, του διαλυτότητα, τη θερμοκρασία, την αγωγιμότητα και το οξύγονο. Τα συγκεντρωμένα δεδομένα για το σύστημα διαχείρισης νερού προβάλλονται στο Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους( cloud computing).

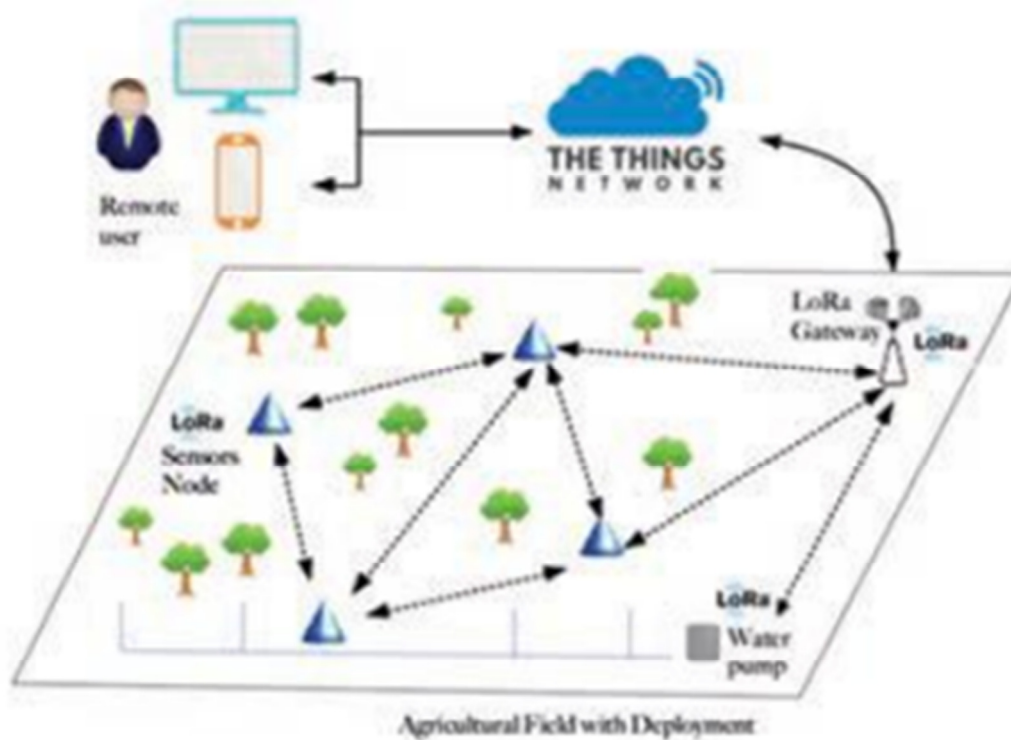
Οι Mohammad et al (2019) στο άρθρο τους *αυτοματοποιημένο σύστημα άρδευσης με χρήση IoT* προτείνουν το δίκτυο χαμηλής ισχύος Wide Area (LPWAN) στο οποίο ανήκει και το LoRaWAN και αναφέρουν ότι το LoRa είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία που λειτουργεί στο πρωτόκολλο LoRaWAN. Αυτοί εξετάζουν τις τεχνικές προκλήσεις χρησιμοποιώντας την τεχνολογία LoRa που είναι ένα απλό, αλλά οικονομικά αποδοτικό πρωτόκολλο σχεδιασμένο ειδικά για τον έλεγχο των συστημάτων άρδευσης στάγδην. Η τεχνολογία LoRa μπορεί να καλύψει αποστάσεις 15-20 km με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Οι Mohammad et al (2019) αναφέρουν πως στην καλλιέργεια τοποθετήθηκαν

αισθητήρες για την ανίχνευση των επιπέδων υγρασίας του εδάφους που αναπτύσσονται στη γεωργική εκμετάλλευση. Σύμφωνα με τους Mohammad et al (2019) τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτούς τους αισθητήρες αποστέλλονται στο Gateway Point από το LoRa και στη συνέχεια στη βάση δεδομένων από το LoRaWN.



Μονάδα μικροελεγκτή με βάση το Mega Αισθητήρας υγρασίας εδάφους

Ως προς τον έλεγχο, το σύστημα ενεργοποιείται χρησιμοποιώντας τα κουμπιά on / off. Μπορεί επίσης να ενεργοποιηθεί αυτόματα όταν το επίπεδο υγρασίας του εδάφους πέσει κάτω από το καθορισμένο σημείο. Μόλις λάβει ένα σήμα από το χειριστήριο, η μονάδα αντλίας θα απελευθερώσει νερό έως ότου το επίπεδο υγρασίας του εδάφους φτάσει στο σημείο ρύθμισης υγρασίας. Για χειροκίνητη λειτουργία, υπάρχει χειροκίνητος διακόπτης στο πεδίο που διασφαλίζει ότι σε περίπτωση βλάβης του συστήματος, ο αγρότης/καλλιεργητής μπορεί να ενεργοποιήσει και να απενεργοποιήσει την παροχή νερού. Η τεχνολογία LoRa η οποία χρησιμοποιείται για τη μετάδοση πληροφοριών αμφίδρομης κατεύθυνσης σε μεγάλη απόσταση χωρίς ανάγκη πολλής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να φτάσει τα 15-20 χλμ. και μπορεί να λειτουργήσει με μπαταρία για χρόνια.



### Σχεδίαση της τεχνολογίας LoRa

Οι Mohammad et al (2019) αναφέρουν ό,τι η εφαρμογή ενός αποτελεσματικού και αξιόπιστου συστήματος άρδευσης για την αγροτική γη, για την επίτευξη παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων υγείων καλλιεργειών είναι το LoRa ως μια αξιόπιστη και αποτελεσματική τεχνολογία χαμηλής ισχύος, η οποία είναι επίσης μεγάλης εμβέλειας με χαμηλό κόστος. Σε σύγκριση με τα υπάρχοντα συστήματα, αυτό το προτεινόμενο σύστημα λειτουργεί καλά σε μεγάλα συστήματα άρδευσης με βιώσιμο τρόπο.

#### *Προσδιορισμός του χρόνου φυτρώσεις και συλλογής*

Το διαδίκτυο των πραγμάτων αυξάνει τη λειτουργική αποδοτικότητα και βελτιώνει την παραγωγικότητα των καλλιεργειών καθορίζοντας τον καλύτερο δυνατό χρόνο για τη συγκομιδή και την εγκατάσταση. Το διαδίκτυο των πραγμάτων συγχωνεύει πολλές υπάρχουσες τεχνολογίες όπως εφαρμογές υπολογιστών μεγάλης κλίμακας, εφαρμογές τελικού χρήστη, δίκτυα ασύρματου αισθητήρα (WSN's) και αναγνώριση ραδιοσυχνότητων (RFID) για τον προσδιορισμό του ακριβούς χρόνου ζιζανίων και σποράς.

#### *Σύστημα διαχείρισης γεωργιών*

Η υιοθέτηση της έξυπνης γεωργίας αυξάνει αντίστοιχα την ποσότητα της παραγωγικότητας μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αλλά αυτή η τεχνική έξυπνης καλλιέργειας μπορεί να είναι δυνατή μέσω του Συστήματος Διαχείρισης Φάρμας (FMS). Το



Συστήματος διαχείρισης φάρμακων είναι ένα βασικό στοιχείο για την επεξεργασία, τον προγραμματισμό και τη λήψη αποφάσεων για τους σκοπούς της έξυπνης γεωργίας. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης φάρμακων επιτρέπει στους αγρότες να παρακολουθούν ολόκληρο το σημείο όπου συλλέγονται ολόκληρα δεδομένα μέσω ασύρματου δικτύου αισθητήρων, μονάδων παγκόσμιων συστημάτων για κινητά (GSM) και μικροελεγκτή. Χρησιμοποιείται ένα αναγνωριστικό στους αισθητήρες και τις συσκευές σε ολόκληρο το αγρόκτημα που παρέχει τις κατάλληλες γνώσεις σχετικά με τη γονιμοποίηση, τα δεδομένα καιρού, την αυτόματη παρακολούθηση του πλάτους της ζώνης ασφαλείας και δημιουργείται αυτόματη εγγραφή λεπτομερειών σύμφωνα με τις καθημερινές δραστηριότητες του αγροκτήματος. Εκτός από το σύστημα άρδευσης, το αγρόκτημα προστατεύεται επίσης από την εισβολή παρασίτων και ζώων.

#### Παρακολούθηση θερμοκηπίων



Στα θερμοκήπια τα φυτά καλλιεργούνται υπό ελεγχόμενο περιβάλλον. Αυτή η τεχνολογία θερμοκηπίου παρέχει οφέλη στην καλλιέργεια φυτών παρακολουθώντας τις κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η καλλιέργεια του θερμοκηπίου είναι πιο έντονη, επομένως όσον αφορά τον έλεγχο και την παρακολούθηση, απαιτείται υψηλή ακρίβεια. Για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών ή καιρικών συνθηκών, έχουν γίνει αρκετές μελέτες σχετικά με τις εφαρμογές του ασύρματου δικτύου αισθητήρων σε θερμοκήπιο. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν πώς το διαδίκτυο των πραγμάτων μπορεί να εφαρμοστεί σε θερμοκήπιο για την ελαχιστοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού, τη συσσώρευση ενέργειας. Εφαρμόζοντας καλά αξιολογημένα μοντέλα καλλιέργειας, η αξιολόγηση της κατάστασης της καλλιέργειας βοηθά τους κτηνοτρόφους να λάβουν καλύτερες αποφάσεις. Τα δεδομένα μπορούν να ληφθούν από αντίστοιχους αισθητήρες και ανιχνευτές και στη συνέχεια να μεταφερθούν στον κύριο διακομιστή για επεξεργασία. Στη φυσική εφαρμογή τα κύρια στοιχεία είναι οι αισθητήρες και το δίκτυο για ακριβή μετάδοση δεδομένων. Οι καλλιεργητές ρυθμίζουν τις διαφορετικές συσκευές παρακολούθησης και

αισθητήρες σύμφωνα με τις συγκεκριμένες απαιτήσεις και παρακολουθούν ή καταγράφουν τις απαιτούμενες πληροφορίες. Οι γεωργοί λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις αναλύοντας τις λαμβανόμενες πληροφορίες και επιτυγχάνοντας συγκεκριμένους στόχους λαμβάνοντας βέλτιστα δεδομένα. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές θερμοκηπίου με βάση το διαδίκτυο των πραγμάτων, όπως διαχείριση νερού, παρακολούθηση εγκαταστάσεων και παρακολούθηση του κλίματος.

#### Διαχείριση νερού

Η μέτρηση της ακριβούς ποσότητας νερού που απαιτείται στα θερμοκήπια είναι ένα βασικό πρόβλημα. Εφαρμόζονται έξυπνοι αισθητήρες οι οποίοι ελέγχονται εφαρμόζοντας πολλαπλές τεχνικές διαδικτύου των πραγμάτων για να αποφευχθεί η υπερβολική χρήση νερού. Στα θερμοκήπια η διαχείριση του νερού πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας αυτόματη στάγδην άρδευση η οποία λειτουργεί ακολουθώντας το κατώφλι του εδάφους του που έχει ρυθμιστεί ανάλογα.

#### Παρακολούθηση φυτών

Οι αισθητήρες και οι κάμερες του διαδικτύου των πραγμάτων δημιουργούν ιδανικό περιβάλλον για τα φυτά παρακολουθώντας τακτικά την κατάσταση των φυτών και προειδοποιούν εάν οποιοδήποτε πρόβλημα είναι αναγνωρίσιμο. Από την άλλη πλευρά, οι λύσεις διαδικτύου των πραγμάτων που βασίζονται σε σύννεφο αποθηκεύουν τα αισθητήρια δεδομένα και τα βλέπουν περιοδικά, κάτι που βοηθά τους καλλιεργητές να διασφαλίσουν ότι όλα τα φυτά λαμβάνουν την ιδανική προσοχή στο θερμοκήπιο.



#### Παρακολούθηση κλίματος

Υπάρχουν πολλές παράμετροι που συνδυάζονται για τη διατήρηση και τη δημιουργία ενός ιδανικού περιβάλλοντος για φυτά εντός αυστηρών ορίων, όπως η διατήρηση του αερισμού, η θερμοκρασία, το διοξείδιο του άνθρακα και το επίπεδο οξυγόνου. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό με την ανάπτυξη θερμοκηπίου με δυνατότητα του διαδικτύου των πραγμάτων όπου οι έξυπνες συσκευές και οι αισθητήρες μοιράζονται τις πληροφορίες τους για ισχυρή λήψη αποφάσεων.



Παρακολούθηση ζώων



Το βέλτιστο περιβάλλον ή οι καιρικές συνθήκες που απορροφούν υπερβολική ποσότητα κλιματολογικών συνθηκών αφήνουν αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγικότητα των ζώων που είναι ένα σοβαρό ζήτημα για πολλούς ερευνητές. Λόγω της αύξησης της ζήτησης γαλακτοκομικών προϊόντων υψηλής ποιότητας, τα ζώα ακριβείας θεωρούνται επίσης ως το κύριο μέλημα. Κάθε χρόνο οι κτηνοτρόφοι χάνουν μεγάλο κέρδος λόγω ασθενειών των ζώων. Οι λύσεις διαχείρισης που βασίζονται στο διαδίκτυο των πραγμάτων βοηθούν τους αγρότες να βελτιώσουν τις αρχές της γεωργίας, τις συνθήκες των ζώων και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Ακριβώς όπως οι αισθητήρες παρακολούθησης καλλιεργειών, διαφορετικοί αισθητήρες παρακολούθησης συνδέονται επίσης με τα ζώα για την παρακολούθηση της απόδοσης τους. Οι παράγοντες παρακολούθησης των ζώων ποικίλλουν ανάλογα με τις κατηγορίες ζώων που εξετάζονται, όπως η αγωγιμότητα του γάλακτος, η επίθεση παρασίτων, η υγρασία και η ποιότητα του νερού. Με την επισημάνση της αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFID) σε μεμονωμένο ζώο, επέτρεψε στους αγρότες να εντοπίζουν την τοποθεσία τους, αποτρέποντας την κλοπή ζώων. Οι συνδεδεμένοι αισθητήρες και τα φορητά μέσα στα ζώα, επιτρέπουν στον αγρότη να παρακολουθεί όλες τις δραστηριότητες των ζώων και τα δεδομένα που μεταδίδονται στο σύννεφο ( cloud ) βοηθούν τους να εντοπίσουν τα ζητήματα. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες συσκευές ανίχνευσης διαδικτύου των πραγμάτων για την παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών μέσω του μετεωρολογικού σταθμού και την ανίχνευση άλλων δραστηριοτήτων στο χωράφι από όλες τις άλλες πηγές δεδομένων που έχουν εφαρμοστεί σε ολόκληρο το αγρόκτημα. Τα δεδομένα αίσθησης αποθηκεύονται στον διακομιστή σύννε-

φου, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί για τη λήψη αποφάσεων. Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει εξ αποστάσεως χρησιμοποιώντας πολλαπλές έξυπνες συσκευές όπως φορητοί υπολογιστές, τάμπλετ και κινητά.

Παρακολούθηση θερμοκρασίας των ζώων

Η αναγνώριση των συμπτωμάτων της νόσου και η πρόληψη είναι η κύρια λειτουργία για την παρακολούθηση της υγείας των ζώων. Όταν η θερμοκρασία του σώματος αυξάνεται ή μειώνεται από την κανονική θερμοκρασία του σώματος, τότε δείχνει ότι το ζώο πάσχει από κάποια ασθένεια.

Αναγνώριση συμπεριφοράς

Η ανάλυση συμπεριφοράς μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας συσκευές παρακολούθησης ζώων του διαδικτύου των πραγμάτων. Η συμπεριφορά των ζώων ταξινομείται σε διάφορες ομάδες, όπως στα βοοειδή, η συμπεριφορά αυτή αποτελείται από δύο κατηγορίες, που ταξιδεύουν και είναι στάσιμες. Η ταξιδιωτική συμπεριφορά αποτελείται από το περπάτημα, το τρέξιμο και τη βόσκηση των ζώων, ενώ η στάσιμη συμπεριφορά είναι το κάθισμα, ο ύπνος και η στάση του ζώου.

Παρακολούθηση με βάση το παγκόσμιο σύστημα θέσης ( gps)

Το παγκόσμιο σύστημα θέσης ( GPS) χρησιμοποιείται για τη λήψη των προδιαγραφών της εκμετάλλευσης και στέλνει τις παραμέτρους που παρακολουθούνται στον κεντρικό σταθμό παρακολούθησης μέσω ασύρματου δικτύου αισθητήρων. Για την αποφυγή κλοπής ζώων, άγριων επιθέσεων ή καιρικών συνθηκών, έχει παρασχεθεί ένα σύστημα απωθήσεων χρησιμοποιώντας ασύρματες τεχνολογίες όπως Zigbee, WIFI και LoWPAN

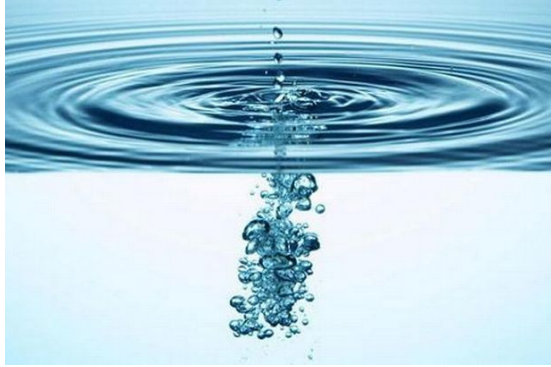
Γεωργικές λύσεις με χρήση έξυπνων τηλεφώνων ( smart phones)

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ότι η ενσωμάτωση ηλεκτρονικών συσκευών με έξυπνη λειτουργία καινοτομεί στον κόσμο της τεχνολογίας και τα έξυπνα τηλέφωνα θεωρούνται ως οδηγός του διαδικτύου των πραγμάτων. Για να καταστήσουν τα έξυπνα τηλέφωνα ευέλικτα στον τομέα της γεωργίας έχουν σχεδιαστεί διάφορα υλικά και λογισμικό. Έχει παρουσιαστεί μια καλή (αλλά όχι ολοκληρωμένη) έρευνα για εφαρμογές έξυπνων τηλεφώνων που παρέχουν γεωργικές λύσεις.

### **2.1.2 Διαχείριση υδάτινων πόρων**

Η λειψυδρία θα επηρεάσει άμεσα σχεδόν το 20% του ανθρώπινου πληθυσμού έως το 2025 και έμμεσα θα επηρεάσει τους υπόλοιπους κατοίκους του πλανήτη, καθώς και τις οικονομίες και ολόκληρα τα οικοσυστήματα.

Έξυπνα συστήματα νερού που βασίζονται στον συνδυασμό Διαδικτύου των πραγμάτων, μεγάλων δεδομένων και τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βοηθήσουν να σταματήσουν να συμβαίνουν αυτές οι προβλέψεις και να αποκατασταθεί η ζημιά που έχει προκαλέσει η ακατάλληλη χρήση υδατικών πόρων.



Έννοια έξυπνης διαχείρισης νερού.

Η έξυπνη διαχείριση νερού συνεπάγεται την ενοποίηση των συστημάτων και την υιοθέτηση ενός συνόλου μέτρων για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη ρύθμιση της χρήσης και της ποιότητας των υδάτινων πόρων και τη συντήρηση του σχετικού εξοπλισμού όπως σωλήνες, αντλίες. Ως συστήματα, αναφέρονται σε ένα ευρύ φάσμα οργάνων υλικού και λογισμικού, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων, μετρητών, εργαλείων επεξεργασίας δεδομένων και οπτικοποίησης, ενεργοποιητών και ελέγχου ιστού και κινητών συσκευών που συνδέουν άτομα με συστήματα νερού.

Σύγχρονες τεχνολογίες έξυπνου νερού.

Στις μέρες μας, η έξυπνη τεχνολογία νερού προσφέρει διαφάνεια και βελτιωμένο έλεγχο σε ολόκληρη την αλυσίδα παροχής νερού, ξεκινώντας από μια δεξαμενή γλυκού νερού έως τη συλλογή και την ανακύκλωση λυμάτων.

Συσκευές, τα συστήματα και τα εργαλεία λογισμικού που επιτρέπουν τα έξυπνα οφέλη για το νερό και συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της επεξεργασίας, της παραγωγής, της διανομής και της κατανάλωσης νερού.

Αισθητήρες

Οι αισθητήρες έχουν ευρείες εφαρμογές στην έξυπνη διαχείριση του νερού λόγω της μεγάλης ποικιλομορφίας και των σκοπών τους. Σε μια πολύ βασική αλυσίδα παροχής νερού, οι αισθητήρες μετρούν:

A) Την ποιότητα του ακατέργαστου νερού της λεκάνης απορροής, η χημική σύνθεση στο νερό μετά την επεξεργασία και τα λύματα.

B) Αλλαγή ποσότητας στη δεξαμενή αποθήκευσης.

Γ) Πίεση στους σωλήνες στον αγωγό διανομής.

Δ) Φθορά του εξοπλισμού και των μηχανημάτων που επεξεργάζονται και διανέμουν νερό στους τελικούς χρήστες.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παράγονται από αισθητήρες, η διαχείριση σε διαφορετικά σημεία της αλυσίδας παροχής νερού λαμβάνει βασικές πληροφορίες σχετικά με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες των υδάτινων πόρων και εξοπλισμού και μπορεί να λάβει διορθωτικά μέτρα βάσει δεδομένων κατά παραγγελία.



Έξυπνοι μετρητές και συστήματα παρακολούθησης

Οι έξυπνοι μετρητές και οι κόμβοι παρακολούθησης επιτρέπουν τη μέτρηση της κατανάλωσης νερού σε πραγματικό χρόνο, βοηθούν στον εντοπισμό υπερβολικών σημείων χρήσης και απορριμμάτων, καθώς και στη σωστή συμπεριφορά χρήσης και κάνουν προβλέψεις για μελλοντική κατανάλωση. Αυτή η τεχνολογία διαχείρισης νερού είναι χρήσιμη τόσο για τους διαχειριστές παραγωγής και διανομής νερού όσο και για τα νοικοκυριά. Επίσης χρησιμοποιώντας έξυπνους μετρητές και εργαλεία παρακολούθησης κατανάλωσης και οι δύο μπορούν να διορθώσουν τις ρουτίνες κατανάλωσης νερού και να επιτύχουν στόχους βιωσιμότητας και προϋπολογισμού.

Αυτοματοποιημένα συστήματα διανομής και αλγόριθμοι ακριβείας

Χρησιμοποιώντας περιβαλλοντικούς αισθητήρες και προκαθορισμένους αλγόριθμους αυτομάτησης, ένα έξυπνο σύστημα διανομής παρέχει αυτόματη παροχή νερού στο τελικό σημείο. Στην περίπτωση της έξυπνης άρδευσης, για παράδειγμα, οι ψεκασμοί παρέχουν αρκετό νερό ανάλογα με τις μετρήσεις από την υγρασία του εδάφους, την υγρασία του αέρα και τους αισθητήρες κατάστασης συγκομιδής.

Έξυπνη Διαχείριση Νερού

Ο πρωταρχικός στόχος της έξυπνης διαχείρισης του νερού είναι η λογική και βιώσιμη χρήση και ανακύκλωση υδατικών πόρων. Η αύξηση του πληθυσμού, η αύξηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και η πίεση στον τομέα των τροφίμων και της γεωργίας καθιστούν το νερό ακόμη πιο πολύτιμο αγαθό. Συνεπώς, οι τεχνολογίες και οι δραστηριότητες διαχείρισης του νερού επιδιώκουν τους ακόλουθους στόχους:

A) Μείωση στη σπατάλη νερού που χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες σε τομείς όπως η μεταποίηση, η γεωργία, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπονοεί την εισαγωγή πρακτικών υψηλής τεχνολογίας όπως η καλλιέργεια ακριβείας, η έξυπνη άρδευση και η μέτρηση νερού σε πραγματικό χρόνο.

B) Βελτίωση της ποιότητας των υδάτων και αποφυγή μόλυνσης από χημικά απόβλητα και φυσική ρύπανση όπως η οξίνιση. Προκειμένου να βελτιωθεί και να διατηρηθεί η ποιότητα του νερού, οι εταιρείες χρησιμοποιούν την τεχνολογία αισθητήρων για παρακολούθηση και έλεγχο σε πραγματικό χρόνο.

Γ) Βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων νερού, όπως συλλέκτες νερού, εγκαταστάσεις επεξεργασίας, κεντρικά δίκτυα διανομής και κέντρα ανακύκλωσης λυμάτων. Χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο των πραγμάτων και λύσεις δεδομένων για τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων, οι εταιρείες μπορούν να παρακολουθούν σημαντικές μετρήσεις όπως η πίεση του νερού, η θερμοκρασία, η ροή.

Δ) Εφαρμογή του ελέγχου διαρροών χρησιμοποιώντας έξυπνες συσκευές διαχείρισης νερού εξοπλισμένες με αισθητήρες διαρροής και υγρασίας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι σχεδόν 3 δισεκατομμύρια δολάρια δαπανώνται για την αποκατάσταση των ζημιών που προκαλούνται από διαρροές ετησίως, ο έλεγχος διαρροών είναι απαραίτητος για τη διατήρηση των υδάτινων πόρων και των προϋπολογισμών.

Ε) Εξάσκηση στην παρακολούθηση της κατανάλωσης για την βελτιστοποίηση και την διατήρηση σε υπό έλεγχο τη χρήση υδάτινων πόρων σε διαφορετικά επίπεδα - σε νοικοκυριό, βιομηχανία, χώρα ή ολόκληρο τον πλανήτη.

Τρόποι που βελτιώνει η βιομηχανία νερού το διαδίκτυο των πραγμάτων.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων βοηθά τη βιομηχανία νερού να επιτύχει όλους τους αναφερόμενους στόχους. Επιπλέον, χάρη στο διαδίκτυο των πραγμάτων, αναδύεται η ιδέα του Διαδικτύου του Νερού. Αυτό συνεπάγεται τη σύνδεση όλων των συστημάτων και των παικτών στην αλυσίδα παροχής νερού - ακατέργαστο νερό, εγκαταστάσεις επεξεργασίας, σωλήνες διανομής, εταιρείες κοινής ωφέλειας, εταιρείες και καταναλωτές σε αυτόν τον τομέα. Δεν μπορούν πολλές τεχνολογίες να κερδίσουν το διαδίκτυο των πραγμάτων στις βιομηχανίες νερού χάρη στις άφθονες ευκαιρίες και την ευρεία εφαρμογή του. Για παράδειγμα, το διαδίκτυο των πραγμάτων επιτρέπει:

A) Διαφάνεια στις διαδικασίες της αλυσίδας παροχής νερού.

B) Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και δυνατότητα άμεσης αντιμετώπισης εντοπισμένων προβλημάτων.

Γ) Αυτοματισμός και αύξηση της ανθρώπινης δύναμης.

Δ) Βιώσιμες πρακτικές χάρη στα μειωμένα απόβλητα.

Ε) Στρατηγική διατήρησης νερού προσανατολισμού προς τα εμπρός βασισμένη σε αναλύσεις δεδομένων και αλγόριθμους προβλέψεων.

Εφαρμογές διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) στη Διαχείριση Υδάτων

Έξυπνη άρδευση



Ένας από τους κορυφαίους επαγγελματίες του διαδικτύου των πραγμάτων, μία εταιρία παρέχει μια λύση βασισμένη σε αισθητήρες για έξυπνη άρδευση κατά παραγγελία. Μετρά την κατάσταση του νερού στα φυτά για να βεβαιωθείτε ότι παίρνουν αρκετό νερό για την καλύτερη θρεπτική αξία και την υψηλότερη απόδοση. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για τη «δίψα» του εργοστασίου συνδυάζονται με την πρόγνωση του καιρού. Στη συνέχεια, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης (AI) υπολογίζουν το ιδανικό σύστημα άρδευσης βάσει αυτών των δεδομένων και βοηθούν τους αγρότες να διατηρήσουν τις καλλιέργειες τους στην απόλυτη υγεία.

Ακεραιότητα συστήματος νερού

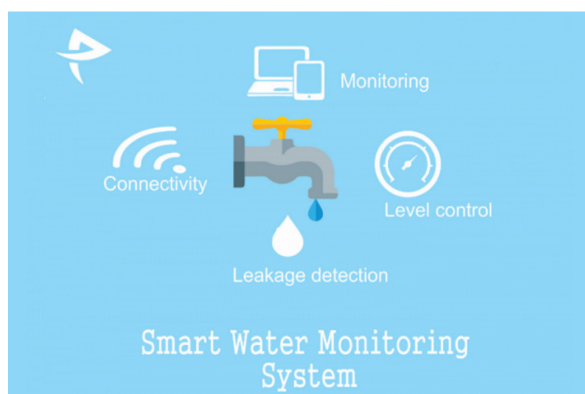
Οι ευαίσθητες λωρίδες είναι ανιχνευτές διαρροής με βάση τον αισθητήρα που βοηθούν στην άμεση αναγνώριση ζημιών στο σωλήνα ή τη σύνδεση και αποτρέπουν τη μεγάλη διαρροή και την σπατάλη υδατικών πόρων. Αυτές οι ταινίες είναι απίστευτα απλές στην εγκατάσταση και χρήση εσωτερικού και εξωτερικού χώρου και επομένως είναι ιδανικές για νοικοκυριά, γραφεία και δημόσιους χώρους.

Έξυπνη παρακολούθηση νερού

Μία εταιρεία παρέχει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών διαχείρισης νερού, από ανιχνευτές διαρροών έως διαχείριση άρδευσης και παρακολούθηση βρόχινου νερού. Μία από τις λύσεις της εταιρείας είναι η έξυπνη μέτρηση νερού και η παρακολούθηση της ποιότητας για διάφορες επιχειρήσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού - αγρότες, μετεωρολόγοι, υπηρεσίες κοινής ωφέλειας. Η λύση περιλαμβάνει αισθητήρες, σταθμούς, μονάδες τηλεμετρίας



και λογισμικό που επεξεργάζεται παραγόμενα δεδομένα και δημιουργεί πληροφορίες για οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων.



#### Διαχείριση βροχής και καταιγίδας

Κάποιες εταιρίες μετατρέπουν τη βροχή και τα νερά της καταιγίδας ως πανταχού παρόντα υδάτινο πόρο ικανό να παρέχει πλήρως τις ανάγκες σε νερό για ανεξάρτητα νοικοκυριά και ολόκληρες γειτονιές. Η εταιρεία σχεδιάζει και εφαρμόζει λύσεις του διαδικτύου των πραγμάτων και δεδομένων για τη συλλογή βρόχινου νερού και τη μετατροπή της σε σημαντική πηγή νερού για κοινότητες εκτός δικτύου. Αυτή η προσέγγιση δείχνει πώς η εφαρμογή του δικτύου των πραγμάτων στη διαχείριση των υδάτινων πόρων βοηθά στο ξεκλείδωμα των νέων επιλογών για πιο βιώσιμη και ανθεκτική ζωή.

### **2.1.3 Παρακολούθηση καλλιέργειας μέσω αισθητήρων**

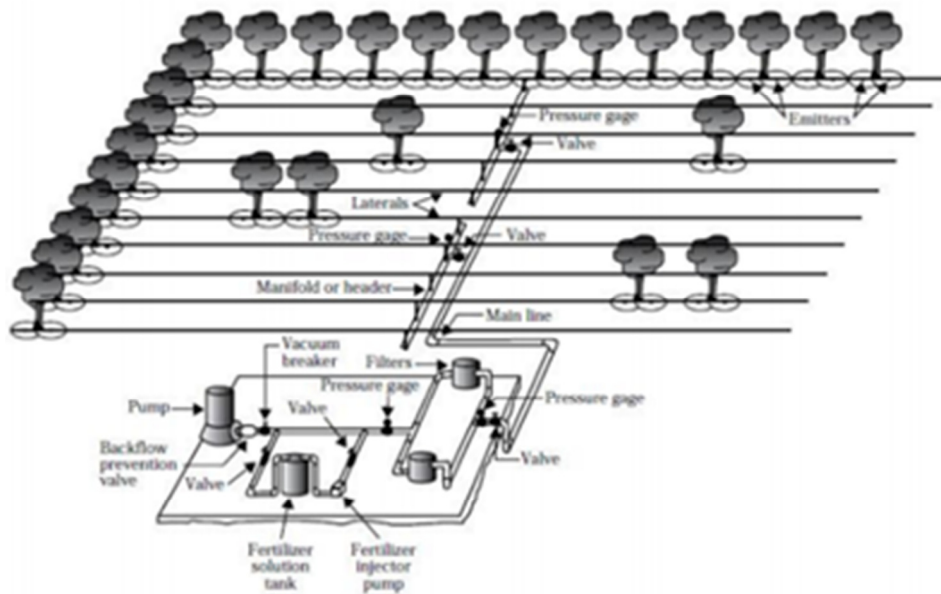
Οι αισθητήρες είναι μηχανισμοί αυτόματης δειγματοληψίας και ταχείας μέτρησης. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες αισθητήρων όπως σοδειάς, αγρού, εδάφους, φυτών, ζιζανίων ή προσβολών. Οι ειδικοί αισθητήρες τοποθετούνται στα χωράφια και συλλέγουν πληροφορίες για θερμοκρασία, υγρασία, καιρικές συνθήκες, ασθένειες κ.ά. Με τη χρήση τέτοιων αισθητήρων κάθε παραγωγός μπορεί να έχει άμεση πρόσβαση σε μια σειρά κρίσιμων για τον αγρό πληροφοριών που σχετίζονται με την φυσιολογική ανάπτυξη και τις ανάγκες της καλλιέργειάς του.

Οι αισθητήρες παρακολούθησης της κατάστασης του εδάφους επιτρέπουν στους αγρότες να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τις βροχοπτώσεις, τη θερμοκρασία και άλλες μετρήσεις με την πάροδο του χρόνου για να παρακολουθούν τις τάσεις και να προβλέπουν τις ανάγκες άρδευσης. Οι αγρότες θα εξοικονομήσουν χρόνο που συνήθως περνάει με μη αυτόματο έλεγχο των επιπέδων του νερού των καλλιεργειών, επειδή οι αισθητήρες μπορούν να τους παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο άμεσα σε σχεδόν οποιαδήποτε διαδικτυακή συσκευή. Οι αισθητήρες επιτρέπουν καλύτερη εξοικονόμηση

νερού, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι δεν υπάρχει υπερβολική ή υποβρύχια καλλιέργεια. Οι αισθητήρες με δυνατότητα διαδικτύου των πραγμάτων χρειάζονται πολύ λίγο χρόνο για την εγκατάσταση και υπάρχει μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, γεγονός που οδηγεί σε μικρότερο κόστος συντήρησης. Λύσεις δίνει το διαδίκτυο των πραγμάτων παρέχοντας προσιτούς αισθητήρες που παρακολουθούν την υγρασία του εδάφους, τα επίπεδα υγρασίας και τις θερμοκρασίες εδάφους ή αέρα και το αναφέρουν αυτόματα απευθείας στο Διαδίκτυο χωρίς να απαιτείται ασύρματο δίκτυο (Wifi), παγκόσμιο σύστημα κινητών επικοινωνιών (GSM) ή κανονική σύνδεση στο Διαδίκτυο. Αυτό βοηθά τους αγρότες να γνωρίζουν τι είναι καλύτερο για τις καλλιέργειές τους χωρίς να χρειάζεται να εκτιμήσουν χειροκίνητα ή να κάνουν μια εικασία. Με τα καλύτερα δεδομένα που τους παρέχονται να ζουν από τις δικές τους καλλιέργειες, οι αγρότες μπορούν να έχουν καλύτερες δυνατές αποφάσεις για φύτευση, πότισμα και έλεγχο παρασίτων.

Οι Chiaberge et al (2017) στο άρθρο τους *σχεδιασμός και υλοποίηση του ασύρματου χειριστήριου για αυτοματοποιημένη στάγδην άρδευση* προτείνουν μια προσέγγιση επίλυσης της ανάπτυξης συστημάτων άρδευσης στάγδην στη γεωργία με την δημιουργία ασύρματου δικτύου αισθητήρων και ενεργοποιητών (WSAN). Το Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων και Ενεργοποιητών (Wireless Sensor and Actor Networks – WSAN), εκτός από τους αισθητήρες λαμβάνει μέρος και ένα άλλο σύνολο κόμβων, οι ενεργοποιητές (actuators ή actors). (Το (WSAN) αποτελείται από ένα σύνολο κόμβων αισθητήρων και ενεργοποιητών, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους ασύρματα, με σκοπό την επίτευξη κατανεμημένων εργασιών παρατήρησης του φυσικού κόσμου και δράσης σε αυτόν).

Η στάγδην άρδευση είναι ένας τύπος μικρο-άρδευσης που έχει αποκτήσει μεγάλη προσοχή τα τελευταία χρόνια λόγω της δυνατότητάς του να αυξήσει τις αποδόσεις και να μειώσει τη χρήση νερού. Το νερό διανέμεται μέσω ενός δικτύου βαλβίδων, σωλήνων, σωληνώσεων και πομπών και στη συνέχεια στάζει αργά στη ριζική ζώνη του φυτού είτε από πάνω είτε κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.



Οι Chiaberge et al (2017) δείχνουν τη γενική διάταξη του τυπικού συστήματος άρδευσης στάγδην, τα κύρια συστατικά του και τις λειτουργίες που πραγματοποιούνται, δηλαδή, μια αντλία που ωθεί το νερό στο δίκτυο διανομής σε υψηλή πίεση, μια δεξαμενή διαλύματος λιπάσματος και το φιλτράρισμα που πραγματοποιείται για να αποφευχθεί η απόφραξη των εκπομπών. Το φιλτραρισμένο νερό ρέει μέσω του κύριου σωλήνα και οι βαλβίδες ελέγχουν την κατανομή νερού σε εκπομπούς της συγκεκριμένης περιοχής.

Η ογκομετρική περιεκτικότητα του εδάφους στο νερό μπορεί να παρακολουθείται καλύτερα χρησιμοποιώντας συνδεδεμένους αισθητήρες που στέλνουν δεδομένα μέσω του παγκόσμιου δικτύου διαδικτύου των πραγμάτων (Sigfox IoT). Οι καλλιέργειες πρέπει να φυτεύονται και να καλλιεργούνται στην ιδανική τους θερμοκρασία. Οι αισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν τη θερμοκρασία κάτω από το επίπεδο του εδάφους για βέλτιστη ανάγνωση. Η παρακολούθηση των μέσων θερμοκρασιών αέρα βοηθά στον καθορισμό των ιδανικών χρόνων φύτευσης και ποτίσματος.

Η ύπαρξη δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μπορεί να βοηθήσει τους γαιοκτήμονες και τους αγρότες να μειώσουν το ανθρώπινο δυναμικό, τη χρήση νερού και άλλα έξοδα συντήρησης, μειώνοντας έτσι το κόστος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι λύσεις παρακολούθησης της κατάστασης του εδάφους του διαδικτύου των πραγμάτων επιτρέπουν στους αγρότες:

- Να διαφέρει ανάλογα με τους χρόνους και τη συχνότητα συλλογής δειγμάτων: οι αγρότες μπορούν να επιλέγουν και να αλλάζουν όποτε θέλουν τον αριθμό των δειγμάτων ανά ημέρα.

- Έλεγχος σε παλιές μετρήσεις, οι οποίες επιτρέπουν στους αγρότες να παρακολουθούν μοτίβα και τι έχει λειτουργήσει στο παρελθόν. Ορισμένοι συνεργάτες τεχνολογίας δημιουργούν ακόμη και διαδραστικά γραφήματα για ευκολότερη ανάλυση δεδομένων.
- Άμεσος έλεγχος των δεδομένων μέσω χαρτογράφησης αισθητήρων και έξυπνων ταμπλό.
- Ρύθμιση αυτόματων υπενθυμίσεων: Ορισμένες τεχνολογίες μπορούν να στείλουν στους αγρότες μια ειδοποίηση συναγερμού μέσω SMS ή e-mail εάν πρέπει να ελεγχθούν οι καλλιέργειες των αγροτών.
- Εφεδρικά δεδομένα: δημιουργούνται αντίγραφα ασφαλείας των δεδομένων με ασφάλεια, ώστε να μην χαθούν, ανεξάρτητα από τη συσκευή που χρησιμοποιούν οι αγρότες για να έχουν πρόσβαση σε αυτά.
- Ενσωμάτωση άλλων πηγών δεδομένων: Εργασία με άλλα δεδομένα (όπως καιρικές προβλέψεις) για να γίνει προσδιορισμός της σωστής στάθμης του εδάφους και του νερού.
- Προβολή δεδομένων από σχεδόν οπουδήποτε: Όπου οι αγρότες έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο ή στα δεδομένα, οι αγρότες μπορούν να δουν δεδομένα από τηλέφωνο, υπολογιστή ή τάμπλετ.
- Διάγνωση προβλημάτων: Εκτέλεση διαγνωστικών για να γίνει προσδιορισμός σε σφάλματα ή προβλήματα συσκευών.
- Παροχή καλύτερης βαθμονόμησης για αναφορές και ανάλυση δεδομένων: Εκτέλεση βαθμονόμησης σύννεφου για να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα είναι πάντα ενημερωμένα και σχετικά.



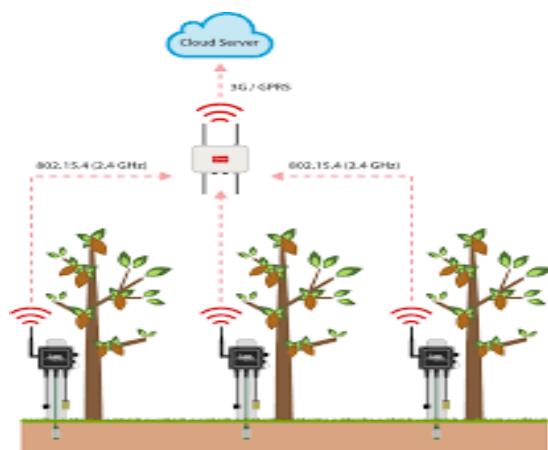
**Τα οφέλη από τη χρήση λύσεων διαδικτύου των πραγμάτων για την παρακολούθηση των εδαφών**

*Καλύτερη εξοικονόμηση νερού*

Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Ταμείο Αγριας Ζωής, η γεωργία και η γεωργία καταναλώνουν περίπου το 70% της παγκόσμιας παροχής γλυκού νερού. Η εξοικονόμηση νερού μπορεί να διασφαλίσει ότι δεν καταστρέφουμε τις δεξαμενές υπόγειων υδάτων ή προκαλούμε υπερβολική απορροή εδάφους σε ποτάμια και άλλα υδάτινα σώματα.

#### *Εξοικονόμηση χρόνου και πόρων*

- Λιγότερα ταξίδια στα αγροτεμάχια για να γίνει έλεγχος χειροκίνητα για τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους και τη θερμοκρασία σημαίνει ότι μπορεί να αφιερωθεί περισσότερος χρόνος σε άλλα μέρη της επιχείρησης, όπως τήρηση βιβλίων ή συνάντηση με πελάτες. Η εξοικονόμηση χρόνου και πόρων οδηγεί συχνά σε μεγαλύτερα κέρδη, συχνά με μειωμένο κόστος και χρόνο που δαπανάται για την παρακολούθηση των καλλιεργειών. Χρησιμοποιώντας το Διαδίκτυο των πραγμάτων για την καλύτερη παρακολούθηση του εδάφους, οι αγρότες θα το βρουν ότι:
- Υπάρχει καλύτερη διαχείριση της γης μέσω δεδομένων (τα οποία είναι πιο ακριβή από τα ανθρώπινα τεστ)
- Οι αγρότες μπορούν να συνδυάσουν εξωτερικά δεδομένα (όπως καιρικές προβλέψεις) με τα δικά τους δεδομένα αγροτεμαχίων για να βελτιστοποιήσουν το πότισμα και τη συντήρηση των καλλιεργειών.
- Υπάρχουν λιγότερα κόστη για το χρόνο των εργαζομένων, το νερό και τη φροντίδα των καλλιεργειών.
- Οι αγρότες έχουν πιο υγιεινές καλλιέργειες βελτιστοποιώντας τη φροντίδα νερού και εδάφους.



### **3 Συμπεράσματα**

Στις μέρες μας το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) είναι πολύ σημαντικό στην διαχείριση των καλλιεργειών. Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) έχει τη δυνατότητα να αυξήσει

δραματικά τη διαθεσιμότητα πληροφοριών, και είναι πιθανό να μεταμορφώσει εταιρείες και οργανισμούς σε σχεδόν κάθε βιομηχανία σε όλο τον κόσμο. Ως εκ τούτου, αναμένεται η εξεύρεση τρόπων αξιοποίησης της ισχύος του διαδικτύου των πραγμάτων (Iot) παράγοντες στους στρατηγικούς στόχους των περισσότερων εταιρειών τεχνολογίας, ανεξάρτητα από τη βιομηχανία τους. Ο αριθμός των διαφορετικών τεχνολογιών που απαιτούνται για την υποστήριξη του, η ανάπτυξη και η περαιτέρω ανάπτυξη του διαδικτύου των πραγμάτων (Iot) αποδίδουν πρωτοδοτική, διαλειτουργικότητα και είχε ως αποτέλεσμα εκτεταμένες προσπάθειες ανάπτυξης πρότυπα και τεχνικές προδιαγραφές που υποστηρίζουν απρόσκοπτα επικοινωνία μεταξύ συσκευών και εξαρτημάτων στο διαδίκτυο των πραγμάτων (Iot). Συνεργασία μεταξύ διαφόρων ομάδων ανάπτυξης προτύπων και ενοποίησης ορισμένων τρεχουσών προσπαθειών θα οδηγήσει τελικά σε μεγαλύτερη σαφήνεια για το διαδίκτυο των πραγμάτων (Iot) σε εταιρείες τεχνολογίας.

## Βιβλιογραφία

<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-farming>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B7\\_%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B7_%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1)

<https://www.agronews.gr/tech/profi/188297/sustiata-fendt-smart-farming-gia-veltisti-diaheirisi-stolou/>

<http://www.gaiasense.gr/ti-einai-eyfyhs-georgia-kai-pws-efarmozetai-sthn-ellada>

<https://www.serrespost.gr/2018/10/08/h->

[%CE%B5%CF%85%CF%86%CF%85%CE%AE%CF%82-](https://www.serrespost.gr/2018/10/08/h-%CE%B5%CF%85%CF%86%CF%85%CE%AE%CF%82-%CE%B3%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%B7-%CE%BA/)

[%CE%B3%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-](https://www.serrespost.gr/2018/10/08/h-%CE%B3%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%B7-%CE%BA/)

[%CF%83%CF%84%CE%B1-](https://www.serrespost.gr/2018/10/08/h-%CE%B3%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%B7-%CE%BA/)

[%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF](https://www.serrespost.gr/2018/10/08/h-%CE%B3%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%B7-%CE%BA/)

[%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%B7-%CE%BA/](https://www.serrespost.gr/2018/10/08/h-%CE%B3%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%B7-%CE%BA/)

<https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>

<https://www.leadseed.io/internet-of-things-iot/>

<https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>

<https://towardsdatascience.com/iot-in-action-a8b7fac83619>

<https://ecommercemaurencevictor.com/internet-of-things-iot-what-is-iot-and-how-it-works-2/>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CF%84%CF%89%CE%BD\\_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD)

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Sig-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[nature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~M](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[iH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZD](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

[Wp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62053162/elijah201820200210-53357-bw3ugb.pdf?1581336927=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElijah.pdf&Expires=1608043551&Signature=SCz1Tlx9r~JeliAx1nsKpkpK5dMrbZ2G52NS2cntWo6nooumty1~MiH~Cb4l3xTOEgMDYXMDyzZvRgKr~k-yXIfl5DlvJZa9afDmkP~~EM03GdociT0IXsUhlcOuFaIo4cvAtdYwdac-2wlApTkGMmpyKv8VfMYpmQG0rW-q5jZ2Ijds8~smUeBiK8Iyyjr~e1NGz3BdBS15Q8PDQwrlQYIBztiCbxqZDWp9yv-hm4ILUzd1k0bieDrB~meLiaNwxJ0Bm-Vc12IYh-)

fqiCGXOtg71Ctjio56SnhcTy3EuZgvMoGAILsK8uYPZ2wQemLFJMfq6f3  
qFVMbO-MdRk3ejQ\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA  
<https://www.webmusic.gr/to-diadiktyo-ton-pragmaton-iot/>  
<https://docplayer.gr/51981461-Diadiktyo-ton-pragmaton-kai-ypologistika-nefi.html>  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C\\_%CE%BD%CE%AD%CF%86%CE%BF%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BD%CE%AD%CF%86%CE%BF%CF%82)  
<https://theconversation.com/the-fourth-agricultural-revolution-is-coming-but-who-will-really-benefit-145810>  
<https://www.agritecture.com/blog/2019/1/27/welcome-to-the-fourth-agricultural-revolution-and-what-that-means>  
<https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-technology-use-cases-for-smart-farming-and-challenges-to-consider/>  
[https://ec.europa.eu/research/infocentre/article\\_en.cfm?&artid=49902&caller=other](https://ec.europa.eu/research/infocentre/article_en.cfm?&artid=49902&caller=other)  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF\\_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD)  
<http://inf-server.inf.uth.gr/~nilarisi/en/presentation/img11.html>  
<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/microcontroller>  
<https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/engineering-basics-what-is-a-microcontroller>  
<https://microcontroller.com/>  
<https://www.irjet.net/archives/V6/i4/IRJET-V6I4694.pdf>  
<https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-technology-use-cases-for-smart-farming-and-challenges-to-consider/>  
<https://www.biz4intellia.com/blog/5-applications-of-iot-in-agriculture/>  
<http://www.fao.org/e-agriculture/news/moocdrones-agriculture-prepare-and-design-your-drone-uav-mission>  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CF%84%CF%89%CE%BD\\_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD)  
<https://www.digiteum.com/smart-water-management-iot>



<https://www.insider.co.uk/special-reports/brightwater-water-deregulation-rich-rankin-12735313>

<https://www.lymphate.com/post/smart-water-management-with-iot>

<https://www.sustainabilitymatters.net.au/content/water/article/-nature-based-solutions-key-to-water-management-un-report-1352646131>

[http://www.capigi.eu/News\\_old/News-item/ArticleId/90/Silver-Medal-for-Smart-Irrigation](http://www.capigi.eu/News_old/News-item/ArticleId/90/Silver-Medal-for-Smart-Irrigation)

<https://www.aphroditehills.com/resort-news/smart-water-monitoring-system/>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B7\\_%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B7_%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1)

<https://apothesis.lib.teicrete.gr/bitstream/handle/11713/9160/LalakisGeorgios2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://hellenicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/18346/%CE%B4%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%8D.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

<https://www.sigfox.com/en/iot-soil-condition-monitoring-sensors-will-optimize-agriculture-through-data-2>

<https://www.libelium.com/libeliumworld/success-stories/sustainable-farming-and-the-iot-cocoa-research-station-in-indonesia/>

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8883163>

[http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies\\_diktywn/ergasies/2017/REAL%20CASES%20OF%20WIRELESS%20SENSOR%20NETWORKS%20FOR%20AGRICULTURE%20FARMING%20&%20CROPS.pdf](http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2017/REAL%20CASES%20OF%20WIRELESS%20SENSOR%20NETWORKS%20FOR%20AGRICULTURE%20FARMING%20&%20CROPS.pdf)

<https://meticulousblog.org/top-10-companies-in-agriculture-drone-market/>

<https://www.afrik21.africa/en/egypt-greenhouse-agriculture-to-reduce-water-consumption/>

<https://www.30mhz.com/sensor/pointed-micro-climate-sensor/>

<https://sensohive.com/climate-monitoring-in-greenhouses/>

<https://circuitdigest.com/article/role-of-iot-in-promoting-livestock-through-remote-monitoring-and-data-driven-decision-making>