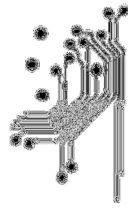
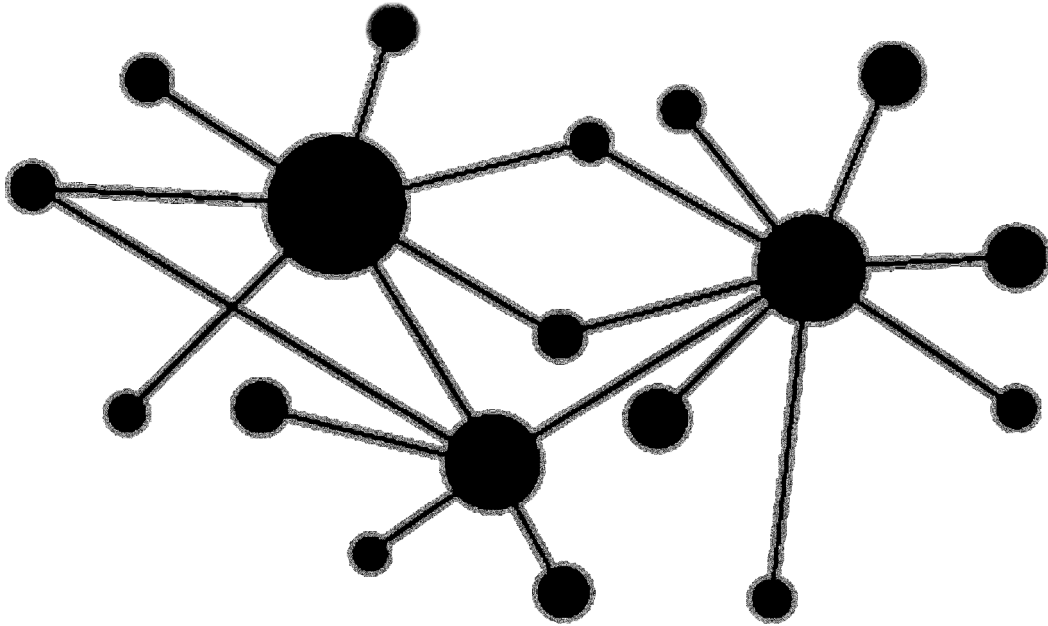




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ



Τμήμα  
Μηχανικών  
Πληροφορικής τ.ε.  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα  
Δυτικής Ελλάδας



## ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕΣΩ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ.

Χλωπτσιδης Παναγιώτης Α.Μ. 1131  
Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Ασαρίδης Ηλίας  
Ναύπακτος, 2017

---



# Περίληψη

Η πτυχιακή αυτή αποτελεί μία μελέτη για την εφαρμογή της τεχνολογίας των δικτύων και πιο συγκεκριμένα της χρήσης των Ασυρμάτων Δικτύων Αισθητήρων (εφεξής ΑΔΑ) που μπορεί να υπάρξει στον ευρύτερο τομέα της γεωργίας και της αγροτικής παραγωγής.

Η γεωργία ή αλλιώς αγροτική παραγωγή, είναι ένας τομέας ο οποίος αποτελεί έναν εξαιρετικά μεγάλο κλάδο στην χώρα μας ο οποίος ευνοείται ιδιαίτερα από τις κλιματικές συνθήκες καθώς και την γεωμορφολογία του εδάφους. Η γεωργική παραγωγή καθιστά απαραίτητη πλέον την ανάγκη για βελτίωση τόσο σε ποιοτικό όσο και σε ποσοτικό επίπεδο των παραγόμενων αγαθών με την χρήση ολοένα και λιγότερων πόρων.

Μας δόθηκε έναυσμα λοιπόν μέσα από την παρούσα εργασία να συνδυάσουμε τους δύο αυτούς τομείς και να προχωρήσουμε σε μία πρακτική υλοποίηση ενός μικρής κλίμακας ΑΔΑ με βασικούς γνώμονες την απλή υλοποίηση και το κόστος. Για την παρούσα εργασία προσπαθήσαμε να χρησιμοποιήσουμε στο μεγαλύτερο δυνατό εύρος τεχνολογίες ανοικτού κώδικα, τις οποίες θα μπορούσε να υλοποιήσει ο καθένας με βασικές γνώσεις πάνω στα εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε.

Η πρόκληση λοιπόν που αντιμετωπίσαμε στον σχεδιασμό καθώς και την υλοποίηση ενός ασύρματου δικτύου είναι να καταφέρουμε να μεταδώσουμε την πληροφορία μέσω ενός όχι πάντα αξιόπιστου μέσου, αυτό του αέρα και ταυτόχρονα να κάνουμε το δίκτυο αυτό να μην περιορίζεται γεωγραφικά. Παρακάτω θα δούμε πιο αναλυτικά τι τρόπους και τεχνολογίες χρησιμοποιήσαμε για να το πετύχουμε αυτό.

# Abstract

This diploma thesis is a study on the application of network technology, and more specifically the use of Sensor Networks (here in after referred to as the "WSN") that may exist in the wider field of agriculture and agricultural production.

Agriculture or else agricultural production is a sector that is an extremely large branch in our country which is particularly favored by climatic conditions and soil geomorphology. Agricultural production makes it necessary to improve both the qualitative and quantitative level of goods produced with the use of less and less resources.

We have been motivated by this thesis to combine these two areas and to proceed to a practical implementation of a small-scale WSN, based on simple implementation and low cost. For this thesis, we have tried to use the widest possible range of open source technologies that anyone could use with basic knowledge of the tools we used.

The challenge we faced in designing and implementing a wireless network is to be able to pass on the information through a not always reliable medium, and this is air, and at the same time make this network geographically mobile. Below we will see in more detail what ways and technologies we used to achieve this.

# Δομή διπλωματικής εργασίας

Παρακάτω παρουσιάζεται η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και η περιγραφή του κάθε κεφαλαίου ξεχωριστά.

Στο **Κεφάλαιο 1** θα γίνει εισαγωγή στον τομέα που δεν αφορά άμεσα την τεχνολογία και δεν είναι παρά άλλος από αυτόν της γεωργικής παραγωγής. Θα υπάρξει μία ανάλυση του τι είναι αγροτική παραγωγή, τι μας προσφέρει καθώς και πως μπορεί η τεχνολογία να ωφελήσει την αγροτική παραγωγή.

Στο **Κεφάλαιο 2** θα υπάρξει μια επεξήγηση για τα δίκτυα δεδομένων και τα δίκτυα αισθητήρων, την δομή καθώς και την περιγραφή της λειτουργίας των παραπάνω.

Στο **Κεφάλαιο 3** θα γίνει μια περιγραφή του υλικού (hardware) που είναι ευρέως γνωστό για την χρήση του σε Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι να περιγράψει τι «πλατφόρμες» χρησιμοποιούμε για να έχουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα δικτύου με αισθητήρες, να περιγράψει τους ίδιους τους αισθητήρες αλλά και τα λειτουργικά συστήματα αυτών.

Στο **Κεφάλαιο 4** θα αναλύσουμε τις περιοχές στις οποίες χρησιμοποιούμε τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων και θα περιγράψουμε τι μπορούν να κάνουν σε αυτές.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζεται ο σκοπός της συγκεκριμένης πειραματικής εφαρμογής, καθώς το τελικό παραδοτέο υλικό.

Στο **Κεφάλαιο 6** θα δούμε την αρχιτεκτονική και τον σχεδιασμό του Ασυρμάτου Δικτύου Αισθητήρων που αποτελεί το κομμάτι της πρακτικής υλοποίησης της παρούσας εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 7** θα γίνει η παρουσίαση του υλικού (hardware) το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί για την τελική εφαρμογή της πρακτικής υλοποίησης της παρούσας εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 8** παρουσιάζεται ο κώδικας προγραμματισμού του υλικού καθώς και οι εφαρμογές/προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για να υλοποιηθεί η εφαρμογή.

Στο **Κεφάλαιο 9** παρουσιάζεται συνολικά η τελική εφαρμογή και τα αποτελέσματα που παράγει.

Στο **Κεφάλαιο 10** θα γίνει αναφορά σε εργασίες που μπορούν να αποτελέσουν μελλοντική υλοποίηση και επέκταση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, στο **Κεφάλαιο 11** παρουσιάζεται η βιβλιογραφία καθώς και οι αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν.

# Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ασαρίδη που μου εμπιστεύθηκε το συγκεκριμένο θέμα για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Αθανάσιο Αγιαννίδη για τις υποδείξεις του και την πολύτιμη βοήθεια του, χάρη στις οποίες κατάφερα να φέρω εις πέρας την παρούσα εργασία.

## Πίνακας Περιεχομένων

1	Γενικά .....	12
1.1	Εισαγωγή .....	12
1.2	Η αγροτική παραγωγή στον κόσμο .....	12
1.2.1	Ορολογία .....	12
1.2.2	Η γεωργία ως δραστηριότητα.....	12
1.3	Η αγροτική παραγωγή στην Ελλάδα .....	13
1.3.1	Γενικά .....	13
1.3.2	Παρελθόν .....	13
1.3.2.1	Αρχαία Ελλάδα .....	13
1.3.2.2	Πρόσφατο παρελθόν.....	14
1.3.2.2.1	19 <sup>ος</sup> Αιώνας.....	14
1.3.2.2.2	20 <sup>ος</sup> Αιώνας - Παρόν.....	15
1.3.3	Μέλλον .....	15
1.4	Προσεγγίσεις βελτίωσης αγροτικής παραγωγής .....	17
1.4.1	Τι εννοούμε με τον όρο βελτίωση. ....	17
1.4.2	Άξονες βελτίωσης.....	17
1.4.2.1	Βελτίωση του εδάφους .....	17
1.4.2.1.1	Όργωμα .....	17
1.4.2.1.2	Άρδευση .....	17
1.4.2.1.3	Αποξήρανση εδάφους.....	18
1.4.2.1.4	Λίπανση / Εμπλουτισμός .....	18
1.4.2.1.5	Αμειψισπορά.....	18
1.4.2.2	Βελτίωση ιδιοτήτων .....	19
1.4.2.3	Βελτίωση συγκομιδής .....	19
1.5	Ο ρόλος της τεχνολογίας στην αγροτική παραγωγή.....	19
1.5.1	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) .....	19
1.5.2	Ηλεκτρονικό Εμπόριο.....	20
1.5.3	Συστήματα Υποστήριξης / Λήψης Αποφάσεων .....	20
2	Δίκτυα δεδομένων και Δίκτυα Αισθητήρων .....	20
2.1	Ορισμός .....	20
2.2	Τύποι δικτύων .....	21
2.2.1	LAN – Local Area Network.....	21

2.2.2	MAN – Metropolitan Area Network.....	21
2.2.3	WAN – Wide Area Network.....	22
2.3	Τεχνολογίες δικτύων .....	23
2.3.1	Ενσύρματα δίκτυα.....	23
2.3.2	Ασύρματα δίκτυα .....	23
2.4	(Ασύρματα) Δίκτυα Αισθητήρων.....	24
2.4.1	Χαρακτηριστικά.....	25
2.4.2	Τοπολογίες ΑΔΑ .....	26
3	IOT (Internet Of Things) – Αισθητήρες – Μικροεπεξεργαστές.....	27
3.1	Ορισμός IOT.....	27
3.2	Οφέλη - Πλεονεκτήματα .....	28
3.3	Μειονεκτήματα .....	30
3.4	Εφαρμογές.....	31
3.5	Αισθητήρες και Τύποι Αισθητήρων.....	32
3.5.1	Θέσης – Proximity .....	33
3.5.2	Κίνησης – Motion .....	33
3.5.3	Ταχύτητας/Επιτάχυνσης/Μετατόπισης – Acceleration.....	34
3.5.4	Θερμοκρασίας – Temperature.....	35
3.5.5	Υγρασίας – Humidity .....	35
3.5.6	Ήχου – Noise/Sound.....	36
3.5.7	Χημικοί – Chemical.....	36
3.5.8	Ροής – Flow .....	37
3.5.9	Δύναμης/Ροπής/Πίεσης.....	37
3.5.10	Ηλεκτρομαγνητικοί .....	38
3.5.11	Οπτικοί .....	39
3.6	Hardware .....	39
3.6.1	Ελεγκτής / Controller.....	39
3.6.2	Πομποδέκτης.....	40
3.6.3	Εξωτερική μνήμη.....	40
3.6.4	Πηγή ενέργειας .....	40
3.6.5	Αισθητήρες.....	41
3.7	Λειτουργικά Συστήματα – Software.....	42
3.7.1	Λογισμικό .....	42



3.7.2	Λειτουργικά συστήματα.....	42
4	Εφαρμογές Δικτύων Αισθητήρων .....	43
4.1	Παρακολούθηση περιοχής.....	44
4.2	Περιβαλλοντική / Γεωσκόπηση.....	44
4.2.1	Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών .....	44
4.2.2	Παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων.....	45
4.2.3	Πρόληψη φυσικών καταστροφών .....	45
4.2.4	Ανίχνευση κατολισθήσεων .....	46
4.2.5	Καταγραφή δεδομένων .....	46
4.3	Βιομηχανική παρακολούθηση .....	46
4.4	Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα.....	47
4.4.1	Εσωτερικός έλεγχος .....	47
4.4.2	Εξωτερικός έλεγχος.....	48
4.5	Παρακολούθηση της ρύπανσης του αέρα.....	48
4.6	Παρακολούθηση νερού/αποβλήτων υδάτων.....	48
4.6.1	Παρατήρηση της ποιότητας των υδάτων .....	48
4.6.2	Διαχείριση του δικτύου διανομής των υδάτων.....	48
4.7	Παρακολούθηση έξυπνου σπιτιού.....	49
4.8	Εφαρμογές στο στρατό.....	50
4.9	Εφαρμογές στην Ιατρική .....	51
4.9.1	BASN (Body Area Sensor Networks) .....	52
4.10	Φροντίδα ηλικιωμένων .....	53
4.11	Γεωργία.....	54
4.11.1	Ακριβής γεωργία .....	54
4.11.2	Διαχείριση της άρδευσης.....	55
4.11.3	Θερμοκήπια.....	55
5	Σκοπός / Πεδίο εφαρμογής.....	56
5.1	Σκοπός .....	56
5.1.1	Βασικοί παράγοντες υλοποίησης .....	57
5.2	Πεδίο εφαρμογής .....	57
6	Hardware – Υλικό .....	58
6.1	Motherboards – Arduino.....	58
6.2	Arduino Nano V3 .....	58

6.2.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	59
6.2.2	Pin Layout.....	60
6.3	Αισθητήρας - DHT 11.....	60
6.3.1	Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	61
6.3.2	Block Diagram.....	62
6.4	Ασύρματο κύκλωμα μετάδοσης – RF Link.....	62
6.4.1	Πομπός.....	62
6.4.1.1	Pins Layout.....	64
6.4.1.2	Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	64
6.4.2	Δέκτης.....	64
6.4.2.1	Pin Layout.....	66
6.4.2.2	Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	66
6.4.3	Κεραίες.....	66
6.4.3.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	67
6.5	Λοιπά υλικά.....	67
6.6	Τροφοδοσία.....	67
7	Software – Λογισμικό.....	67
7.1	Arduino IDE.....	68
7.1.1	Master node – Gateway.....	68
7.1.2	Κώδικας του Gateway.....	68
7.1.3	Slave nodes.....	70
7.1.3.1	Κώδικας των nodes.....	70
8	Αρχιτεκτονική, σχεδιασμός.....	72
8.1	Σχηματική απεικόνιση δικτύου.....	73
8.2	Schematics.....	74
8.2.1	Πομπός.....	74
8.2.2	Δέκτης.....	75
8.3	Σχεδιασμός σε Breadboard.....	75
8.3.1	Πομπός.....	76
8.3.2	Δέκτης.....	77
9	Τελική εφαρμογή.....	77
9.1	Φωτογραφίες του υλικού της εφαρμογής.....	78
9.1.1	Πρώτο στάδιο – Δοκιμή σε Breadboard.....	78
9.1.1.1	Πομποί.....	78

9.1.1.2	Δέκτης.....	79
9.1.2	Δεύτερο στάδιο – Μεταφορά σε Veroboard .....	79
9.1.2.1	Πομποί.....	80
9.1.3	Τρίτο στάδιο – Μεταφορά σε θήκες.....	80
9.1.3.1	Πομποί.....	81
9.1.3.2	Δέκτης.....	81
9.2	Περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας – Case Study .....	82
9.2.1	Φωτογραφίες .....	82
9.3	Screenshots από το τερματικό της κονσόλας .....	83
9.4	Αποτελέσματα μετρήσεων .....	85
9.4.1	Πίνακας μετρήσεων .....	85
9.4.1.1	Κόμβος ID 1 .....	85
9.4.1.2	Κόμβος ID 2 .....	85
9.5	Συμπεράσματα .....	86
10	Θέματα μελλοντικής έρευνας - εργασίας.....	86
10.1	Προσθήκη κόμβων – μελέτη εύρους περιοχής.....	86
10.2	Μέτρηση κατανάλωσης κόμβων.....	87
10.3	Απομακρυσμένη πρόσβαση – διαχείριση.....	87
10.4	Web Interface – Πρόσβαση από browser.....	87
10.5	XML reports για εξαγωγή και αποθήκευση δεδομένων.....	87
11	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ – ΑΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟ .....	89
11.1	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	89
11.2	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	89
11.3	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	90
11.4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	90
11.5	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	90
11.6	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	90
11.7	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	91
11.8	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	91
11.9	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....	91
11.10	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.....	91



# 1 Γενικά

## 1.1 Εισαγωγή

Η εργασία αυτή ασχολείται με την μελέτη διεθνών μεθόδων (τεχνολογικών εφαρμογών) που αποσκοπούνε στην βελτιστοποίηση αγροτικής παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, επικεντρώνεται στην εφαρμογή τέτοιων μεθόδων σε εγκαταστάσεις με ελεγχόμενο περιβάλλον.

Η εργασία αυτή υλοποιεί ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (ΑΔΑ – WSN Wireless Sensor Networks) με την χρήση κατάλληλων συσκευών για την καταγραφή δεδομένων με απώτερο σκοπό την περιβαλλοντική παρακολούθηση. Μέσα από την εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών θα προκύψουν δεδομένα προς επεξεργασία τα οποία και θα αξιολογήσουμε. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να έχουν δύο αποτελέσματα, θετικά είτε αρνητικά. Θετική αξιολόγηση σημαίνει πως η εφαρμογή των γεωργικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αποτελεσματικές, αρνητική αξιολόγηση σημαίνει ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν είναι οι επιθυμητές επομένως χρειάζεται διορθωτικές ενέργειες (πχ πότισμα αν το περιβάλλον είναι ξηρό) και θα συνεχίσουμε να καταγράφουμε και να αναλύουμε τα δεδομένα από την αρχή με σκοπό την επίτευξη του επιθυμητού στόχου.

## 1.2 Η αγροτική παραγωγή στον κόσμο

### 1.2.1 Ορολογία

Γεωργία είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την καλλιέργεια του εδάφους της γης με σκοπό την παραγωγή (φυτικών) προϊόντων. Μερικές φορές ο όρος επεκτείνεται και για τη διαδικασία της καλλιέργειας φυκιών στη θάλασσα.

Στη γεωργία επίσης υπάγεται και η συλλογή και πρωτογενής επεξεργασία των προϊόντων αυτών των φυτών. Η γεωργία κατατάσσεται στην ελαφρά βιομηχανία, επειδή τα περισσότερα προϊόντα που παράγονται από αυτήν είναι προϊόντα άμεσης χρήσης από τον άνθρωπο. Παράγοντες που επηρεάζουν την γεωργία είναι το κλίμα και η μορφολογία του εδάφους.

Η γεωργία είναι αντικείμενο των περισσότερων κλάδων της γεωπονίας, μαζί με τη κτηνοτροφία και την αλιεία. Η γεωργική παραγωγή απασχολούσε το 2011 περίπου το ένα τρίτο των εργατών παγκοσμίως με βάση τα στοιχεία της Διεθνούς Οργάνωσης Εργασίας. Τα τελευταία χρόνια ο κλάδος παροχής υπηρεσιών απασχολεί τα περισσότερα άτομα.

### 1.2.2 Η γεωργία ως δραστηριότητα

Με τη γεωργία παράγονται προϊόντα που προορίζονται για τη διατροφή των ανθρώπων και των οικόσιτων ζώων. Τα τελευταία χρόνια με την τεχνολογική ανάπτυξη παράγονται επίσης, προϊόντα που προορίζονται για την παραγωγή άλλων ειδών προϊόντων όπως πχ τα βιοκαύσιμα. Η γεωργία θεωρείται ως το κλειδί για την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού και της ανάπτυξης του πολιτισμού, αφού η γεωργία και η κτηνοτροφία δημιούργησαν πλεονάσματα τροφίμων που επέτρεψαν και στην αύξηση του πληθυσμού καθώς και την εξέλιξη του πολιτισμού. Κάποιου είδους γεωργικές δραστηριότητες έχουν παρατηρηθεί και σε είδη μυρμηγκιών και τερμιτών, αλλά μιλώντας για γεωργία, θα εννοούμε τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η ιστορία της γεωργίας πάει πίσω αρκετές χιλιάδες χρόνια και η ανάπτυξή της οδηγήθηκε και καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές διαφορές, τις κουλτούρες και την υφιστάμενη σε αυτές τεχνολογία. Ωστόσο, όλη η γεωργία βασίζεται σε τεχνικές επέκτασης και διαχείρισης εδαφών κατάλληλων για την ανάπτυξη των εξημερωμένων φυτικών ειδών. Αυτό πολλές φορές απαιτεί μορφές άρδευσης, αποστράγγισης, οριοθέτησης και προστασίας των καλλιεργούμενων εδαφών. Στον «ανεπτυγμένο» κόσμο, η βιομηχανική γεωργία που βασίστηκε σε μεγάλης κλίμακας μονοκαλλιέργειες έγινε το κυρίαρχο σύστημα σύγχρονης γεωργίας, παρόλο που υπάρχει μια ανοδική υποστήριξη για εναλλακτικές μορφές γεωργίας (π.χ. βιολογική γεωργία).

Η σύγχρονη αγρονομία, η ανάπτυξη υβριδίων, ζιζανιοκτόνων, παρασιτοκτόνων, λιπασμάτων και άλλων τεχνολογικών βελτιώσεων έχει αυξήσει ποσοτικά τις σοδιές από τη γεωργική καλλιέργεια, αλλά ταυτόχρονα προκάλεσε ευρεία οικολογική βλάβη στο περιβάλλον και είχε αρκετά αρνητικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Η πολύ εκτεταμένη κτηνοτροφία αύξησε ομοίως την παραγωγή κρέατος, αλλά δημιούργησε προβλήματα σχετικά με τη σκληρότητα κατά των ζώων, βλάβες στην ανθρώπινη υγεία από την κατάχρηση αντιβιοτικών, αυξητικών ορμονών και άλλων χημικών από τη βιομηχανία παραγωγικής προϊόντων κρέατος.

### 1.3 Η αγροτική παραγωγή στην Ελλάδα

#### 1.3.1 Γενικά

Η γεωργία στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως σε μικρού μεγέθους, οικογενειακές μονάδες διάσπαρτες ανά την χώρα, ενώ η έκταση της συνεταιριστικής οργάνωσης παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, ενάντια σε όλες τις προσπάθειες που έχουν γίνει τα τελευταία 30 χρόνια, κυρίως στα πλαίσια επίβλεψης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ελληνική γεωργία απασχολεί 528.000 αγρότες, το 12% δηλαδή του συνολικού εργατικού δυναμικού της χώρας. Παράγει μόνο το 3,6% του εθνικού ΑΕΠ (περίπου 16 δις \$ ετησίως). Ένας μεγάλος αριθμός των μεταναστών της χώρας απασχολείται στον αγροτικό τομέα της οικονομίας, καθώς και σε οικοδομές και δημόσια έργα.

Επί του παρόντος, η ελληνική γεωργία σε μεγάλο βαθμό επιδοτείται από την Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ, Common Agricultural Policy - CAP), με αμφιλεγόμενα αποτελέσματα. Ορισμένες μειώσεις των επιδοτήσεων έχουν προγραμματιστεί μέσα στην επόμενη δεκαετία.

Η Ελλάδα παράγει μια μεγάλη ποικιλία καλλιεργειών καθώς και κτηνοτροφικών προϊόντων. Η αλιεία παίζει επίσης σημαντικό ρόλο, ενώ η δασοκομία παίζει δευτερεύοντα ρόλο στο κομμάτι της παραγωγής.

#### 1.3.2 Παρελθόν

##### 1.3.2.1 Αρχαία Ελλάδα

Η γεωργία αποτελούσε θεμέλιο λίθο για την οικονομία της αρχαίας Ελλάδας καθώς το 80% περίπου του πληθυσμού της χώρα απασχολούντο σε αυτό τον τομέα.

Το Μεσογειακό κλίμα το οποίο χαρακτηρίζεται από δύο κύριες περιόδους: την πρώτη που είναι στεγνή και ζεστή, από τον Απρίλιο ως και τον Σεπτέμβρη και την δεύτερη που είναι υγρή και συχνά περιλαμβάνει έντονα καιρικά φαινόμενα όπως καταιγίδες, χαμηλές θερμοκρασίες και ισχυρούς ανέμους.

Κατά την αρχή της ελληνικής ιστορίας, όπως φαίνεται και στην Οδύσσεια, η ελληνική γεωργία - και η διατροφή - βασιζόνταν σε δημητριακά. Στην πραγματικότητα, το 90% της παραγωγής δημητριακών ήταν κριθάρι. Ακόμα κι αν οι αρχαίοι γνώριζαν την καλύτερη θρεπτική αξία του σιταριού, η καλλιέργεια κριθαριού ήταν λιγότερο απαιτητική και πιο παραγωγική. Έχουν γίνει προσπάθειες για τον υπολογισμό της παραγωγής σιτηρών της Αττικής κατά τα αρχαία έτη, αλλά τα αποτελέσματα δεν ήταν ξεκάθαρα.

Δεν χρειάστηκε πολύς χρόνος ώστε η ζήτηση να ξεπεράσει τις δυνατότητες παραγωγής, καθώς η καλλιεργήσιμη γη ήταν περιορισμένη. Η περιορισμένη έκταση του εδάφους εξηγεί επίσης την ελληνική αποικιοκρατία και τη σημασία που έχουν οι ανατολικοί κληρικοί για την αθηναϊκή αυτοκρατορία στον έλεγχο της παροχής σιτηρών. Από την άλλη πλευρά, η ελληνική γη ήταν κατάλληλη για ελαιόδεντρα, τα οποία παρείχαν ελαιόλαδο ως κύριο προϊόν. Η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων χρονολογείται από την αρχαία ελληνική ιστορία και αποτελεί μια μακροπρόθεσμη επένδυση: χρειάζονται περισσότερο από είκοσι χρόνια για ένα δέντρο να παράγει καρπό και αυτό έπειτα γίνεται μία φορά μόνο κάθε έτος. Τα σταφύλια επίσης ευδοκούν στα βραχώδη εδάφη, αλλά απαιτούν μεγάλη προσοχή στην καλλιέργεια. Τα σταφύλια έχουν καλλιεργηθεί από την εποχή του Χαλκού κι έπειτα.

Αυτές οι βασικές καλλιέργειες ενισχύθηκαν από κήπους λαχανικών (λάχανο, κρεμμύδι, σκόρδο, φακές, γκρέιπφρουτ, φασόλια) και κήπους βοτάνων (φασκόμηλο, μέντα, θυμάρι, αλμυρά, ρίγανη). Τα οπωροφόρα δένδρα περιλαμβάνουν εκείνα του σύκου, του αμυγδάλου, του μήλου και των αχλαδιών. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης φυτά ελαιούχων σπόρων όπως λιναρόσπορος, σουσάμι και παπαρούνας.

### 1.3.2.2 Πρόσφατο παρελθόν

#### 1.3.2.2.1 19<sup>ος</sup> Αιώνας

Τον 19ο αιώνα, η ελληνική γεωργία ήταν πολύ βασική. Εφαρμογές που βρέθηκαν στη δυτική Ευρώπη δεν είχαν ακόμη εμφανιστεί στον Ελλαδικό χώρο. Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται από αναφορές ειδικών των χρόνων εκείνων οι οποίοι αναφέρουν πως η καλλιέργεια των εδαφών γίνεται με απαρχαιωμένους τρόπους και χωρίς αποτέλεσμα.

Για παράδειγμα ο William H. Moffett αναφέρει στο αμερικανικό περιοδικό Garden and Forest:

«Είναι αδύνατο να γίνουν οποιεσδήποτε επίσημες δηλώσεις σχετικά με τη γεωργία στην Ελλάδα, διότι η γεωργία βρίσκεται εδώ στην πιο ανεπαρκώς αναπτυγμένη κατάσταση. Το ξύλινο άροτρο και το ακατέργαστο χαλίκι που χρησιμοποιούνταν πριν από 2.000 χρόνια, χρησιμοποιούνται ακόμη. Οι εκτάσεις οργώνονται ή γδέρνονται και οι καλλιέργειες αναφυτεύονται εποχή με την εποχή μέχρι που το έδαφος εξαντλείται και δεν αντέχει περισσότερο. Τα λιπάσματα δεν χρησιμοποιούνται σε σημαντικό βαθμό. Το αγροκτήματα έχουν συστήματα άρδευσης σε ορισμένες περιφέρειες και όπως μπορώ να διαπιστώσω, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται μπορούν να διδαχθούν άμεσα από μια μελέτη των αρχαίων Αιγυπτίων. Η Ελλάδα έχει ελιές και σταφύλια σε αφθονία με την ποιότητα να μην ξεχωρίζει, το ελληνικό ελαιόλαδο και το ελληνικό κρασί δεν φέρουν δυνατότητα μεταφοράς.»

#### 1.3.2.2.2 20<sup>ος</sup> Αιώνας - Παρόν

Η ελληνική γεωργική παραγωγή επεκτάθηκε εκτεταμένα τον 20ό αιώνα. Συγκεκριμένα, η παραγωγή σιτηρών (σιτάρι, κριθάρι κλπ.) έχει αυξηθεί σημαντικά χρησιμοποιώντας πιο σύγχρονες μεθόδους καλλιέργειας.

Υπήρχαν πάνω από 8.000 εκμεταλλεύσεις σε όλη την Ελλάδα το 1998, με 9730 εκτάρια γης που χρησιμοποιήθηκαν για την καλλιέργεια της βιολογικής γεωργίας. Ο αγροτικός τομέας της Ελλάδας όμως πάσχει από έλλειψη πολλών φυσικών πόρων. Περίπου το 70% της γης δεν μπορεί να καλλιεργηθεί εξαιτίας του φτωχού εδάφους ή επειδή καλύπτεται από δάση. Η γεωργία επικεντρώνεται στις πεδιάδες της Θεσσαλίας, της Μακεδονίας και της Θράκης, όπου συγκομίζονται καλαμπόκι, σιτάρι, κριθάρι, ζαχαρότευτλα, βαμβάκι και καπνός. Η χαμηλή βροχόπτωση της Ελλάδας, το σύστημα ιδιοκτησίας της γης και η μετανάστευση της αγροτικής κοινότητας σε αστικές περιοχές ή στο εξωτερικό είναι παράγοντες που εμποδίζουν την ανάπτυξη του γεωργικού τομέα. Το 1998 η γεωργία αντιπροσώπευε μόνο το 8,3% του ΑΕΠ.

Ενώ η γεωργία δεν είναι ένας ακμάζων οικονομικός τομέας, η Ελλάδα εξακολουθεί να είναι σημαντικός παραγωγός βαμβακιού και καπνού στην ΕΕ. Οι ελιές της Ελλάδας, πολλές από τις οποίες μετατρέπονται σε ελαιόλαδο, είναι η πιο γνωστή εξαγωγική καλλιέργεια της χώρας. Τα σταφύλια, τα πεπόνια, οι ντομάτες, τα ροδάκινα και τα πορτοκάλια είναι επίσης δημοφιλείς εξαγωγές της ΕΕ. Ο οίνος είναι μια εξαγωγή πολλά υποσχόμενη και η κυβέρνηση προέτρεψε τους ιδιοκτήτες αμπελώνων να παράγουν κρασιά υψηλότερης ποιότητας για να αυξήσουν τη δημοτικότητά τους ως διεθνή εξαγωγή.

Η απασχόληση στον γεωργικό τομέα έχει υποχωρήσει καθ' όλη τη διάρκεια του δευτέρου μέρους του 20ού αιώνα και στον 21ο. Το 1981 το γεωργικό εργατικό δυναμικό μετρήθηκε σε 972.000 και είχε μειωθεί σε 873.000 μέχρι το 1991. Οι γυναίκες κυριάρχησαν στον τομέα της γεωργίας. Η Ελλάδα υιοθέτησε ένα σύστημα γεωργικών συνεταιρισμών ήδη από το 1915 για τον εξορθολογισμό των γεωργικών προσπαθειών. Η Ευρωπαϊκή Ένωση χορήγησε στην Ελλάδα ορισμένες επιδοτήσεις για την ενίσχυση του γεωργικού της τομέα, αλλά εξακολουθεί να παρουσιάζει κακή απόδοση στον 21ο αιώνα.

#### 1.3.3 Μέλλον

Ο ελληνικός τομέας τροφίμων και γεωργίας έχει ισχυρή παρουσία στον ευρωπαϊκό χώρο και αυξανόμενη παρουσία στις αμερικανικές αγορές τροφίμων και απαριθμεί αρκετές εταιρείες με ισχυρή ανάπτυξη στις εξαγωγές προϊόντων.

Από το ελαιόλαδο μέχρι τα αλεύρι, το μέλι, τα επεξεργασμένα κρέατα και τα έτοιμα φαγητά, οι ελληνικές επιχειρήσεις αξιοποίησαν τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα που προσφέρει η ελληνική πρωτογενής παραγωγή προκειμένου να εισέλθουν και να παραμείνουν ανταγωνιστικά στις παγκόσμιες αγορές. Κάνοντας έτσι τα τρόφιμα και τη γεωργία δύο από τους πιο δυναμικούς τομείς που προσφέρουν ανάπτυξη στην ελληνική βιομηχανία.

Είναι επίσης ένας χώρος στον οποίο οι ελληνικές εταιρείες κατάφεραν να καινοτομούν και να διαφοροποιήσουν τον εαυτό τους, τόσο από άποψη προϊόντος όσο και από πλευράς συσκευασίας. Τα τελευταία 10 χρόνια, υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εταιρειών στον τομέα των τροφίμων που έχουν επιτύχει σημαντικά μερίδια αγοράς στο εξωτερικό, αξιοποιώντας τον



συνδυασμό παραδοσιακών ελληνικών συστατικών και καινοτόμου μάρκετινγκ και συσκευασίας.

Η πρωτογενής γεωργική παραγωγή υπήρξε ένας σημαντικός εξαγωγικός τομέας για την Ελλάδα κατά το παρελθόν, με την κατανάλωση ελληνικών φρούτων και λαχανικών σε πολλές διεθνείς αγορές. Παρά το μικρό μέγεθος και την έλλειψη πολυπλοκότητας, ο ελληνικός γεωργικός τομέας έχει διατηρήσει ένα θετικό εμπορικό κενό σε ένα ευρύ φάσμα γεωργικών προϊόντων όπως οι τομάτες, τα ακτινίδια, τα πορτοκάλια κλπ., τα οποία παραδοσιακά είναι προϊόντα με σταθερές τιμές και αυξανόμενη ζήτηση.

Επιπλέον, η σημερινή κρίση είχε σε μεγάλο βαθμό, θετικό αντίκτυπο στην πρωτογενή γεωργική παραγωγή, καθώς δημιούργησε ευκαιρίες για εξωστρέφεια, αποτελεσματικότητα και στροφή προς καλύτερη και ανταγωνιστικότερη παραγωγή. Η τρέχουσα κατάσταση μετατοπίζει περισσότερους ανθρώπους προς την παραγωγή και την εξαγωγή αγροτικών προϊόντων υψηλής ποιότητας και ωθεί τους γεωργούς σε πιο εξελιγμένες καλλιέργειες με υψηλότερη προστιθέμενη αξία για τις εξαγωγές. Αυτό οφείλεται κυρίως στις τοπικές γεωργικές συνεταιριστικές εταιρείες που βελτιώνουν την τεχνογνωσία και τις επιχειρηματικές τους ικανότητες και βοηθούν τους γεωργούς να εκσυγχρονίσουν τα μέσα παραγωγής τους.

Τα ελληνικά προϊόντα ειδών διατροφής περιλαμβάνουν ποικίλα προϊόντα, από προϊόντα εξειδικευμένης υψηλής ποιότητας (Χίου Μαστίχα, Ελιές Καλαμών, Κοζάνη Σαφράν, Φιστίκι Αιγίνης) σε ευρέως διαθέσιμες κατηγορίες που είναι ενδημικές στην ελληνική διατροφή (π.χ. γιαούρτι, ελαιόλαδο, μέλι) Στα προϊόντα της Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) το 2013 η Ελλάδα ορίζει συνολικά 101 προϊόντα με ταυτότητα ΠΟΠ, συμπεριλαμβανομένων προϊόντων ελαιόλαδου, φέτας και άλλα τοπικά τυριά, φρούτα, προϊόντα τομάτας, κρέατα κλπ.

Τα επόμενα χρόνια, ο ελληνικός τομέας τροφίμων και γεωργίας αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στην αύξηση του ΑΕΠ και την προστιθέμενη αξία, που οφείλεται σε πολλές βασικές τάσεις της αγοράς και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα:

- Η πρόσφατη στροφή προς οργανικά, φυσικά συστατικά στον ελληνικό γεωργικό τομέα τα οποία θεωρούνται ιδιαίτερα και μπορούν να αποκτήσουν μεγαλύτερη πρωτοκαταξίωση και προστιθέμενη αξία.
- Η επικράτηση της Μεσογειακής Διατροφής, ως πρωταρχικό παράδειγμα της υγιεινής, φυσικής διατροφής σε ολόκληρο τον κόσμο.
- Οι βασικοί παράγοντες υγείας, ηθικής, φυσικής κατάστασης και ευχαρίστησης που επηρεάζουν τις προτιμήσεις των καταναλωτών στις ανεπτυγμένες οικονομίες.
- Η αυξημένη προσπάθεια αυτάρκειας και ασφάλειας των τροφίμων, η οποία αποτελεί μία από τις βασικές κοινωνικές προκλήσεις της στρατηγικής «Ευρώπη 2020».
- Το δυναμικό για ομάδες καινοτομίας και Έρευνας και Ανάπτυξης σε διάφορες εξειδικευμένες ελληνικές αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων, που συνδυάζουν τη χρηματοδότηση της ΕΕ, το έργο των ερευνητικών και ακαδημαϊκών ιδρυμάτων και το ενδιαφέρον των βιομηχανικών πρωταθλητών για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών.

Με δεδομένα τα παραπάνω, ο ελληνικός κλάδος τροφίμων και γεωργίας μπορεί να επωφεληθεί από την πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας πρώτων υλών και την παραδοσιακή μεσογειακή τοποθέτηση για να διαφοροποιηθεί από τους παγκόσμιους παραγωγούς τροφίμων και να κερδίσει το προϊόν με προστιθέμενη αξία καθώς και προσελκύσει στρατηγικούς και θεσμικούς επενδυτές.

#### 1.4 Προσεγγίσεις βελτίωσης αγροτικής παραγωγής

##### 1.4.1 Τι εννοούμε με τον όρο βελτίωση.

Η βελτιστοποίηση στη γεωργία είναι ζωτικής σημασίας όχι μόνο για τη μείωση του κόστους, αλλά και για οικολογικούς λόγους και την αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών.

Η αύξηση της παραγωγής επιτυγχάνεται με τη βελτίωση του εδάφους, τη δημιουργία ποικιλιών που αντέχουν περισσότερο στο υπάρχον έδαφος και κλίμα καθώς και τη βελτίωση της συγκομιδής. Από την επίλυση αυτών των βασικών προβλημάτων εξαρτάται η παραγωγικότητα της εργασίας (ποσότητα) στη γεωργία και η ποιότητά των προϊόντων.

Σκοπός για την βελτιστοποίηση της παραγωγής είναι η ελαχιστοποίηση των πόρων κατά την καλλιέργεια ώστε να επιτευχθεί μικρότερο κόστος καθώς και η ελαχιστοποίηση χρήσης φαρμάκων για την αποφυγή της χρήσης χημικών ουσιών σε γόνιμη γη.

##### 1.4.2 Άξονες βελτίωσης

Παρακάτω παρουσιάζονται οι τομείς/άξονες στους οποίους έγκειται το μεγαλύτερο κομμάτι βελτίωσης της αγροτικής παραγωγής, καθώς μέσω αυτών των παραγόντων πετυχαίνουμε το μεγαλύτερο ποσοστό αυξημένης παραγωγής με μικρότερη κατανάλωση σε πόρους.

###### 1.4.2.1 Βελτίωση του εδάφους

Το έδαφος αποτελεί την βάση για τα φυτά και κατά συνέπεια την παραγωγή στην γεωργία. Θα παρουσιαστούν επιγραμματικά οι κυριότεροι τρόποι βελτίωσης του εδάφους.

###### 1.4.2.1.1 Όργωμα

Το όργωμα και η επεξεργασία του εδάφους μας βοηθά στο να αλλάξουμε την σύσταση του χώματος στο οποίο θα σπείρουμε καθώς και την πυκνότητα αυτού ώστε να την φέρουμε στα επιθυμητά επίπεδα. Οργώνοντας το έδαφος δημιουργούνται πόροι στο έδαφος οι οποίοι επιτρέπουν την καλύτερη άρδευση των φυτών, στην οποία θα αναφερθούμε παρακάτω. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται ακόμη κι αν κάποιος αγρότης θέλει να «αερίσει» ή να «ανακουφίσει» το χωράφι του, να ανανεώσει ουσιαστικά το έδαφος.

###### 1.4.2.1.2 Άρδευση

Άρδευση είναι η τεχνητή παροχή νερού σε καλλιεργούμενο έδαφος για να υποβοηθηθεί η ανάπτυξη των σπαρτών. Στην αγροτική παραγωγή συνήθως χρησιμοποιείται σε ξηρές περιοχές ή και σε περιόδους περιορισμένης βροχόπτωσης, αλλά επίσης και για την προστασία των φυτών από τον παγετό. Επιπλέον, το πλημμύρισμα των χωραφιών εμποδίζει την ανάπτυξη ζιζανίων σε ορυζώνες. Συχνά η άρδευση μελετάται σε συνάρτηση με την αποστράγγιση, που

έχει τον αντίθετο σκοπό, δηλαδή την απομάκρυνση του πλεονάζοντος ύδατος από το καλλιεργούμενο έδαφος.

#### 1.4.2.1.3 Αποξήρανση εδάφους

Η αποστράγγιση είναι η φυσική ή τεχνητή απομάκρυνση των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων από μια περιοχή. Η εσωτερική αποστράγγιση των περισσότερων γεωργικών εδαφών είναι αρκετά καλή ώστε να αποφευχθεί ο σοβαρός εγκλωβισμός (αναερόβιες συνθήκες που βλάπτουν την ανάπτυξη των ριζών), αλλά πολλά εδάφη χρειάζονται τεχνητή αποστράγγιση για τη βελτίωση της παραγωγής ή τη διαχείριση του νερού.

#### 1.4.2.1.4 Λίπανση / Εμπλουτισμός

Οι ακριβείς μέθοδοι λίπανσης επιτρέπουν στους αγρότες να προγραμματίσουν τις αποδόσεις και το κόστος των λιπασμάτων αρκετά χρόνια νωρίτερα. Η βελτιστοποιημένη θρέψη των φυτών οδηγεί σε υψηλότερες αποδόσεις και υγιέστερα φυτά με υψηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Αυτό μειώνει το κόστος των φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων και, τελευταίο αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, αφήνονται στο περιβάλλον ολόένα και λιγότερα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων και βλαβερών ουσιών.

Η εντατική και πολύχρονη καλλιέργεια του εδάφους το εξαντλεί από τις θρεπτικές του ουσίες που καταναλώνονται από τα φυτά, γι' αυτό χρειάζεται η ενίσχυσή του και ο εμπλουτισμός του με τους εξής τρόπους:

- Με ζωική λίπανση. Σε αυτήν τη λίπανση ανακατεύουμε το χώμα του με κοπριά από ζώα, χωνεμένη ή αχώνευτη.
- Με φυτική λίπανση. Αυτή χωρίζεται σε «ξηρολίπανση» και «χλωρολίπανση». Ξηρολίπανση γίνεται, όταν ανακατεύουμε στο χώμα γερά φύλλα, άχυρα κλπ. Χλωρολίπανση γίνεται όταν σπέρνουμε ειδικά φυτά (πιο πολύ ψυχανθή), που όταν έρθει η εποχή να ανθίσουν τα ανακατεύουμε με το χώμα, οργώνοντας το χωράφι.
- Με χημική λίπανση. Γίνεται με χημικά λιπάσματα. Αυτά όμως πρέπει να χρησιμοποιούνται ανάλογα με τα φυτά και ύστερα από υπόδειξη γεωπόνου, γιατί μπορεί να βλάψουμε αντί να ωφελήσουμε.
- Με αγρανάπαυση. Με αυτή αφήνουμε το χωράφι για ένα, δύο ή και περισσότερα χρόνια ακαλλιέργητο, οπότε τα αυτοφυή χόρτα με τις τροφές που παίρνουν από τον αέρα (άζωτο κλπ.) και με το σάπισμα των βλαστών τους το πλουτίζουν.

#### 1.4.2.1.5 Αμειψισπορά

Αμειψισπορά είναι η εναλλαγή καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι. Η αμειψισπορά μπορεί να περιέχει και αγρανάπαυση. Σκοπός της είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με συστατικά που άλλα φυτά απορροφούν και άλλα αποδίδουν στο έδαφος. Η καλλιέργεια ενός μόνο φυτού (μονοκαλλιέργεια) έχει ως αποτέλεσμα να μειώνονται τα συστατικά του εδάφους, τα οποία το φυτό απορροφά σε κάθε καλλιεργητική περίοδο.

#### 1.4.2.2 Βελτίωση ιδιοτήτων

Με την βελτίωση των ιδιοτήτων των φυτών εννοούμε την δημιουργία νέων ποικιλιών φυτών οι οποίες είναι πιο ανθεκτικές σε καιρικές συνθήκες, σε ασθένειες, καταναλώνουν και έχουν ανάγκη από λιγότερους πόρους και γενικότερα μικρότερες ανάγκες με στόχο να παράγουν το ίδιο.

#### 1.4.2.3 Βελτίωση συγκομιδής

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

### 1.5 Ο ρόλος της τεχνολογίας στην αγροτική παραγωγή

Η τεχνολογία παίζει έναν ζωτικό ρόλο στον τομέα της γεωργίας και της αγροτικής παραγωγής, καθώς αποτελεί ένα μέσο δια του οποίου γίνεται εφικτή η αύξηση της παραγωγής και ταυτόχρονα ελαχιστοποιείται η επίδραση της προηγούμενης στο περιβάλλον.

Χρησιμοποιώντας σωστά και αξιοποιώντας την τεχνολογία που μας παρέχεται, μπορούμε να δημιουργήσουμε εφαρμογές που να μας βοηθούν στην επίτευξη στόχων και την ικανοποίηση βιοτικών αναγκών για τους ανθρώπους αλλά και για το περιβάλλον.

Ο συνδυασμός υπαρχόντων τεχνολογιών για την δημιουργία νέων, καθώς και η αξιοποίηση των δικτύων επικοινωνιών μπορούν να ανοίξουν τεράστιους ορίζοντες για αμέτρητες νέες εφαρμογές στον χώρο της γεωργίας, οι οποίες θα βοηθούν τον κάθε απασχολούμενο στον τομέα να αξιοποιήσει στο μέγιστο τις πληροφορίες που του παρέχονται με αποτέλεσμα να βελτιστοποιήσει την απόδοση και την παραγωγή.

Παρακάτω θα δούμε περιληπτικά μερικές από τις τεχνολογίες που ήδη εφαρμόζονται ή θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στον τομέα της γεωργίας και της αγροτικής παραγωγής. Οι παρακάτω τεχνολογίες αξιοποιούν υπάρχουσες υποδομές και περιγράφουν λειτουργίες πέραν του θέματος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

#### 1.5.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographic Information Systems – GIS) είναι Πληροφοριακά Συστήματα που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, αποθήκευσης, επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων που είναι σχετικά με τον χώρο. Χρησιμοποιούνται στον τομέα της γεωργίας για να γίνουν εκτιμήσεις απόδοσης μιας καλλιέργειας, να γίνουν αναλύσεις του εδάφους και ο προσδιορισμός του τρόπου βελτίωσης αυτού.

Με την χρήση των συστημάτων αυτών μπορούν να γίνουν μελέτες για την χρήση του καλλιεργήσιμου εδάφους και μέσα από αυτές να εξαχθούν αποτελέσματα τα οποία θα φέρουν άμεσα λύσεις και προτάσεις για την βελτιστοποίηση της παραγωγής.

### 1.5.2 Ηλεκτρονικό Εμπόριο

Το ηλεκτρονικό εμπόριο ή αλλιώς και e-Commerce είναι η ψηφιακή έκδοση του κανονικού εμπορίου με την βοήθεια και την αξιοποίηση τεχνολογιών του διαδικτύου με στόχο και σκοπό την προώθηση των αγροτικών προϊόντων μέσα από τα υπάρχοντα κανάλια διανομής.

Μία μεγάλη προσφορά της χρήσης των τεχνολογιών αυτών είναι η παροχή διαφάνειας προς τον τελικό καταναλωτή καθώς μπορεί να κρίνει και να αποφασίσει ο ίδιος από πού θα αγοράσει καθώς έχει πρόσβαση σε διαφορετικές τιμές, διαφορετικούς παραγωγούς και γενικότερα πολύ μεγαλύτερο εύρος επιλογών ευκολότερα και ταχύτερα.

Άλλο ένα χαρακτηριστικό στην χρήση των τεχνολογιών αυτών είναι ότι προσφέρεται ένα βήμα και μια μεγάλη ευκαιρία σε μικρότερους παραγωγούς/αγρότες να προωθήσουν τα προϊόντα τους ακόμη κι αν δεν είναι ευρέως γνωστοί στην αγορά και μάλιστα άμεσα στον τελικό καταναλωτή χωρίς να υπάρχουν μεσάζοντες.

### 1.5.3 Συστήματα Υποστήριξης / Λήψης Αποφάσεων

Ένα Σύστημα Υποστήριξης και Λήψης Αποφάσεων, βοηθά τον αγρότη, τον ιδιοκτήτη της γης ή τον κάθε άμεσα εμπλεκόμενο να πάρει αποφάσεις στις οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψιν καθώς και να αξιολογηθούν πολλές πληροφορίες και διαφορετικοί παράγοντες.

Η χρήση ενός τέτοιου συστήματος προσφέρει προτάσεις και συμβουλές χρησιμοποιώντας πληροφορίες ακόμη και από την υπάρχουσα παραγωγή, την αγορά ή τις αντίστοιχες βάσεις δεδομένων βοηθώντας έτσι κατά πολύ στην λήψη αποφάσεων με μικρότερο ποσοστό σφάλματος.

## 2 Δίκτυα δεδομένων και Δίκτυα Αισθητήρων

### 2.1 Ορισμός

Ένα δίκτυο υπολογιστών ή ένα δίκτυο δεδομένων είναι ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο που επιτρέπει στους κόμβους του να μοιράζονται πόρους. Στα δίκτυα υπολογιστών, δικτυωμένες μονάδες υπολογιστών ανταλλάζουν δεδομένα μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας μια σύνδεση δεδομένων. Η σύνδεση μεταξύ των κόμβων γίνεται με τη χρήση είτε καλωδίων ή με ασύρματα μέσα. Το πιο γνωστό δίκτυο υπολογιστών είναι το Διαδίκτυο.

Συσκευές υπολογιστών του δικτύου που «γεννούν», δρομολογούν και τερματίζουν δεδομένα ονομάζονται κόμβοι του δικτύου. Οι κόμβοι αυτοί μπορούν να περιλαμβάνουν Hosts όπως προσωπικοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα, servers, καθώς και το υλικό δικτύωσης. Δύο τέτοιες συσκευές μπορούμε να πούμε πως έχουν δικτυωθεί μεταξύ τους, όταν μια συσκευή είναι σε θέση να ανταλλάσσει πληροφορίες με την άλλη συσκευή, έστω και αν δεν έχουν άμεση σχέση σε φυσικό επίπεδο το ένα με το άλλο.

Τα δίκτυα υπολογιστών διαφέρουν ως προς το μέσο μετάδοσης που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά σημάτων, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας τους τα οποία οργανώνουν την κίνηση του δικτύου, το μέγεθος του δικτύου, την τοπολογία και την οργανωτική πρόθεση.

Τα δίκτυα υπολογιστών υποστηρίζουν ένα τεράστιο αριθμό εφαρμογών και υπηρεσιών, όπως η πρόσβαση στο World Wide Web, το ψηφιακό βίντεο, ψηφιακό ήχο, κοινή χρήση application servers, την αποθήκευση δεδομένων σε servers, εκτυπωτές, φαξ, χρήση των εφαρμογών μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και άμεσων μηνυμάτων καθώς και πολλά άλλα.

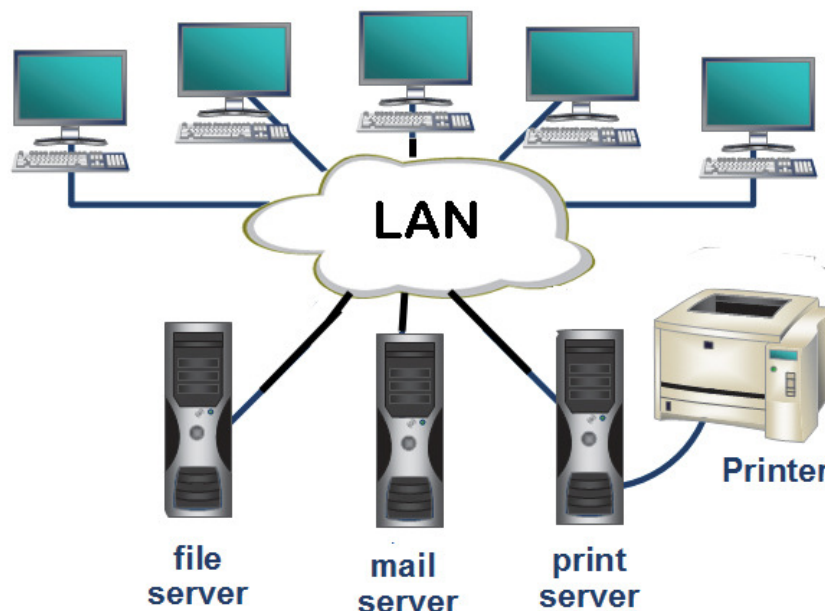
Στις περισσότερες περιπτώσεις, συγκεκριμένα πρωτόκολλα επικοινωνίας χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένες εφαρμογές σε επίπεδα (μεταφέρονται δηλαδή ως payload) σε σχέση με άλλα πιο γενικά πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Όπως και στα δίκτυα των Η/Υ οι ίδιες έννοιες επίσης διαμορφώνονται και στα δίκτυα μικροεπεξεργαστών (ή και τα ΑΔΑ). Μάλιστα η δυνατότητα συνύπαρξης των δύο είναι δεδομένη. Επομένως από εδώ και πέρα δεν θα κάνουμε κάποια συγκεκριμένη αναφορά στα μεν ή τα δε. Απλά θα αναφερόμαστε στον όρο δίκτυο με συγκεκριμένη αναφορά/επισήμανση των μερών του.

## 2.2 Τύποι δικτύων

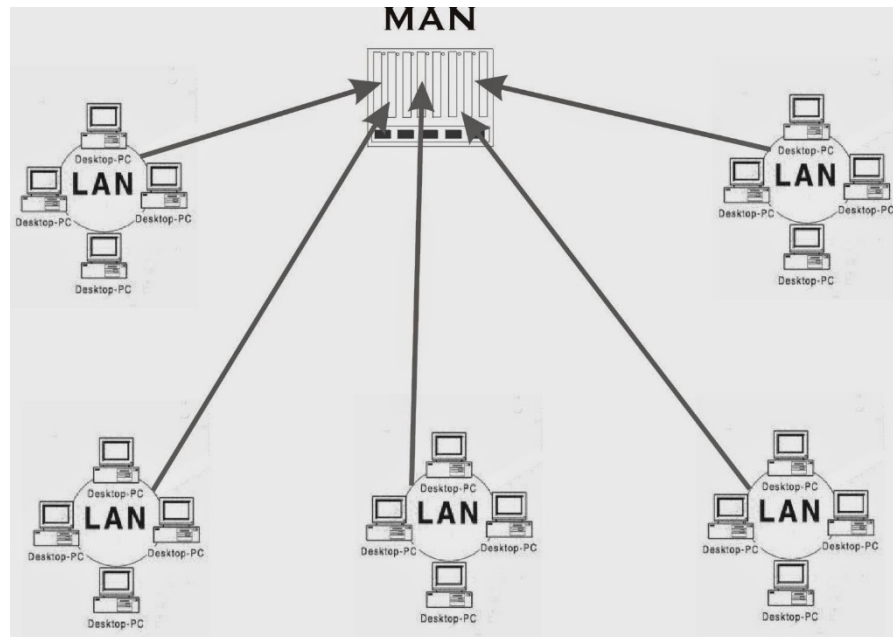
### 2.2.1 LAN – Local Area Network

Τα «τοπικά δίκτυα» ή και «LAN» (local area networks) είναι δίκτυα που συνδέουν υπολογιστές σε κοντινές αποστάσεις, π.χ. από υπολογιστές που βρίσκονται σε ένα δωμάτιο μέχρι υπολογιστές που απέχουν μερικά χιλιόμετρα μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται συνήθως για να συνδέουν προσωπικούς υπολογιστές και σταθμούς εργασίας σε γραφεία εταιρειών, εργοστάσια, πανεπιστήμια κ.λπ.



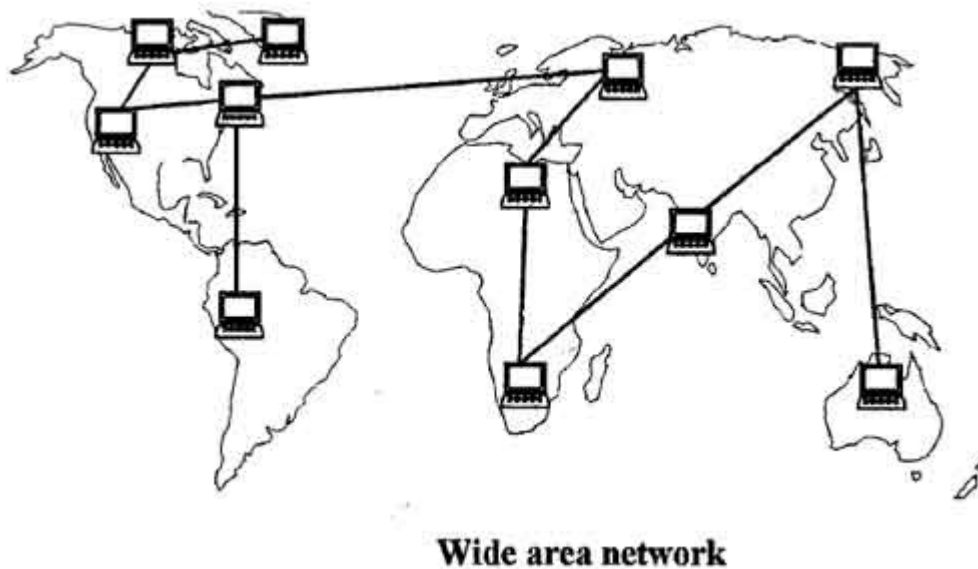
### 2.2.2 MAN – Metropolitan Area Network

Ένα «μητροπολιτικό δίκτυο» ή και «MAN» (metropolitan area network) είναι μια μεγαλύτερη εκδοχή ενός τοπικού δικτύου καθώς καλύπτει μεγαλύτερες αποστάσεις, π.χ. από μια ομάδα γειτονικών γραφείων μιας εταιρείας έως μια πόλη.



### 2.2.3 WAN – Wide Area Network

Τα «δίκτυα ευρείας περιοχής» ή «WAN» (wide area network) καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, π.χ. από σύνδεση μεταξύ διαφορετικών πόλεων μέχρι μιας ολόκληρης ηπείρου και μπορούν να συνδέσουν ακόμη και περισσότερα από ένα τοπικά δίκτυα καθώς και ομάδες τοπικών δικτύων. Τα περισσότερα δίκτυα ευρείας περιοχής χρησιμοποιούν τηλεφωνικά δίκτυα ή τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους.



## 2.3 Τεχνολογίες δικτύων

Υπάρχουν δύο τρόποι μετάδοσης δεδομένων σε ένα δίκτυο και αυτοί εξαρτώνται από το μέσο στο οποίο «ταξιδεύουν». Τα δίκτυα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, αυτή των ενσύρματων δικτύων και αυτή των ασύρματων δικτύων.

### 2.3.1 Ενσύρματα δίκτυα

Η ενσύρματη επικοινωνία αναφέρεται στη μετάδοση δεδομένων μέσω τεχνολογίας επικοινωνιών βασισμένης σε καλώδια. Όπως για παράδειγμα τα τηλεφωνικά δίκτυα, την καλωδιακή τηλεόραση ή την πρόσβαση στο διαδίκτυο και την οπτική επικοινωνία με οπτικές ίνες.

Τα τοπικά τηλεφωνικά δίκτυα αποτελούν συχνά τη βάση για ενσύρματες επικοινωνίες που χρησιμοποιούνται τόσο από οικιακούς όσο και από επιχειρηματικούς πελάτες σε μια περιοχή. Τα περισσότερα δίκτυα σήμερα βασίζονται στη χρήση τεχνολογίας οπτικών ινών ως μέσο παροχής σαφούς σηματοδότησης τόσο για εισερχόμενες όσο και για εξερχόμενες μεταδόσεις. Τα δίκτυα οπτικά ινών είναι ικανά να δέχονται πολύ περισσότερα σήματα από τα παλαιότερα καλώδια χαλκού που χρησιμοποιούνται σε προηγούμενες γενιές, διατηρώντας παράλληλα την ακεραιότητα του σήματος σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Εναλλακτικά, οι τεχνολογίες επικοινωνίας που δεν βασίζονται σε καλώδια για τη μετάδοση πληροφοριών (φωνή ή δεδομένα) θεωρούνται ασύρματες.

Γενικά, οι ενσύρματες επικοινωνίες θεωρούνται ως οι πιο σταθερές από όλους τους τύπους υπηρεσιών επικοινωνιών. Είναι σχετικά ανθεκτικές σε αντίξοες καιρικές συνθήκες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες ασύρματες λύσεις.

Σε ορισμένες μορφές ενσύρματων υπηρεσιών, η ισχύς και η ταχύτητα της μετάδοσης είναι ανώτερες από άλλες λύσεις, όπως για παράδειγμα δορυφορικές ή μικροκυματικές μεταδόσεις. Αυτά τα χαρακτηριστικά επέτρεψαν να παραμείνουν δημοφιλής οι ενσύρματες επικοινωνίες, ακόμη και όταν οι ασύρματες λύσεις συνέχισαν να προχωρούν.

### 2.3.2 Ασύρματα δίκτυα

Η ασύρματη επικοινωνία, είναι η μεταφορά πληροφοριών ή τροφοδοσίας μεταξύ δύο ή περισσότερων σημείων που δεν συνδέονται με ηλεκτρικό αγωγό. Οι πιο συνηθισμένες ασύρματες τεχνολογίες χρησιμοποιούν ραδιοκύματα.

Με τα ραδιοκύματα οι αποστάσεις μπορεί να είναι από μικρές ως αρκετά μεγάλες, όπως για παράδειγμα, από λίγα μέτρα για την τηλεόραση ή έως χιλιάδες ή και εκατομμύρια χιλιόμετρα για ραδιοεπικοινωνίες σε βαθύ διάστημα.

Η ασύρματη μετάδοση περιλαμβάνει διάφορους τύπους σταθερών, κινητών και φορητών εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων αμφίδρομων ραδιοφωνικών συσκευών, κινητών τηλεφώνων, προσωπικών ψηφιακών βοηθών (PDA) και ασύρματης δικτύωσης.

Άλλα παραδείγματα εφαρμογών ασύρματης τεχνολογίας περιλαμβάνουν μονάδες GPS, ανοιγόμενες πόρτες γκαράζ, ασύρματα ποντίκια υπολογιστή, πληκτρολόγια και ακουστικά, ραδιοφωνικούς δέκτες, δορυφορική τηλεόραση, τηλεοπτική εκπομπή και ασύρματα τηλέφωνα.



Κάπως λιγότερο συνήθεις μέθοδοι για την επίτευξη ασύρματων επικοινωνιών περιλαμβάνουν τη χρήση άλλων ηλεκτρομαγνητικών ασύρματων τεχνολογιών, όπως φωτεινών, μαγνητικών ή ηλεκτρικών πεδίων ή τη χρήση ήχου.

Ο όρος ασύρματη επικοινωνία έχει χρησιμοποιηθεί δύο φορές στο ιστορικό επικοινωνιών, με ελαφρώς διαφορετική έννοια. Χρησιμοποιήθηκε αρχικά από το 1890 για την πρώτη τεχνολογία μετάδοσης και λήψης ραδιοφώνου, όπως και στην ασύρματη τηλεγραφία, μέχρι να αντικατασταθεί το νέο όρο radio (ραδιοεπικοινωνίες) γύρω στο 1920.

Ο όρος ανανεώθηκε στις δεκαετίες του 1980 και του 1990 κυρίως για να διακρίνει ψηφιακές συσκευές που επικοινωνούν χωρίς καλώδια. Η κύρια χρήση των τεχνολογιών αυτών αυξήθηκε με πολύ μεγάλο ρυθμό καθώς στη δεκαετία του 2000, λόγω της εμφάνισης τεχνολογιών όπως LTE, LTE-Advanced, Wi-Fi και Bluetooth, οι τεχνολογίες αυτές προσέφεραν υπηρεσίες όπως οι επικοινωνίες μεγάλης εμβέλειας, οι οποίες είναι αδύνατες ή μη πρακτικές να υλοποιηθούν με τη χρήση καλωδίων.

Ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών για την αναφορά σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα (π.χ. ραδιοφωνικοί πομποί και δέκτες, τηλεχειριστήρια κ.λπ.) που χρησιμοποιούν κάποια μορφή ενέργειας (π.χ. ραδιοκύματα, ακουστική ενέργεια) για τη μεταφορά πληροφοριών χωρίς τη χρήση καλωδίων .

#### 2.4 (Ασύρματα) Δίκτυα Αισθητήρων

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (ΑΔΑ / Wireless Sensor Network - WSN ) αποτελείται από διασκορπισμένους αυτόνομους κόμβους/αισθητήρες για την παρακολούθηση φυσικών ή περιβαλλοντολογικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, ο ήχος, η ατμοσφαιρική πίεση κτλ. Οι οποίοι μεταφέρουν τα δεδομένα μέσω του ασύρματου δικτύου σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία που συνήθως ονομάζεται Gateway ή Sink.

Τα πιο μοντέρνα δίκτυα είναι ικανά και 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.

Σήμερα τέτοια δίκτυα χρησιμοποιούνται σε πολλές καταναλωτικές και βιομηχανικές εφαρμογές, όπως την παρακολούθηση και τον έλεγχο της βιομηχανικής παραγωγής, την παρακολούθηση των μηχανημάτων υγείας και πολλά άλλα. Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από δεκάδες έως και χιλιάδες κόμβους, όπου κάθε κόμβος συνδέεται σε έναν (η κάποιες φορές σε αρκετούς) αισθητήρες.

Κάθε τέτοιος κόμβος του δικτύου αισθητήρων έχει μερικά χαρακτηριστικά κομμάτια: 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 ή μια ενσωματωμένη μορφή συγκομιδής ενέργειας.

Ένας αισθητήριος κόμβος μπορεί να ποικίλει σε μέγεθος από εκείνο ενός κουτιού παπουτσιών μέχρι το μέγεθος ενός κόκκου σκόνης, αν και λειτουργικοί <<κόκκοι>> πραγματικά

μικροσκοπικών διαστάσεων δεν έχουν ακόμα δημιουργηθεί. Το κόστος των αισθητήριων κόμβων ποικίλει, ξεκινώντας από μερικά και φτάνοντας σε εκατοντάδες ευρώ, 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. Η τοπολογία των αισθητήριων μπορεί να διαφέρει από ένα δίκτυο τοπολογίας αστέρος σε ένα αναπτυγμένο ασύρματο δίκτυο πλέγματος multi-hop. Στην επιστήμη των υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιών, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήριων είναι ένας ενεργός τομέας έρευνας με πολυάριθμα εργαστήρια και συνέδρια που διοργανώνονται κάθε χρόνο.

#### 2.4.1 Χαρακτηριστικά

Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός ΑΔΑ περιλαμβάνουν:

- Περιορισμένη κατανάλωση ισχύος για κόμβους που χρησιμοποιούν μπαταρίες ή συλλογή ενέργειας
- Δυνατότητα αντιμετώπισης αποτυχιών κόμβων (ανθεκτικότητα)
- Μερική κινητικότητα κόμβων (για τους πολύ κινητούς κόμβους βλέπε MWSNs)
- Ετερογένεια των κόμβων
- Ευελιξία σε μεγάλη κλίμακα ανάπτυξης
- Ικανότητα να αντέχει σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες
- Ευκολία στη χρήση
- Cross-Layer σχεδιασμός

Η Cross-Layer σχεδίαση είναι ένα σημαντικό πεδίο μελέτης για ασύρματες επικοινωνίες. Επιπλέον, η παραδοσιακή πολυεπίπεδη προσέγγιση παρουσιάζει τρία κύρια προβλήματα:

- Δεν μπορεί να μοιράζεται διαφορετικές πληροφορίες μεταξύ διαφορετικών στρωμάτων, γεγονός που οδηγεί σε κάθε στρώμα να μην έχει πλήρη πληροφορία και δεν μπορεί να εγγυηθεί τη βελτιστοποίηση ολόκληρου του δικτύου.
- Δεν έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται στις περιβαλλοντικές αλλαγές.
- Λόγω της παρεμβολής μεταξύ των διαφορετικών χρηστών, των συγκρούσεων πρόσβασης, της εξασθένησης και της αλλαγής του περιβάλλοντος στα ασύρματα δίκτυα αισθητήριων, η παραδοσιακή πολυεπίπεδη προσέγγιση για ενσύρματα δίκτυα δεν ισχύει για τα ασύρματα δίκτυα.

Έτσι, η Cross-Layer σχεδίαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της διαμόρφωσης για βελτίωση της απόδοσης μετάδοσης, όπως ρυθμός δεδομένων, ενεργειακή απόδοση, QoS (Quality of Service) κλπ.

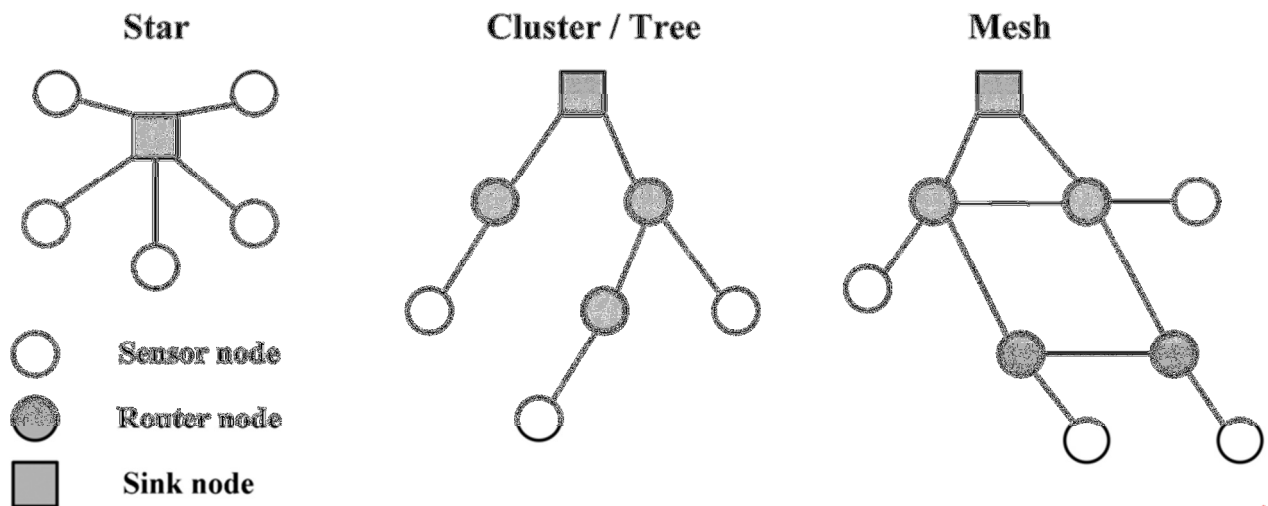
Οι κόμβοι των αισθητήριων μπορούν να θεωρηθούν ως μικροί υπολογιστές, οι οποίοι είναι εξαιρετικά βασικοί όσον αφορά τις διεπαφές τους και τα συστατικά τους. Συνήθως αποτελούνται από μονάδα επεξεργασίας με περιορισμένη υπολογιστική ισχύ και περιορισμένη μνήμη, αισθητήρες ή MEMS (συμπεριλαμβανομένων των ειδικών κυκλωμάτων κλιματισμού),

μια συσκευή επικοινωνίας (συνήθως ραδιοφωνικοί πομποδέκτες ή εναλλακτικά οπτικά) και μια πηγή ισχύος συνήθως με τη μορφή μιας μπαταρίας.

Οι σταθμοί βάσης είναι ένα ή περισσότερα στοιχεία σε ένα ΑΔΑ με πολύ περισσότερους υπολογιστικούς, ενεργειακούς και επικοινωνιακούς πόρους. Δρομολογούν ως πύλη μεταξύ των κόμβων αισθητήρων και του τελικού χρήστη καθώς συνήθως προωθούν δεδομένα από το WSN σε ένα διακομιστή. Άλλα ειδικά στοιχεία σε δίκτυα που βασίζονται σε δρομολόγια είναι δρομολογητές, σχεδιασμένοι για τον υπολογισμό, τον υπολογισμό και τη διανομή των πινάκων δρομολόγησης.

#### 2.4.2 Τοπολογίες ΑΔΑ

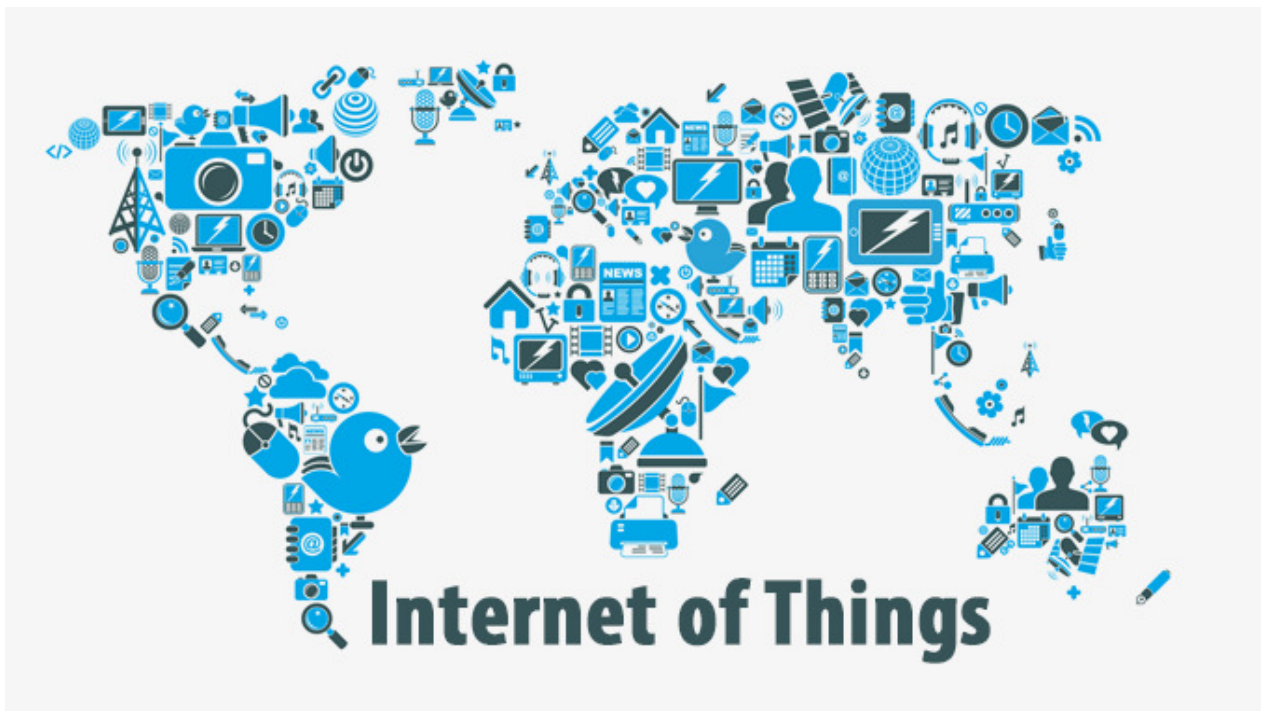
Υπάρχουν τρεις βασικές τοπολογίες ΑΔΑ όπως θα δούμε παρακάτω, αυτή του αστέρα, αυτή του δέντρου και τέλος αυτή του πλέγματος.



- 1) Τοπολογία αστέρα: Μια τοπολογία αστέρα είναι μια αρχιτεκτονική από σημείο σε σημείο (point to point) στην οποία κάθε αισθητήριος κόμβος συνδέεται απευθείας με έναν κόμβο sink. Ενδεχομένως να χρησιμοποιεί τη μικρότερη ισχύ μεταξύ των τριών τοπολογιών.
- 2) Τοπολογία δέντρου: Η τοπολογία δέντρου είναι μια υβριδική αρχιτεκτονική πλέγματος και αστέρα. Επωφελείται από τις χαμηλές καταναλώσεις ισχύος και την απλή αρχιτεκτονική μιας τοπολογίας αστέρα, καθώς και από την εκτεταμένη εμβέλεια και την αντοχή σφάλματος ενός πλέγματος. Ωστόσο, πιθανότατα υπάρχει κάποια καθυστέρηση στην μετάδοση πληροφοριών στο δίκτυο καθώς οι κόμβοι πιο ψηλά στην ιεραρχία (router nodes) αναλαμβάνουν να μεταδώσουν την πληροφορία προς τον κεντρικό κόμβο από τους μικρότερους ιεραρχικά κόμβους.
- 3) Τοπολογία πλέγματος: Μια τοπολογία πλέγματος είναι μια αρχιτεκτονική πολλαπλών επιλογών από έναν προς πολλούς, στην οποία κάθε κόμβος δρομολογητή (router node) συνδέεται με πολλαπλούς κόμβους. Τα πλεονεκτήματά του σε σχέση με μια τοπολογία

αστέρα περιλαμβάνουν μια απόσταση μεγαλύτερης εμβέλειας μετάδοσης, μειωμένη απώλεια δεδομένων και υψηλότερη ικανότητα αυτοθεραπείας καθώς ακόμη κι αν ένας κόμβος «πέσει», το δίκτυο θα συνεχίσει την λειτουργία του αφού η πληροφορία θα πάει σε διπλανό δρομολογητή. Ωστόσο, τα μειονεκτήματά του είναι με το κόστος της υψηλότερης καθυστέρησης και της υψηλότερης κατανάλωσης ενέργειας.

### 3 (Internet of Things) – Αισθητήρες – Μικροεπεξεργαστές



#### 3.1 Ορισμός

Το Internet of Things (IoT) ή αλλιώς Διαδίκτυο των Αντικειμένων/Πραγμάτων, αποτελεί ένα δίκτυο φυσικών συσκευών/αντικειμένων, κτηρίων, οχημάτων ή οτιδήποτε περιέχει ενσωματωμένα ηλεκτρονικά συστήματα, λογισμικό, αισθητήρες και δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο.

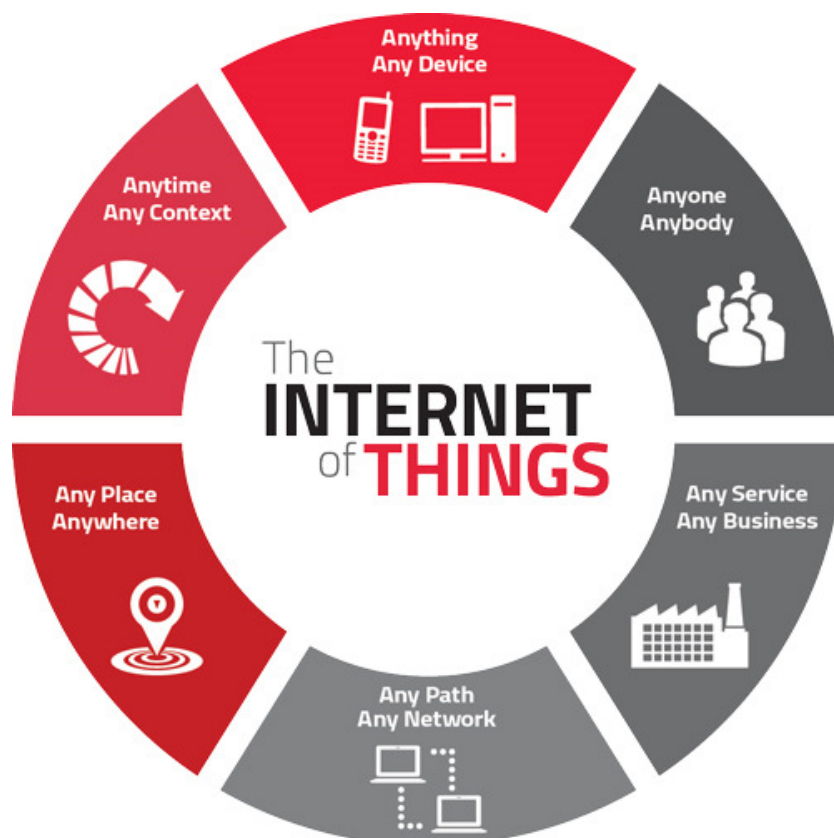
Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει στα αντικείμενα αυτά να συνδεθούν και να επικοινωνήσουν μεταξύ τους καθώς και να ανταλλάξουν δεδομένα.

Μέσω των δικτύων αυτών, μας δίνεται η δυνατότητα να μπορούμε να ελέγξουμε τα αντικείμενα αυτά μεμονωμένα ή και μαζικά με άμεσο αποτέλεσμα να μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες που μας ενδιαφέρουν ή ακόμη και να επέμβουμε ώστε να αλλάξουμε μία κατάσταση.

### 3.2 Οφέλη - Πλεονεκτήματα

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης του IoT στη ζωή μας, η οποία μπορεί να βοηθήσει καθημερινά τα άτομα, τις επιχειρήσεις και την κοινωνία. Για τους ιδιώτες, αυτή η νέα ιδέα μπορεί να έρθει σε πολλές μορφές, συμπεριλαμβανομένης αυτής της υγείας, της ασφάλειας, του οικονομικού και του καθημερινού προγραμματισμού.

Η ενσωμάτωση του IoT στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης θα μπορούσε να αποδειχθεί εξαιρετικά επωφελής τόσο για ένα άτομο όσο και για μια κοινωνία. Ένα τσιπ θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε κάθε άτομο, επιτρέποντας στα νοσοκομεία να παρακολουθούν τα ζωτικά σημάδια του ασθενούς. Παρακολουθώντας τα ζωτικά τους σημάδια, θα μπορούσε να μας δείξει εάν απαιτείται ή όχι σοβαρή αξιολόγηση. Με όλες τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο, μπορεί ένας άνθρωπος να τρομάξει και να πιστέψει ότι χρειάζονται περισσότερη προσοχή ή βοήθεια (ιατρική) από ό, τι πραγματικά έχει ανάγκη. Με την παρακολούθηση της υγείας των ατόμων, θα τους επιτρέψει να κρίνουν ποιος χρειάζεται πρωταρχική προσοχή.



Το Διαδίκτυο των πραγμάτων μπορεί επίσης να βοηθήσει τους ανθρώπους με την προσωπική τους ασφάλεια. Το ADT, το οποίο είναι ένα σύστημα οικιακής ασφάλειας, επιτρέπει στα άτομα να παρακολουθούν τα συστήματα ασφαλείας στο σπίτι τους μέσω των τηλεφώνων τους, με τη δυνατότητα να τον ελέγχουν. Επίσης, μια άλλη τεχνολογία που έχει ήδη κυκλοφορήσει είναι η GM OnStar, η οποία είναι ένα σύστημα που είναι ενσωματωμένο σε αυτοκίνητα GM που μπορούν να ανιχνεύσουν αν έχει συμβεί κάποιο ατύχημα και το σύστημα καλεί αυτόματα οδική και ιατρική βοήθεια. Μπορεί επίσης να παρακολουθήσει την κίνηση του αυτοκινήτου.

Το IoT μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως εργαλείο που μπορεί να σώσει τα χρήματα των ανθρώπων στα νοικοκυριά τους. Εάν οι οικιακές συσκευές τους είναι σε θέση να επικοινωνούν, μπορούν να λειτουργούν με ενεργειακά αποδοτικό τρόπο.

Τέλος, το Διαδίκτυο μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους με τα καθημερινά τους σχέδια. Ένα πολύ ενδιαφέρον παράδειγμα που δόθηκε σε ένα βίντεο ήταν η επικοινωνία μεταξύ πολλών συσκευών που προσαρμόστηκαν αυτόματα για να επιτρέψουν σε κάποιον να κοιμηθεί. Αν και αυτό μπορεί να ακούγεται ασήμαντο, η κακή χρήση του χρόνου κοστίζει 135 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως (Koreshoff, 2012). Επιτρέποντας στις φυσικές συσκευές να επικοινωνούν, παίρνουμε τα δεδομένα που συλλέγονται χωριστά, μοιράζοντάς τα και στη συνέχεια μεταφράζοντας τις πληροφορίες σε τρόπους που είναι εφικτό να καταστήσουν τα τρέχοντα συστήματα μας πιο αποτελεσματικά.

Οι επιχειρήσεις μπορούν επίσης να αποκομίσουν πολλά οφέλη από το Διαδίκτυο των πραγμάτων. Το IoT μπορεί να είναι χρήσιμο σε πολλές διαφορετικές κατηγορίες, όπως τον εντοπισμό στοιχείων ενεργειακής κατανάλωσης και έλεγχο απογραφής, αποστολή τοποθεσίας, ασφάλεια, ατομική παρακολούθηση και εξοικονόμηση ενέργειας.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το IoT επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ συσκευών, που συνήθως αναφέρεται ως επικοινωνία Μηχανή προς Μηχανή (M2M – Machine to Machine). Με αυτό τον τρόπο, οι φυσικές συσκευές είναι σε θέση να επικοινωνούν με τους ανθρώπους και τους επιτρέπουν να γνωρίζουν την κατάσταση τους και πού βρίσκονται.

Μεγάλα οχήματα όπως τα φορτηγά ή τα πλοία επιτρέπουν την πλήρωση της μέγιστης χωρητικότητας μέσω της επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών και στη συνέχεια την αναμετάδοση αυτών των πληροφοριών σε ένα άτομο για να αξιοποιήσει τα παρεχόμενα δεδομένα. Όλα αυτά συνδυάζονται μεγιστοποιώντας τα έσοδα και μειώνοντας το κόστος εντός της επιχείρησης.

Ένα συγκεκριμένο παράδειγμα από το άρθρο "A Successful 'Internet of Things' Hinges on M2M" είναι η λειτουργία της μηχανής καφέ της Nestle, Nespresso, η οποία «έχει την ικανότητα να παρακολουθεί παράγοντες όπως η ρύθμιση της θερμοκρασίας, τους κραδασμούς και την πίεση, οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών και την συνέχιση των επιχειρήσεων» (Frenzel, 2012).

Παρόλο που η ιδέα φαίνεται αρκετά απλή, μπορεί να είναι πολύ συμφέρουσα για μια εταιρεία η οποία χρησιμοποιεί το IoT για να εξασφαλίσει ποιοτική εξυπηρέτηση στους πελάτες της. Ένα άλλο πλεονέκτημα του IoT είναι η δυνατότητα παρακολούθησης μεμονωμένων καταναλωτών και στόχευσης αυτών των καταναλωτών με βάση τις πληροφορίες που παρέχονται από τις συσκευές. Κατά κάποιο τρόπο, παρέχει ένα πιο "εξατομικευμένο" σύστημα που θα μπορούσε να αυξήσει τις πωλήσεις των επιχειρήσεων και να αυξήσει το δημογραφικό τους επίπεδο.

Επιπλέον, με την αύξηση του αριθμού των συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο, το Smart Grid επεκτείνεται, εξοικονομώντας περισσότερη ενέργεια (Frenzel, 2012). Οι συσκευές μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις και να προσαρμόζονται χωρίς ανθρώπινη καθοδήγηση για να μειώσουν τη χρήση ενέργειας. Το IoT έχει πολλά πλεονεκτήματα για τις επιχειρήσεις, τα άτομα, τους καταναλωτές, το περιβάλλον και την κοινωνία, αλλά όπως

συμβαίνει με κάθε τεχνολογία, υπάρχουν πάντα επιπτώσεις και αντιπαραθέσεις που προκύπτουν.

### 3.3 Μειονεκτήματα

Τρεις από τις κύριες ανησυχίες που συνοδεύουν το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι η παραβίαση της ιδιωτικής ζωής, η υπερβολική εξάρτηση από την τεχνολογία και η απώλεια θέσεων εργασίας.

Όταν κάτι «βγαίνει» στο διαδίκτυο θα βρίσκεται για πάντα εκεί. Φυσικά υπάρχουν μέτρα ασφαλείας που λαμβάνονται για την προστασία των πληροφοριών, αλλά υπάρχει πάντοτε η πιθανότητα κακόβουλοι χρήστες, να σπάσουν το σύστημα και να κλέψουν τα δεδομένα. Για παράδειγμα, οι «Αποηγμούς» είναι μια ομάδα ατόμων που έχουν εισέλθει σε ομοσπονδιακές ιστοσελίδες και έχουν διαρρεύσει εμπιστευτικές πληροφορίες στο κοινό. Εν τω μεταξύ, η κυβέρνηση υποτίθεται ότι έχει το υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας, αλλά το σύστημά της παραβιάστηκε εύκολα. Επομένως, εάν όλες οι πληροφορίες μας αποθηκεύονται στο Διαδίκτυο, οι άνθρωποι θα μπορούν εύκολα να υποστούν ζημιά.

Επίσης, οι εταιρείες θα μπορούσαν να εκμεταλλευτούν τις πληροφορίες στις οποίες έχουν πρόσβαση. Αυτό είναι μια κοινή ατυχία που συμβαίνει μέσα σε εταιρείες. Πρόσφατα η Google «πιάστηκε» να χρησιμοποιεί πληροφορίες που υποτίθεται ότι είναι ιδιωτικές. Οι πληροφορίες, όπως τα δεδομένα που συλλέγονται και αποθηκεύονται από το IoT, μπορούν να είναι εξαιρετικά ευεργετικές για πολλές επιχειρήσεις.

Τα ζητήματα ιδιωτικής ζωής οδηγούν επίσης στο ερώτημα του ποιος θα ελέγξει το Διαδίκτυο των πραγμάτων; Εάν υπάρχει μόνο μία εταιρεία, αυτό θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε μονοπώλιο που πλήττει τους καταναλωτές και άλλες εταιρείες. Εάν υπάρχουν πολλαπλές εταιρείες στις οποίες έχει δοθεί πρόσβαση στις πληροφορίες που αποκτήθηκαν, αυτό τότε παραβιάζει το απόρρητο των καταναλωτών. Επίσης, πού θα αποθηκευτούν οι πληροφορίες; Οι προμηθευτές τηλεφωνικών υπηρεσιών, όπως η Verizon και η AT & T, δεν προσφέρουν πλέον απεριόριστη χρήση δεδομένων για κινητά τηλέφωνα, διότι είναι πολύ δαπανηρή για τις ίδιες, ενώ μέχρι το 2020 αναμένεται να συνδεθούν 50 δισεκατομμύρια συσκευές, συλλέγοντας και αποθηκεύοντας δεδομένα (Evans, 2011).

Ένα άλλο επιχείρημα κατά του IoT είναι η υπερβολική εξάρτηση από την τεχνολογία. Καθώς ο χρόνος έχει εξελιχθεί, η τρέχουσα γενιά μας έχει μεγαλώσει με την εύκολη διαθεσιμότητα του Διαδικτύου και της τεχνολογίας εν γένει. Ωστόσο, η εξάρτηση από την τεχνολογία σε καθημερινή βάση, η λήψη αποφάσεων από τις πληροφορίες που παρέχονται μπορούν να οδηγήσουν σε καταστροφές.

Κανένα σύστημα δεν είναι ανθεκτικό και χωρίς προβλήματα. Βλέπουμε δυσλειτουργίες που συμβαίνουν συνεχώς στην τεχνολογία, ειδικά στο διαδίκτυο. Όσο περισσότερο εμπιστευόμαστε και όσο πιο εξαρτημένοι είμαστε από το Διαδίκτυο, τόσο θα οδηγούμαστε σε ένα δυνητικά καταστροφικό γεγονός εάν αυτό καταρρεύσει.

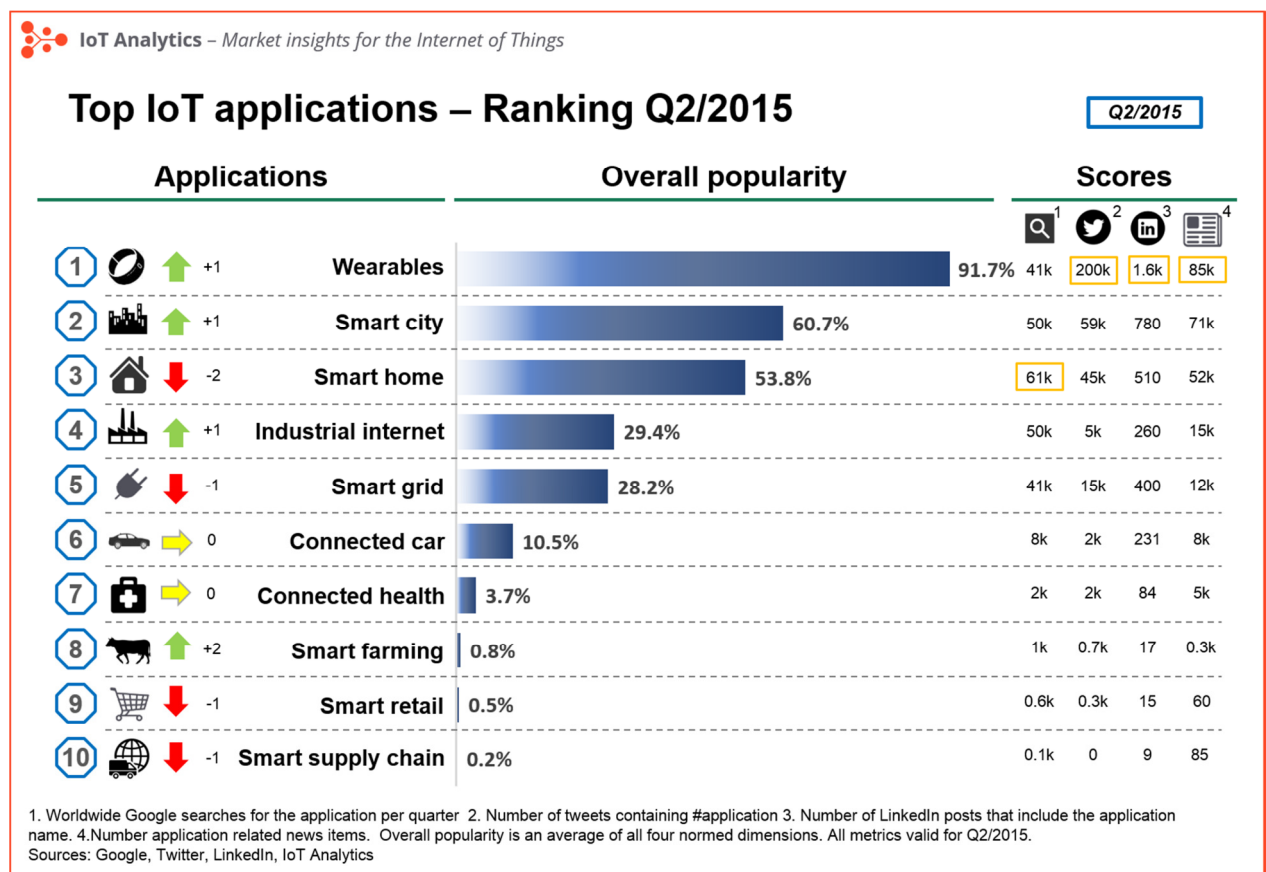
Τέλος, η σύνδεση ολοένα και περισσότερων συσκευών στο Διαδίκτυο θα έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια θέσεων εργασίας. Η αυτοματοποίηση του Διαδικτύου "θα έχει καταστροφικές επιπτώσεις στις προοπτικές απασχόλησης των λιγότερο μορφωμένων εργαζομένων"

(Schumpeter, 2010). Για παράδειγμα, τα άτομα που αξιολογούν αποθέματα πχ σε αποθήκες, θα χάσουν τη δουλειά τους επειδή οι συσκευές δεν μπορούν μόνο να επικοινωνούν μεταξύ τους, αλλά να μεταδίδουν αυτές τις πληροφορίες στον ιδιοκτήτη.

Βρισκόμαστε ήδη μπροστά στις απώλειες θέσεων εργασίας σε αυτοματοποιημένες μηχανές, όπως η γραμμή πληρωμών στα super market και ακόμη και στα ATM. Αυτά τα μειονεκτήματα μπορεί να είναι σε μεγάλο βαθμό καταστροφικά για την κοινωνία συνολικά, καθώς και για τα άτομα και τους καταναλωτές.

### 3.4 Εφαρμογές

Παρακάτω θα δούμε και θα αναφερθούμε επιγραμματικά σε μερικές εφαρμογές (καθώς πρακτικά είναι άπειρες) που έχει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, το οποίο έχει και σαν υποσύνολο τα ΑΔΑ στα οποία υπάρχουν επίσης αμέτρητες εφαρμογές. Περαιτέρω ανάλυση συγκεκριμένα στις εφαρμογές IoT στα ΑΔΑ θα γίνει στο Κεφάλαιο 4.



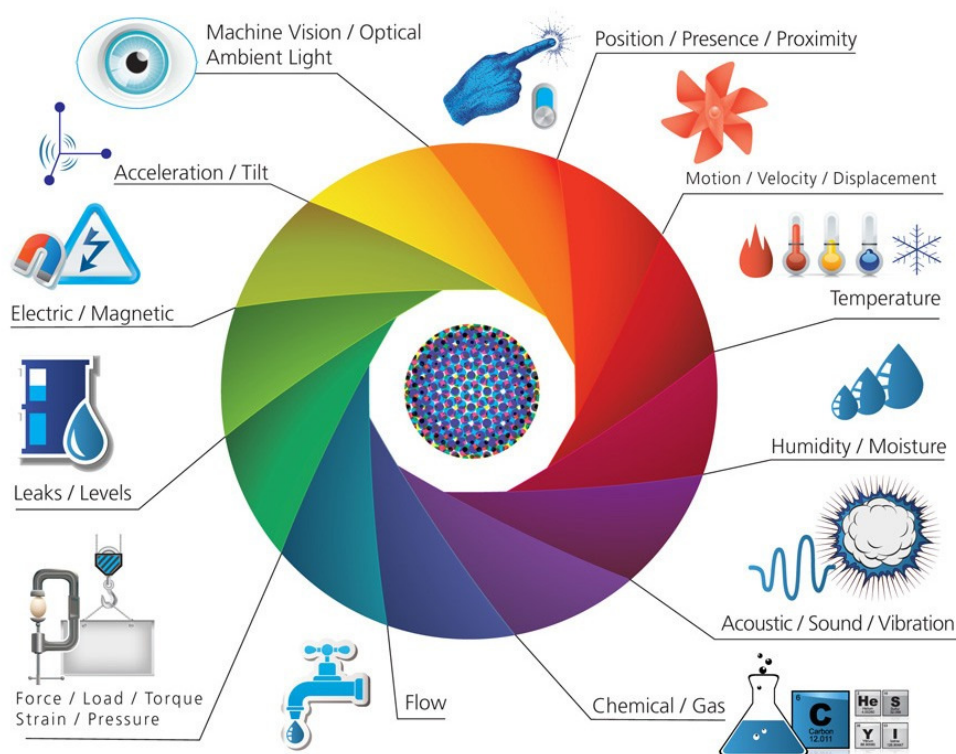
Εφαρμογές IoT συναντούμε σε μεγάλο βαθμό στους παρακάτω τομείς:



- Έξυπνα σπίτια
- Απομακρυσμένος έλεγχος συσκευών (εντός και εκτός οικίας)
- Έλεγχος χρήσης ενέργειας και νερού
- Έλεγχος περιμετρικής πρόσβασης
- Συστήματα ανίχνευσης κίνησης/εισβολής
- Συστήματα καταγραφής κίνησης στους δρόμους σε έξυπνες πόλεις
- Ανίχνευση συσκευών και εντοπισμός
- Παρακολούθηση ποιότητας αέρα
- Εγκαταστάσεις παρακολούθησης πολλών παραμέτρων σε βιομηχανικό περιβάλλον
- Μέτρηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Ανίχνευση πυρκαγιάς
- Πρόληψη φυσικών καταστροφών
- Έλεγχος αποθεμάτων σε αποθηκευτικούς χώρους
- Ιατρικές εφαρμογές για παρακολούθηση ασθενών
- Φροντίδα τρίτης ηλικίας

### 3.5 Αισθητήρες και Τύποι Αισθητήρων

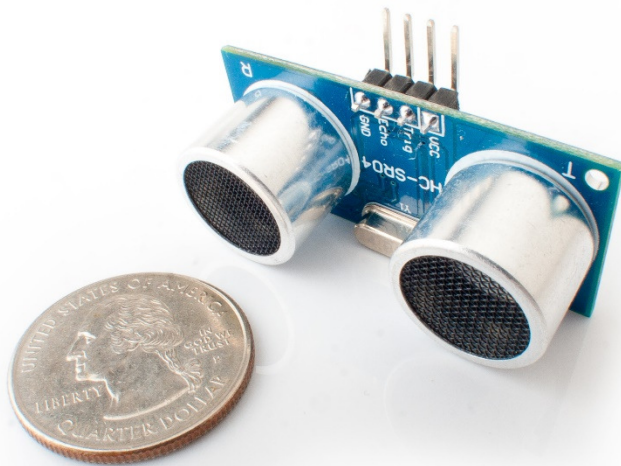
Παρακάτω θα δούμε τους κυριότερους και πιο συνηθισμένους τύπους αισθητήρων που χρησιμοποιούνται.



Τύποι Αισθητήρων

### 3.5.1 Θέσης – Proximity

Ένας αισθητήρας εγγύτητας είναι ένας αισθητήρας ικανός να ανιχνεύει την παρουσία κοντινών αντικειμένων χωρίς φυσική επαφή. Ένας τέτοιος αισθητήρας εκπέμπει συχνά ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ή μια δέσμη ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (για παράδειγμα υπέρυθρες) και αναζητά αλλαγές στο πεδίο ή στο σήμα επιστροφής.



Το αντικείμενο που ανιχνεύεται συχνά αναφέρεται ως ο στόχος του αισθητήρα εγγύτητας. Οι διαφορετικοί στόχοι αισθητήρων εγγύτητας απαιτούν διαφορετικούς αισθητήρες. Για παράδειγμα, ένας χωρητικός ή φωτοηλεκτρικός αισθητήρας μπορεί να είναι κατάλληλος για πλαστικό στόχο. Ένας επαγωγικός αισθητήρας προσέγγισης απαιτεί πάντοτε μεταλλικό στόχο.

### 3.5.2 Κίνησης – Motion

Ένας αισθητήρας/ανιχνευτής κίνησης είναι μια συσκευή που ανιχνεύει κινούμενα αντικείμενα. Μια τέτοια συσκευή συχνά ενσωματώνεται ως στοιχείο ενός συστήματος που εκτελεί αυτόματα μια εργασία ή προειδοποιεί έναν χρήστη της κίνησης σε μια περιοχή. Οι αισθητήρες αυτοί αποτελούν ζωτικό στοιχείο της ασφάλειας, του αυτοματοποιημένου ελέγχου φωτισμού, του ελέγχου στο σπίτι, της ενεργειακής απόδοσης και άλλων χρήσιμων συστημάτων.



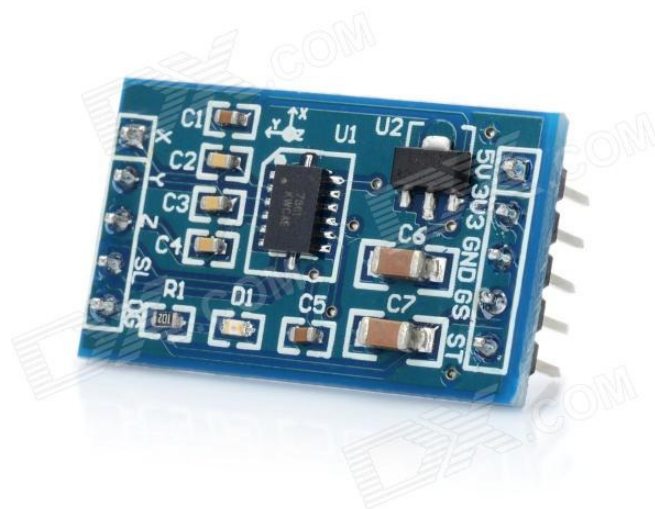
### 3.5.3 Ταχύτητας/Επιτάχυνσης/Μετατόπισης – Acceleration

Ένας από τους πιο συνηθισμένους αδρανειακούς αισθητήρες είναι το επιταχυνσιόμετρο, ένας δυναμικός αισθητήρας ικανός για ένα ευρύ φάσμα αισθητήρων. Υπάρχουν επιταχυνσιόμετρα που μπορούν να μετρήσουν την επιτάχυνση σε έναν, δύο ή τρεις ορθογώνιους άξονες.

Χρησιμοποιούνται συνήθως σε έναν από τους τρεις τρόπους:

- Ως αδρανειακή μέτρηση της ταχύτητας και της θέσης.
- Ως αισθητήρας κλίσης, κλίσης ή προσανατολισμού σε 2 ή 3 διαστάσεις, όπως αναφέρεται από την επιτάχυνση της βαρύτητας ( $1\text{ g} = 9,8\text{ m/s}^2$ ).
- Ως αισθητήρας δόνησης ή κρούσης (κρούση).

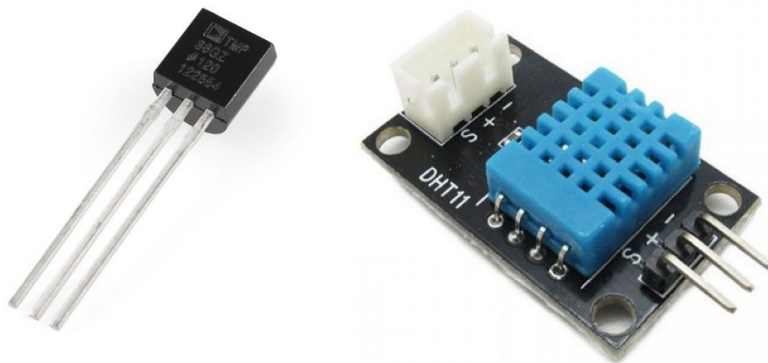
Υπάρχουν σημαντικά πλεονεκτήματα στη χρήση ενός αναλογικού επιταχυνσιόμετρου σε αντίθεση με ένα κλινόμετρο, όπως ένας αισθητήρας κλίσης υγρού - οι κλίνοντες τείνουν να εξαγάγουν δυαδικές πληροφορίες (δηλώνοντας μια κατάσταση ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης), επομένως είναι δυνατό μόνο να ανιχνευθεί τότε η κλίση έχει ξεπεράσει κάποια Γωνία κατωφλίου.



### 3.5.4 Θερμοκρασίας – Temperature

Οι αισθητήρες αυτοί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, αυτή των Μηχανικών και αυτή των Ηλεκτρικών. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας θα αναφερθούμε μόνο στους ηλεκτρικούς.

- Thermistor – (θερμίστορ) είναι θερμικά ευαίσθητες αντιστάσεις των οποίων η πρωταρχική λειτουργία είναι να επιδεικνύουν μία μεγάλη, προβλέψιμη και ακριβή αλλαγή στην ηλεκτρική αντίσταση όταν υπόκειται σε μία αντίστοιχη αλλαγή της θερμοκρασίας του σώματος. Οι Thermistor με Αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας (NTC) εμφανίζουν μια μείωση στην ηλεκτρική αντίσταση όταν υποβάλλονται σε αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος και θετικό συντελεστή θερμοκρασίας (PTC) εμφανίζουν μία αύξηση στην ηλεκτρική αντίσταση όταν υποβάλλονται σε αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος.
- Thermocouple – Είναι μια ηλεκτρική συσκευή που αποτελείται από δύο ανόμοιους αγωγούς που σχηματίζουν ηλεκτρικές συνδέσεις σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Παράγεται έτσι μία εξαρτώμενη από την θερμοκρασία τάση, με αποτέλεσμα να μπορούμε με τον τρόπο αυτό να μετρήσουμε την θερμοκρασία.
- Θερμόμετρο αντίστασης – Αλλιώς και Αντίσταση Ανίχνευσης Θερμοκρασίας, είναι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση θερμοκρασίας μέσω ενός λεπτού σύρματος τυλιγμένου γύρω από έναν κεραμικό πυρήνα.
- Silicon bandgap temperature sensor – Αισθητήρας Πυριτίου με Διάκενο Ζώνης, είναι ένα αρκετά κοινό ηλεκτρονικό θερμόμετρο το οποίο αποτελείται από ένα κύκλωμα πυριτίου.



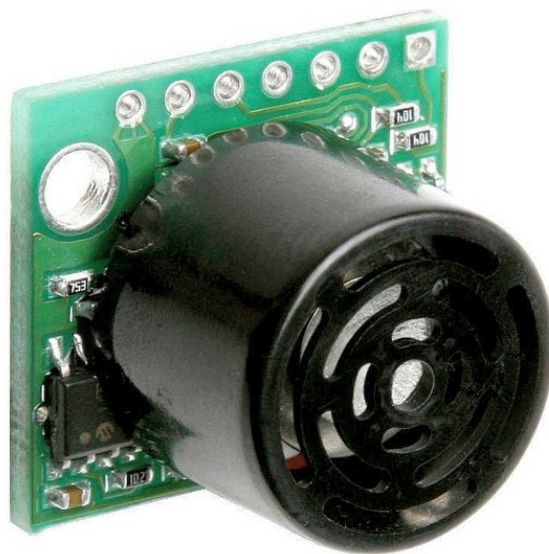
### 3.5.5 Υγρασίας – Humidity

Η υγρασία ορίζεται ως η περιεκτικότητα σε υδατμούς στον αέρα ή σε άλλα αέρια. Η υγρασία μετριέται συνήθως σε απόλυτη υγρασία (λόγος μάζας υδατμών προς τον όγκο αέρα ή αερίου), σημείο δρόσου (θερμοκρασία και πίεση στην οποία ένα αέριο αρχίζει να συμπυκνώνεται σε ένα υγρό) και σχετική υγρασία, ή RH (ο λόγος της περιεκτικότητας σε υγρασία του αέρα σε σύγκριση με το κορεσμένο επίπεδο υγρασίας στην ίδια θερμοκρασία ή πίεση). (Wilson, 2005)



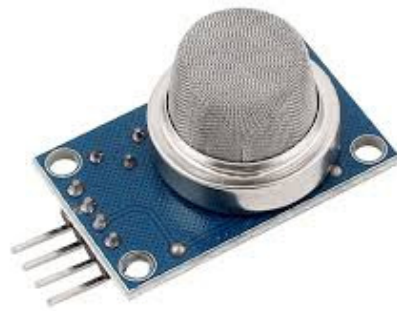
### 3.5.6 Ήχου – Noise/Sound

Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να ανιχνεύσει την ένταση ήχου του περιβάλλοντος. Το κύριο συστατικό στοιχείο της μονάδας είναι ένα απλό μικρόφωνο, το οποίο βασίζεται σε έναν ενισχυτή και σε ένα μικρόφωνο ηλεκτρίτη.



### 3.5.7 Χημικοί – Chemical

Ο χημικός αισθητήρας είναι ένας αναλυτής που ανταποκρίνεται σε έναν συγκεκριμένο αναλύτη με επιλεκτικό και αναστρέψιμο τρόπο και μετατρέπει την ποσότητα χημικής εισόδου, που κυμαίνεται από τη συγκέντρωση ενός συγκεκριμένου συστατικού του δείγματος σε μια ανάλυση συνολικής σύνθεσης, σε ένα αναλυτικά ηλεκτρικό σήμα.



### 3.5.8 Ροής – Flow

Τα ροόμετρα είναι συσκευές που μετρούν την ποσότητα υγρού, αερίου ή ατμού που διέρχεται από αυτά. Ορισμένοι μετρητές ροής μετρούν τη ροή ως ποσότητα ρευστού που διέρχεται μέσω του μετρητή ροής κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου (πχ 100 λίτρα ανά λεπτό). Άλλοι μετρητές ροής μετρούν την συνολική ποσότητα υγρού που έχει περάσει από το μετρητή ροής (πχ τα 100 λίτρα).

Τα ροόμετρα αποτελούνται από μια κύρια συσκευή, μετατροπέα και πομπό. Ο μετατροπέας ανιχνεύει το υγρό που διέρχεται από την κύρια συσκευή. Ο πομπός παράγει ένα χρησιμοποιήσιμο σήμα ροής από το σήμα ακατέργαστου μετατροπέα. Αυτά τα στοιχεία συχνά συνδυάζονται, οπότε το πραγματικό μετρητή ροής μπορεί να είναι μία ή περισσότερες φυσικές συσκευές.

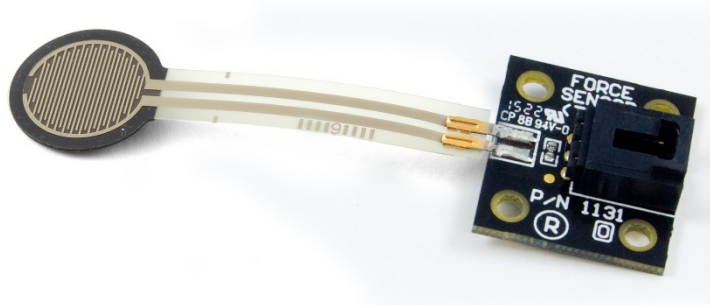


### 3.5.9 Δύναμης/Ροπής/Πίεσης

Ένας αισθητήρας ροπής, ένας μετατροπέας ροπής ή ένας μετρητής ροπής είναι μια συσκευή μέτρησης και καταγραφής της ροπής σε ένα περιστρεφόμενο σύστημα, όπως ένας κινητήρας,

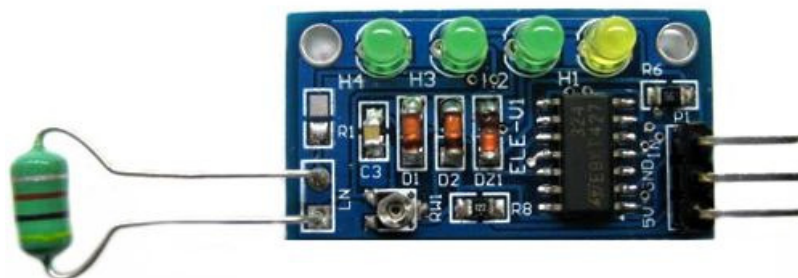
στροφαλοφόρος άξονας, κιβώτιο ταχυτήτων, κιβώτιο ταχυτήτων, ρότορας, μανιβέλα ποδηλάτου ή δοκιμαστής ροπής σκεπάσματος.

Η στατική ροπή είναι σχετικά εύκολη στη μέτρηση. Η δυναμική ροπή, από την άλλη πλευρά, δεν είναι εύκολο να μετρηθεί, δεδομένου ότι απαιτεί γενικά τη μεταφορά κάποιου αποτελέσματος (ηλεκτρικού, υδραυλικού ή μαγνητικού) από τον άξονα που μετράται σε ένα στατικό σύστημα.



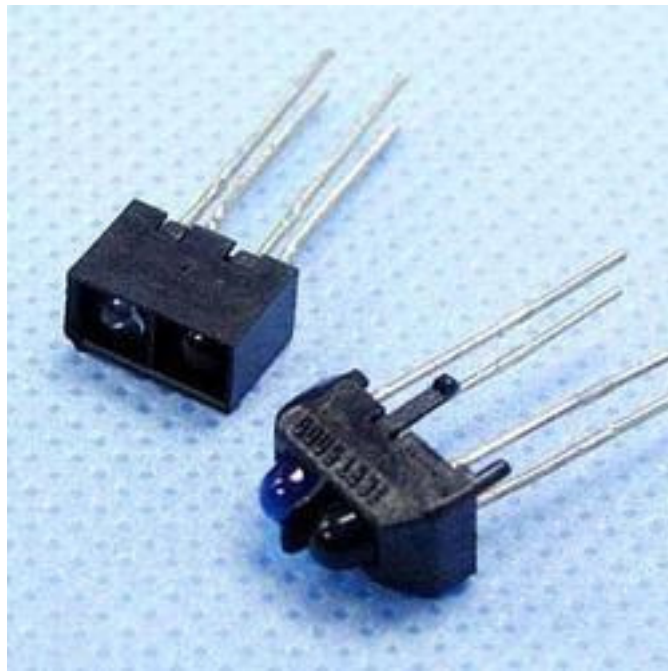
### 3.5.10 Ηλεκτρομαγνητικοί

Αυτοί οι αισθητήρες δεν απαιτούν επαφή με τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας. Χρησιμοποιούν ζεύξη ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου. Σημαντικές καταστάσεις (όπως η τάση, η τρέχουσα και η ακολουθία φάσεων) και οι γεωμετρικές παράμετροι (π.χ, η γραμμή παραμόρφωσης) των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να παρακολουθούνται με βάση τις εγγενείς συσχετίσεις μεταξύ αυτών των μεταβλητών και των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που παράγονται από τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας.



### 3.5.11 Οπτικοί

Οι ηλεκτρο-οπτικοί αισθητήρες είναι ηλεκτρονικοί ανιχνευτές που μετατρέπουν το φως ή μια αλλαγή φωτός σε ένα ηλεκτρικό σήμα.



## 3.6 Hardware

Τα κύρια στοιχεία ενός κόμβου αισθητήρα είναι ένας μικροελεγκτής, ένας πομποδέκτης, μία εξωτερική μνήμη, μία πηγή ενέργειας και τέλος, ένας ή περισσότεροι αισθητήρες.

### 3.6.1 Ελεγκτής / Controller

Ο ελεγκτής εκτελεί εργασίες, επεξεργάζεται δεδομένα και ελέγχει τη λειτουργικότητα άλλων εξαρτημάτων στον κόμβο του αισθητήρα. Ενώ ο πιο κοινός ελεγκτής είναι ένας μικροελεγκτής, άλλες εναλλακτικές λύσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ελεγκτές είναι: ένας μικροεπεξεργαστής επιφάνειας εργασίας γενικής χρήσης, επεξεργαστές ψηφιακών σημάτων, FPGAs και ASICs.

Ένας μικροελεγκτής χρησιμοποιείται συχνά σε πολλά ενσωματωμένα συστήματα όπως οι κόμβοι αισθητήρων λόγω του χαμηλού κόστους του, της ευελιξίας για σύνδεση με άλλες συσκευές, της ευκολίας προγραμματισμού και της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Ένας μικροεπεξεργαστής γενικού σκοπού έχει γενικά υψηλότερη κατανάλωση ισχύος από έναν μικροελεγκτή, επομένως συχνά δεν θεωρείται κατάλληλη επιλογή για έναν κόμβο αισθητήρα.

Οι επεξεργαστές ψηφιακού σήματος μπορούν να επιλεγούν για ευρυζωνικές εφαρμογές ασύρματης επικοινωνίας, αλλά σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων η ασύρματη επικοινωνία είναι συχνά μέτρια, δηλαδή, η απλούστερη, ευκολότερη επεξεργασία της διαμόρφωσης και οι εργασίες επεξεργασίας σημάτων της πραγματικής ανίχνευσης δεδομένων είναι λιγότερο περίπλοκες. Επομένως, τα πλεονεκτήματα των DSP δεν είναι συνήθως πολύ σημαντικά για τους



ασύρματους κόμβους αισθητήρων. Οι FPGAs μπορούν να επαναπρογραμματιστούν και να αναμορφωθούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις, αλλά αυτό απαιτεί περισσότερο χρόνο και ενέργεια.

### 3.6.2 Πομποδέκτης

Οι κόμβοι αισθητήρων συχνά χρησιμοποιούν τη ζώνη ISM, η οποία παρέχει δωρεάν ραδιόφωνο, κατανομή ραδιοφάσματος και παγκόσμια διαθεσιμότητα. Οι πιθανές επιλογές των μέσων ασύρματης μετάδοσης είναι η ραδιοσυχνότητα (RF), η οπτική επικοινωνία (λείζερ) και η υπέρυθρη ακτινοβολία. Τα λείζερ απαιτούν λιγότερη ενέργεια, αλλά χρειάζονται οπτική επαφή για επικοινωνία και είναι ευαίσθητα στις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Η υπέρυθρη ακτινοβολία, όπως τα λείζερ, δεν χρειάζεται κεραία, αλλά είναι περιορισμένη στην ικανότητα εκπομπής της.

Η επικοινωνία που βασίζεται σε ραδιοσυχνότητες είναι η πιο σχετική που ταιριάζει στις περισσότερες εφαρμογές ΑΔΑ. Τα ΑΔΑ τείνουν να χρησιμοποιούν συχνότητες επικοινωνίας χωρίς άδεια: 173, 433, 868 και 915 MHz. Και 2,4 GHz. Η λειτουργικότητα και του πομπού και του δέκτη συνδυάζεται σε μία μόνο συσκευή γνωστή ως πομποδέκτη.

Οι πομποδέκτες συχνά δεν διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά στοιχεία. Οι λειτουργικές καταστάσεις είναι η μετάδοση, η λήψη, η αδράνεια και ο ύπνος. Οι πομποδέκτες τρέχουσας γενιάς έχουν ενσωματωμένες μηχανές κατάστασης που εκτελούν αυτόματα ορισμένες λειτουργίες. Οι περισσότεροι πομποδέκτες που λειτουργούν σε αδράνεια έχουν κατανάλωση ενέργειας σχεδόν ίση με την ισχύ που καταναλώνεται στη λειτουργία λήψης. Έτσι, είναι καλύτερο να τερματίσουμε τελείως τον πομποδέκτη αντί να το αφήνουμε σε αδράνεια όταν δεν μεταδίδει ή λαμβάνει. Σημαντική ποσότητα ισχύος καταναλώνεται κατά τη μετάβαση από την κατάσταση αναστολής σε λειτουργία εκπομπής προκειμένου να μεταδοθεί ένα πακέτο.

### 3.6.3 Εξωτερική μνήμη

Από ενεργειακή άποψη, τα πιο συναφή είδη μνήμης είναι η μνήμη on-chip ενός μικροελεγκτή και η μνήμη Flash-off-chip, μνήμη RAM χρησιμοποιείται σπάνια, αν ποτέ χρησιμοποιηθεί. Οι μνήμες flash χρησιμοποιούνται λόγω του κόστους και της χωρητικότητας αποθήκευσης. Οι απαιτήσεις μνήμης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την εφαρμογή.

Δύο κατηγορίες μνήμης που βασίζονται στο σκοπό της αποθήκευσης είναι: η μνήμη χρήστη που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση δεδομένων που σχετίζονται με την εφαρμογή ή τα προσωπικά δεδομένα και η μνήμη προγράμματος που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό της συσκευής. Η μνήμη προγράμματος περιέχει επίσης στοιχεία αναγνώρισης της συσκευής, εάν υπάρχουν.

### 3.6.4 Πηγή ενέργειας

Ένας ασύρματος κόμβος αισθητήρα αποτελεί μια κοινή λύση όταν είναι δύσκολο ή αδύνατο να εκτελεστεί μια τροφοδοσία δικτύου στον κόμβο του αισθητήρα. Ωστόσο, δεδομένου ότι ο ασύρματος κόμβος αισθητήρα τοποθετείται συχνά σε δύσκολη θέση, η τακτική αντικατάσταση της μπαταρίας μπορεί να είναι δαπανηρή και άβολη. Μια σημαντική πτυχή στην ανάπτυξη ενός ασύρματου κόμβου αισθητήρα διασφαλίζει ότι υπάρχει πάντα επαρκής ενέργεια για την τροφοδοσία του συστήματος.

Ο κόμβος καταναλώνει ενέργεια για την ανίχνευση, την επικοινωνία και την επεξεργασία δεδομένων. Περισσότερη ενέργεια απαιτείται για την επικοινωνία δεδομένων από οποιαδήποτε άλλη διαδικασία. Το ενεργειακό κόστος μετάδοσης 1 Kb σε απόσταση 100 μέτρων (330 ft) είναι περίπου το ίδιο με εκείνο που χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση 3 εκατομμυρίων εντολών από επεξεργαστή 100 εκατομμυρίων εντολών ανά δευτερόλεπτο.

Η ισχύς αποθηκεύεται είτε σε μπαταρίες είτε σε πυκνωτές. Οι μπαταρίες, επαναφορτιζόμενες και μη επαναφορτιζόμενες, αποτελούν την κύρια πηγή τροφοδοσίας για τους κόμβους των αισθητήρων. Επίσης, ταξινομούνται σύμφωνα με το ηλεκτροχημικό υλικό που χρησιμοποιείται για τα ηλεκτρόδια όπως NiCd (νικελίου-καδμίου), NiZn (νικελίου-ψευδαργύρου), NiMH (υδρίδιο νικελίου-μετάλλου) και ιόντα λιθίου. Οι αισθητήρες ρεύματος είναι σε θέση να ανανεώνουν την ενέργεια τους από τις ηλιακές πηγές, τις διαφορές θερμοκρασίας ή τις δονήσεις.

Δύο πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι η δυναμική διαχείριση ισχύος (DPM) και η δυναμική κλιμάκωση τάσης (DVS). Το DPM εξοικονομεί ενέργεια κλείνοντας τμήματα του κόμβου αισθητήρα που δεν χρησιμοποιούνται ή είναι ενεργά. Ένα σχήμα DVS μεταβάλλει τα επίπεδα ισχύος στον κόμβο του αισθητήρα ανάλογα με το μη ντετερμινιστικό φόρτο εργασίας. Μεταβάλλοντας την τάση μαζί με τη συχνότητα, είναι δυνατή η επίτευξη τετραγωνικής μείωσης της κατανάλωσης ισχύος.

### 3.6.5 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται από ασύρματους κόμβους αισθητήρων για τη λήψη δεδομένων από το περιβάλλον τους. Είναι συσκευές υλικού που παράγουν μια μετρήσιμη απόκριση σε μια αλλαγή σε μια φυσική κατάσταση όπως η θερμοκρασία ή η πίεση.

Οι αισθητήρες μετρούν τα φυσικά δεδομένα της παραμέτρου που παρακολουθείται και έχουν ειδικά χαρακτηριστικά όπως η ακρίβεια, η ευαισθησία κλπ. Το συνεχές αναλογικό σήμα που παράγεται από τους αισθητήρες ψηφιοποιείται από μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό και αποστέλλεται στους ελεγκτές για περαιτέρω επεξεργασία. Μερικοί αισθητήρες περιέχουν τα απαραίτητα ηλεκτρονικά για να μετατρέψουν τα ακατέργαστα σήματα στις μετρήσεις που μπορούν να ανακτηθούν μέσω ψηφιακής ζεύξης (π.χ. I2C, SPI) και πολλοί μετατρέπουν σε μονάδες όπως °C. Οι περισσότεροι κόμβοι αισθητήρων είναι μικρού μεγέθους, καταναλώνουν μικρή ποσότητα ενέργειας, λειτουργούν σε υψηλές ογκομετρικές πυκνότητες, είναι αυτόνομοι και λειτουργούν χωρίς επίβλεψη και είναι προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον. Καθώς οι ασύρματοι κόμβοι αισθητήρων είναι συνήθως πολύ μικρές ηλεκτρονικές συσκευές, μπορούν να εξοπλίζονται μόνο με μια περιορισμένη πηγή ισχύος μικρότερη από 0,5-2A και 1,2-3,7V.

Οι αισθητήρες ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: παθητικοί, πανκατευθυντικοί αισθητήρες [Παθητικοί αισθητήρες στενής δέσμης] και ενεργούς αισθητήρες. Οι παθητικοί αισθητήρες αισθάνονται τα δεδομένα χωρίς να χειρίζονται πραγματικά το περιβάλλον με ενεργή ανίχνευση. Η ενέργεια απαιτείται για αυτούς τους αισθητήρες είναι μόνο για την ενίσχυση του αναλογικού σήματος. Οι ενεργοί αισθητήρες διερευνούν ενεργά το περιβάλλον, για παράδειγμα, ένας αισθητήρας σόναρ ή ραντάρ και απαιτούν συνεχή ενέργεια από μια πηγή ενέργειας. Οι αισθητήρες στενής δέσμης έχουν μια καλά ορισμένη έννοια της κατεύθυνσης μέτρησης, παρόμοια με την κάμερα.

Όλοι οι αισθητήρες δεν έχουν καμιά ιδέα για την κατεύθυνση που εμπλέκονται στις μετρήσεις τους. Η πλειονότητα των θεωρητικών εργασιών για τα ΑΔΑ προϋποθέτει τη χρήση παθητικών, πανκατευθυντικών αισθητήρων. Κάθε κόμβος αισθητήρα έχει μια συγκεκριμένη περιοχή κάλυψης για την οποία μπορεί με αξιόπιστο και ακριβή τρόπο να αναφέρει τη συγκεκριμένη ποσότητα που παρατηρεί.

Πολλές πηγές κατανάλωσης ενέργειας στους αισθητήρες είναι: η δειγματοληψία σήματος και η μετατροπή των φυσικών σημάτων σε ηλεκτρικά σήματα, η ρύθμιση του σήματος και η αναλογική προς ψηφιακή μετατροπή. Η χωρική πυκνότητα των κόμβων αισθητήρων στο πεδίο μπορεί να είναι τόσο υψηλή όσο 20 κόμβοι ανά κυβικό μέτρο.

### 3.7 Λειτουργικά Συστήματα – Software

#### 3.7.1 Λογισμικό

Η κατανάλωση και η παροχή ενέργειας είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας λειτουργίας των κόμβων ΑΔΑ και καθορίζει τη διάρκεια ζωής αυτών. Τα ΑΔΑ μπορούν να αναπτυχθούν σε μεγάλους αριθμούς σε διάφορα περιβάλλοντα, συμπεριλαμβανομένων απομακρυσμένων και εχθρικών περιοχών, όπου οι ad hoc επικοινωνίες αποτελούν βασικό στοιχείο.

Για το λόγο αυτό, οι αλγόριθμοι και τα πρωτόκολλα πρέπει να αντιμετωπίζουν τα ακόλουθα θέματα:

- Αυξημένη διάρκεια ζωής
- Ανθεκτικότητα και αντοχή σφάλματος
- Αυτοδιαμόρφωση

Μέγιστη διάρκεια ζωής: Η κατανάλωση ενέργειας της συσκευής ανίχνευσης θα πρέπει να ελαχιστοποιείται και οι κόμβοι αισθητήρων θα πρέπει να είναι ενεργειακά αποδοτικοί, δεδομένου ότι ο περιορισμένος ενεργειακός τους πόρος καθορίζει τη διάρκεια ζωής τους.

Για την εξοικονόμηση ενέργειας, οι ασύρματοι κόμβοι αισθητήρων απενεργοποιούν τόσο τον ραδιοπομπό όσο και τον ραδιοδέκτη όταν δεν το χρησιμοποιούνται.

#### 3.7.2 Λειτουργικά συστήματα

Τα λειτουργικά συστήματα για ασύρματους κόμβους δικτύου αισθητήρων είναι συνήθως λιγότερο περίπλοκα από τα λειτουργικά συστήματα γενικού σκοπού.

Μοιάζουν περισσότερο με ενσωματωμένα συστήματα, για δύο λόγους. Πρώτον, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων αναπτύσσονται συνήθως με μια συγκεκριμένη εφαρμογή ως τελικό στόχο, και όχι ως γενική πλατφόρμα. Δεύτερον, η ανάγκη για χαμηλό κόστος και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας οδηγεί τους περισσότερους ασύρματους κόμβους αισθητήρων ώστε να διαθέτουν μικροελεγκτές χαμηλής ισχύος, διασφαλίζοντας ότι μηχανισμοί όπως η εικονική μνήμη είναι είτε περιττοί είτε πολύ ακριβοί για την υλοποίησή τους.

Είναι επομένως δυνατή η χρήση ενσωματωμένων λειτουργικών συστημάτων όπως eCos ή uC / OS για δίκτυα αισθητήρων. Ωστόσο, τέτοια λειτουργικά συστήματα συχνά σχεδιάζονται με ιδιότητες σε πραγματικό χρόνο. Το TinyOS είναι ίσως το πρώτο λειτουργικό σύστημα ειδικά σχεδιασμένο για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Το TinyOS βασίζεται σε ένα μοντέλο

προγραμματισμού που βασίζεται σε γεγονότα και όχι σε πολλαπλό θόρυβο. Τα προγράμματα TinyOS αποτελούνται από χειριστές συμβάντων και εργασίες με σημασιολογία εκτέλεσης-ολοκλήρωσης. Όταν συμβαίνει ένα εξωτερικό συμβάν, όπως ένα εισερχόμενο πακέτο δεδομένων ή μια ανάγνωση αισθητήρα, το TinyOS σηματοδοτεί τον κατάλληλο χειριστή συμβάντων για να χειριστεί το συμβάν. Οι χειριστές συμβάντων μπορούν να δημοσιεύσουν εργασίες που προγραμματίζονται από τον πυρήνα TinyOS κάποια στιγμή αργότερα.

Το LiteOS είναι ένα πρόσφατα αναπτυγμένο λειτουργικό σύστημα για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, το οποίο είναι τύπου UNIX και υποστηρίζει τη γλώσσα προγραμματισμού C.

Το Contiki είναι ένα λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιεί ένα απλούστερο συλλ προγραμματισμού και πάλι γλώσσας C, ενώ παρέχει προόδους όπως το 6LoWPAN και το Protothreads.

## 4 Εφαρμογές Δικτύων Αισθητήρων

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων προσφέρουν ένα τεράστιο εύρος επιλογών και δυνατοτήτων οι οποίες διαμορφώνονται ανάλογα με τον τομέα εφαρμογής, τις ανάγκες του χρήστη, τις απαιτήσεις του συστήματος και άλλους παράγοντες που έχουν να κάνουν με την τελική υλοποίηση και τις απαιτήσεις μιας εφαρμογής.

Παρακάτω θα δούμε και θα προσπαθήσουμε να καλύψουμε τις εφαρμογές αυτές περιγράφοντας κάποιες από τις περιοχές όπου αξιοποιούνται. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσαμε να δούμε τι μας προσφέρουν τα ΑΔΑ και πως μπορούμε να τα εκμεταλλευτούμε στο μέγιστο.

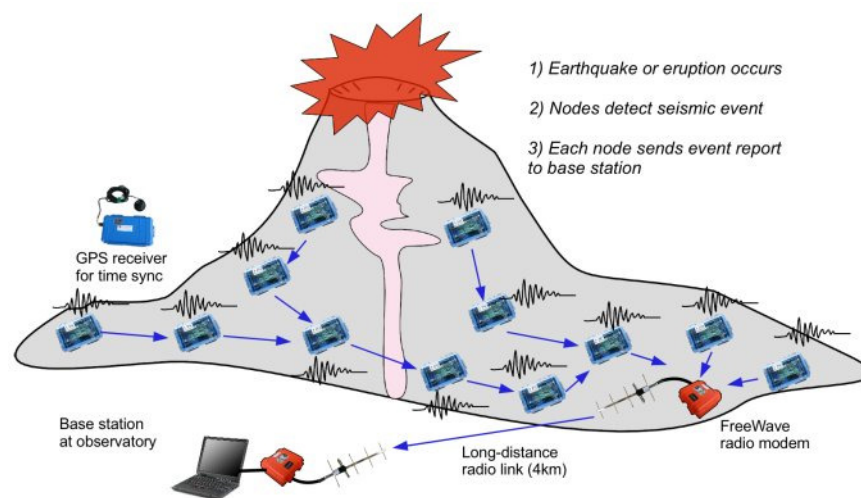


#### 4.1 Παρακολούθηση περιοχής

Η παρακολούθηση περιοχής είναι μια κοινή εφαρμογή των δικτύων αισθητήρων. Στην παρακολούθηση περιοχής, το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων έχει αναπτυχθεί σε μια περιοχή όπου κάποιο φαινόμενο πρέπει να παρακολουθηθεί. Για παράδειγμα στην περίπτωση του στρατού θα χρειαστεί να παρακολουθήσουμε μια περιοχή για εισβολή από εχθρούς.

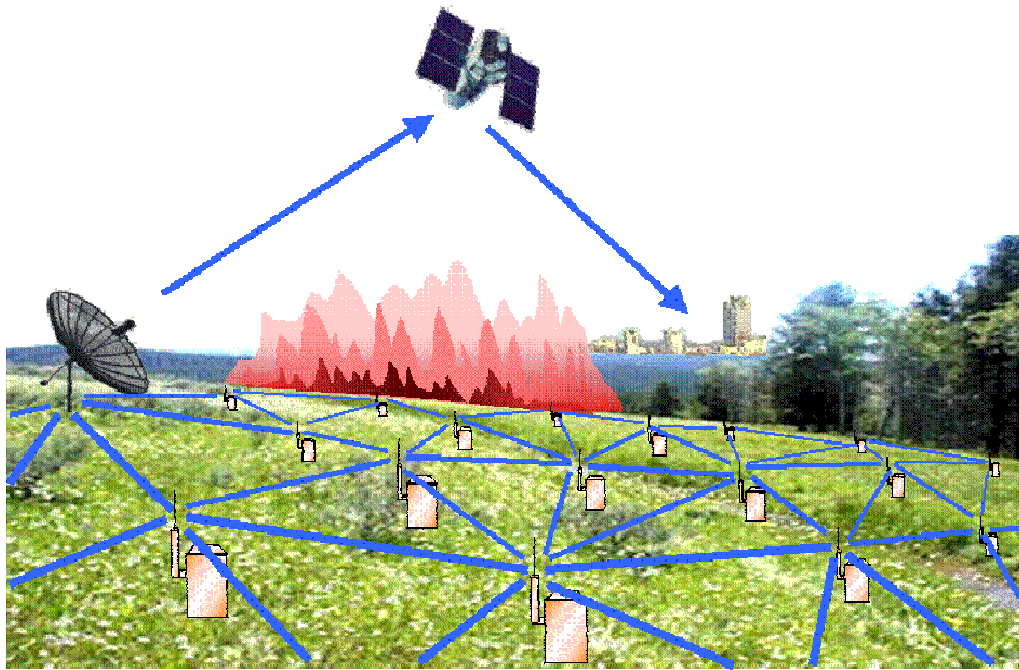
#### 4.2 Περιβαλλοντική / Γεωσκόπηση

Ο όρος Περιβαλλοντικά δίκτυα αισθητήρων έχει εξελιχθεί για να καλύψει πολλές εφαρμογές των ασύρματων δικτύων αισθητήρων για την έρευνα της γεωλογίας Αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση με αισθητήρες ηφαιστειών, ωκεανών, παγετώνων, δασών κτλ. Ορισμένοι από τους κύριους τομείς αναφέρονται παρακάτω.



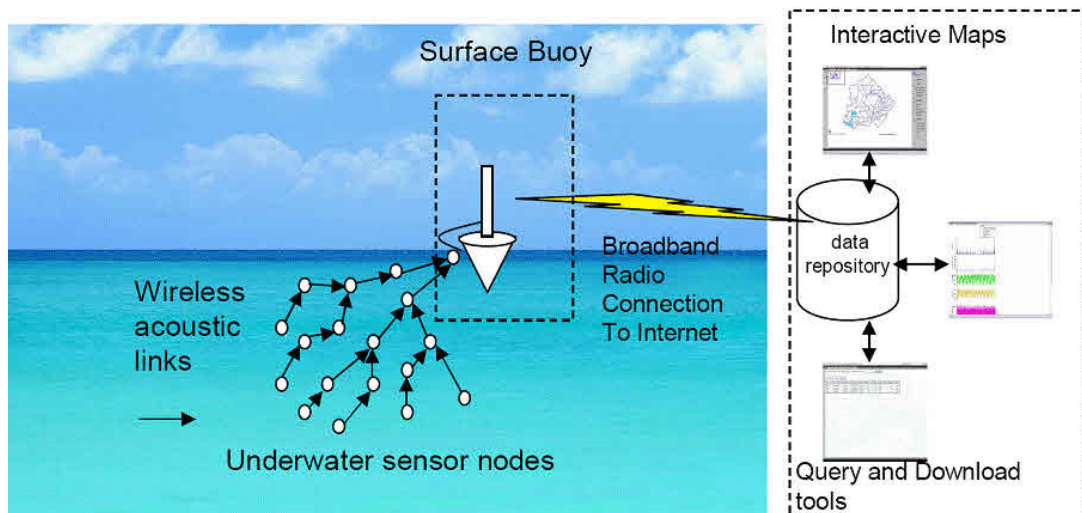
##### 4.2.1 Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών

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.



#### 4.2.2 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.



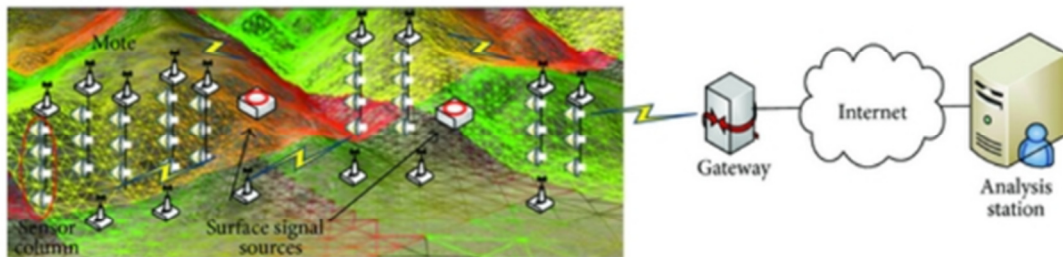
#### 4.2.3 Πρόληψη φυσικών καταστροφών

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να ενεργήσουν αποτελεσματικά για να αποτραπούν οι συνέπειες των φυσικών καταστροφών, όπως για παράδειγμα οι πλημμύρες.

Ασύρματοι κόμβοι έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία σε ποτάμια όπου η μεταβολή της στάθμης του νερού θα πρέπει να παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο.

#### 4.2.4 Ανίχνευση κατολισθήσεων

Ένα σύστημα ανίχνευσης κατολίσιθσης κάνει χρήση ενός ασύρματου δικτύου αισθητήρων για να ανιχνεύσει τις μικρές κινήσεις του εδάφους και τις αλλαγές στις διάφορες παραμέτρους που μπορεί να συμβούν πριν ή κατά τη διάρκεια μιας κατολίσιθσης. Μέσα από τα δεδομένα που συλλέγονται μπορεί να είναι δυνατόν να γνωρίζουμε την εμφάνιση των κατολισθήσεων πολύ πριν αυτό συμβεί στην πραγματικότητα.



#### 4.2.5 Καταγραφή δεδομένων

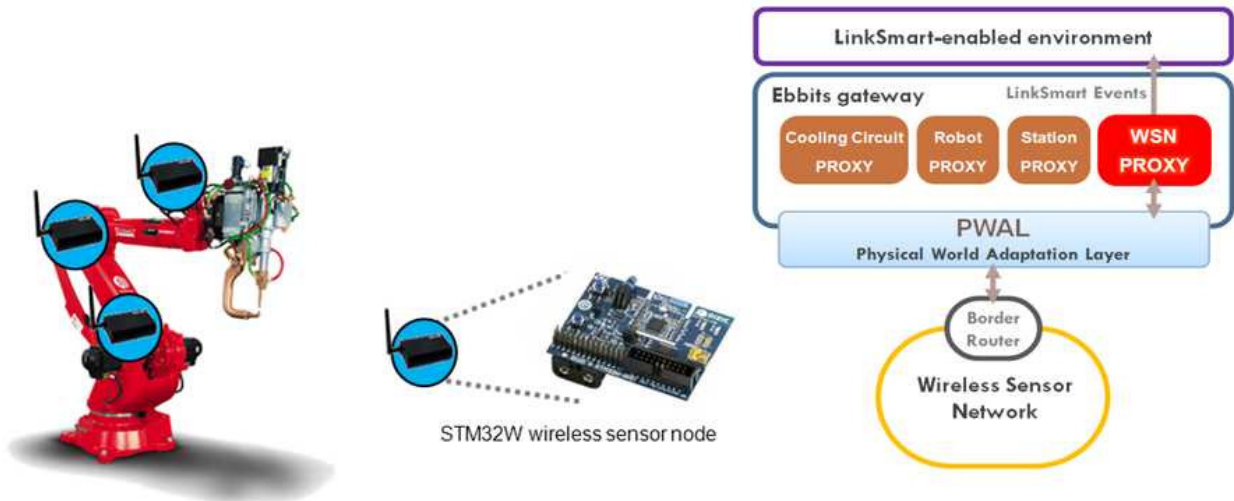
Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων χρησιμοποιούνται επίσης για τη συλλογή δεδομένων για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών πληροφοριών, αυτό μπορεί να είναι τόσο απλό όσο η παρακολούθηση της θερμοκρασίας σε ένα ψυγείο η περίπλοκο όσο η παρακολούθηση του επιπέδου του νερού σε δεξαμενές υπερχειλίσσης σε 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 συστημάτων είναι η "ζωντανή" τροφοδότηση δεδομένων που έχουν σαν δυνατότητα σε πραγματικό χρόνο.

#### 4.3 Βιομηχανική παρακολούθηση

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί για την παρακολούθηση και συντήρηση μηχανών σε βιομηχανικό επίπεδο (Condition Based Maintenance - CBM), τα οποία προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση κόστους και προσθέτουν νέες λειτουργίες.

Σε ενσύρματα συστήματα, η εγκατάσταση των αισθητήρων συχνά περιορίζεται από το κόστος της καλωδίωσης. Προηγουμένως απρόσιτες περιοχές, περιστρεφόμενα μηχανήματα, επικίνδυνες ζώνες ή ζώνες περιορισμένης πρόσβασης ή ακόμη και οχήματα δεν ήταν εφικτό να παρακολουθηθούν.

Μπορούν πλέον να υπάρξουν εφαρμογές που το καθιστούν εφικτό με την χρήση ασυρμάτων δικτύων αισθητήρων.



#### 4.4 Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα

Ο βαθμός ρύπανσης του αέρα πρέπει να μετρείται συχνά προκειμένου να προστατευθεί ο άνθρωπος και το περιβάλλον από κάθε είδους ζημιά που οφείλεται στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Σε ένα επικίνδυνο περιβάλλον, η παρακολούθηση των επιβλαβών αερίων σε πραγματικό χρόνο είναι μια ανησυχητική και απαραίτητη 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.



##### 4.4.1 Εσωτερικός έλεγχος

Για την παρακολούθηση των επιπέδων του φυσικού αερίου σε ευάλωτες περιοχές απαιτείται 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.



#### 4.4.2 Εξωτερικός έλεγχος

Ο εξωτερικός έλεγχος της ποιότητας του αέρα χρειάζεται την χρήση ακριβών ασύρματων αισθητήρων, ανθεκτικών στην βροχή και στον άνεμο, καθώς και μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας για να βεβαιωθεί η επάρκεια ενέργειας στους κόμβους που θα έχουν πιθανόν δύσκολη πρόσβαση από τον άνθρωπο.

#### 4.5 Παρακολούθηση της ρύπανσης του αέρα

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν αναπτυχθεί σε διάφορες πόλεις (Στοκχόλμη, Λονδίνο και 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, καθιστώντας τα έτσι 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.

#### 4.6 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, μερικές από τις οποίες αναφέρονται παρακάτω.

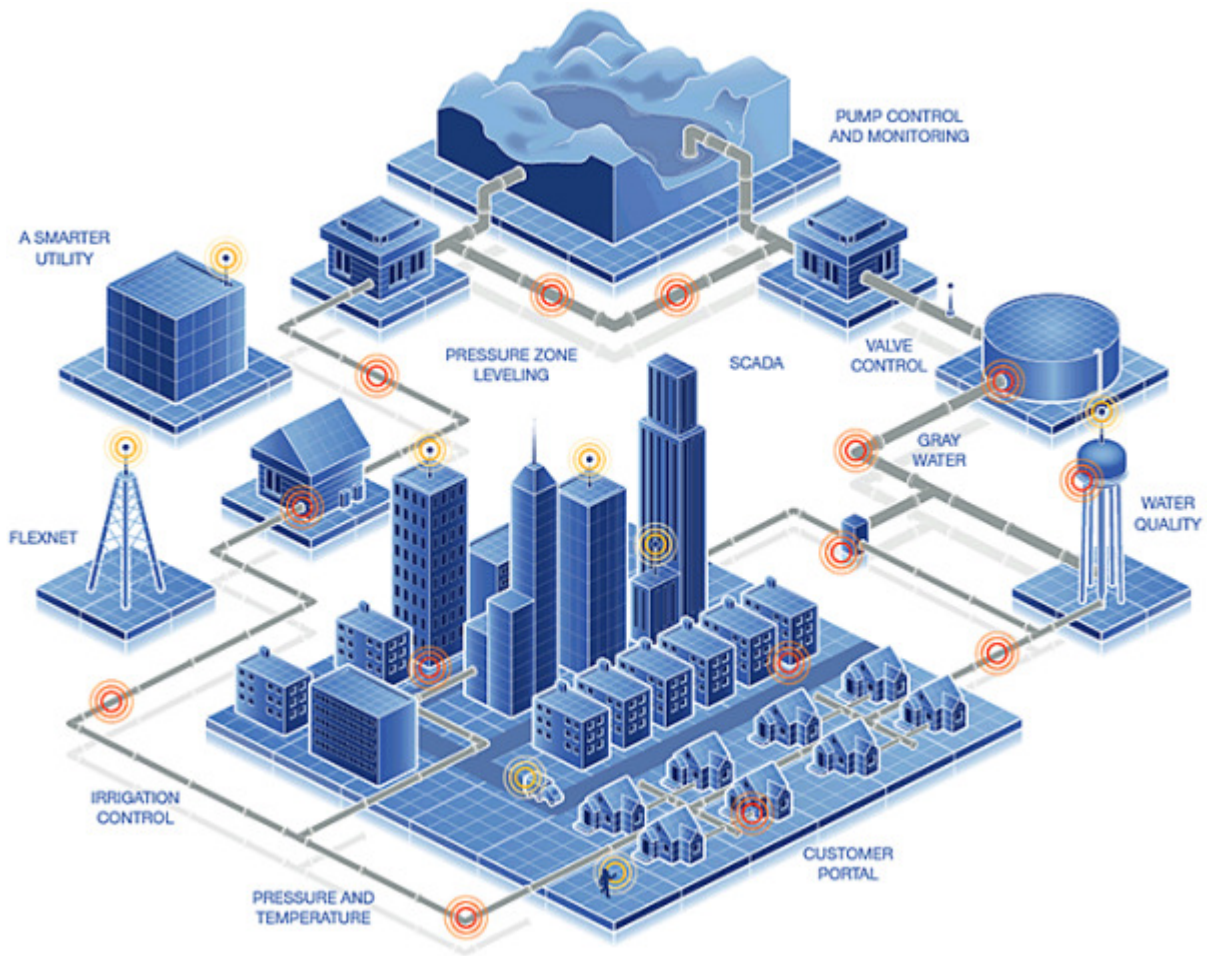
##### 4.6.1 Παρατήρηση της ποιότητας των υδάτων

Η όλη 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 ακριβή χάρτη της κατάστασης των υδάτων αφού είναι εφικτή η μόνιμη κατανομή των σταθμών παρατήρησης σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση χωρίς να είναι απαραίτητη η χειροκίνητη ανάκτηση των δεδομένων.

##### 4.6.2 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, χρησιμοποιώντας αισθητήρες τους επιτρέπεται η απομακρυσμένη πρόσβαση σε μετρητές νερού.



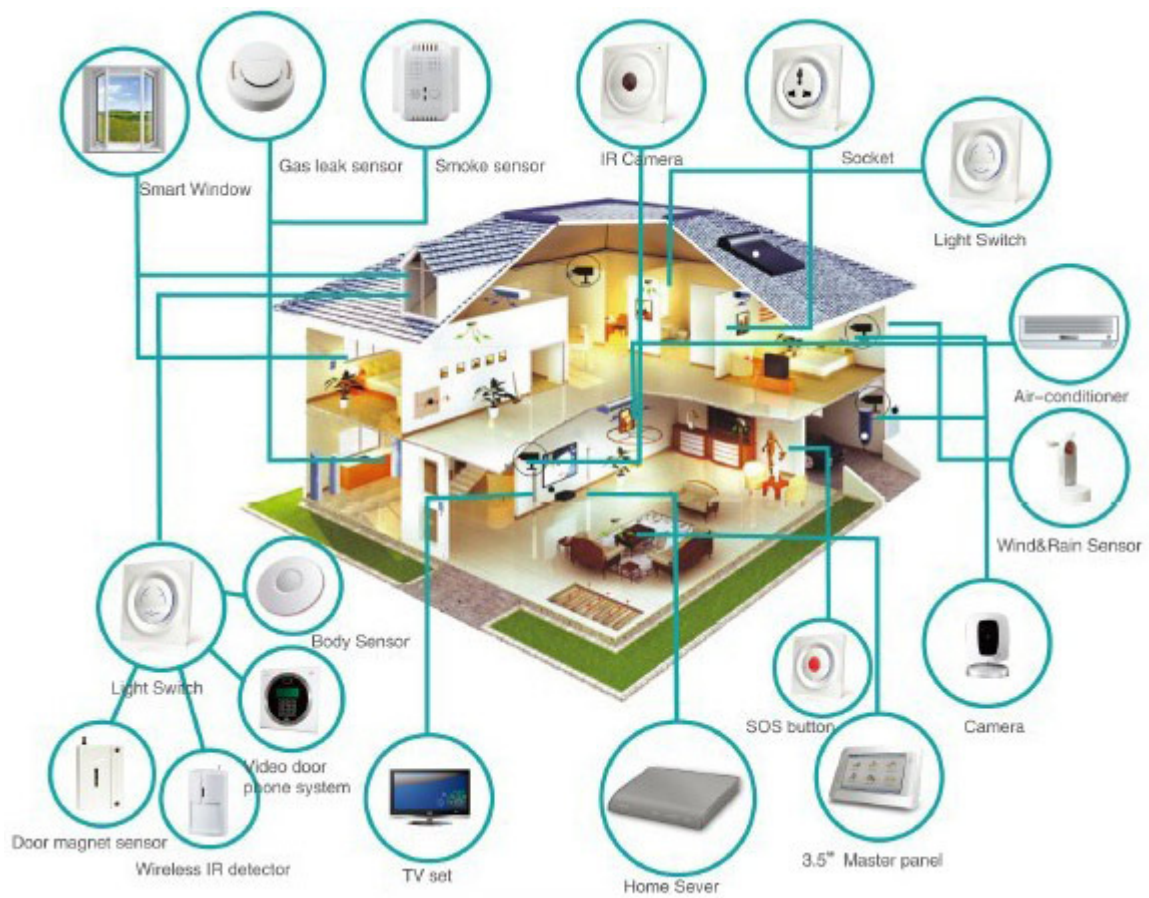
#### 4.7 Παρακολούθηση έξυπνου σπιτιού

Στην εφαρμογή των ΑΔΑ σε ένα έξυπνο σπίτι, μπορεί να γίνει παρακολούθηση των δραστηριοτήτων που εκτελούνται ανά πάσα στιγμή μέσω ανθρώπινων ή μη παρεμβάσεων. Η παρακολούθηση επιτυγχάνεται με τη χρήση ασύρματων αισθητήρων, ενσωματωμένων σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, σχηματίζοντας ένα ΑΔΑ.

Το δίκτυο αυτό δεν μας δίνει μόνο την δυνατότητα να πάρουμε πληροφορίες από τον περιβάλλοντα χώρο, αλλά και να προχωρήσουμε σε ενέργειες για να αλλάξουμε τις συνθήκες εσωτερικά του σπιτιού.

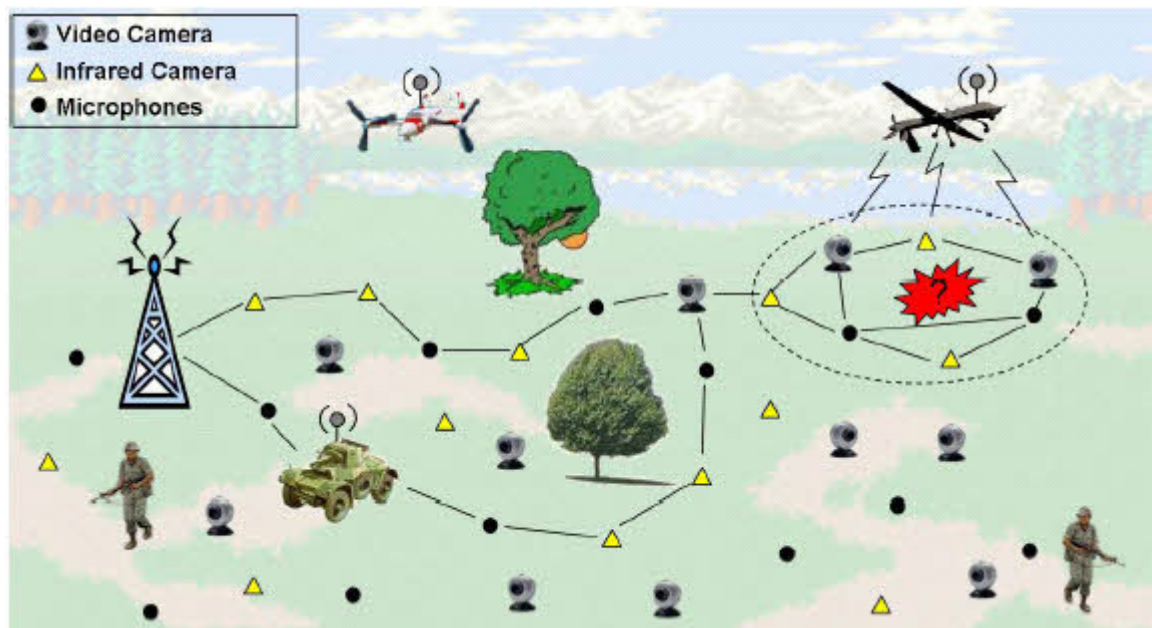
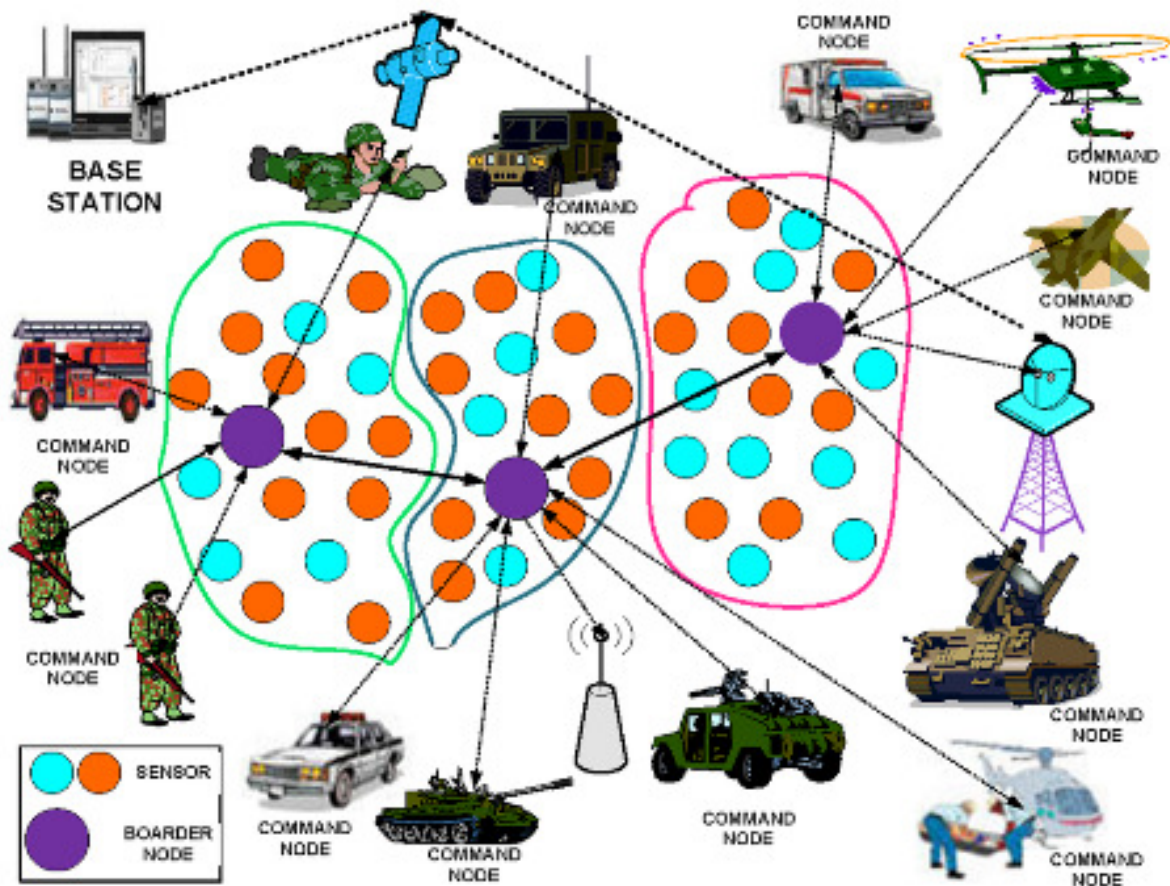
Για παράδειγμα μπορεί πλέον ο χρήστης να παρακολουθεί μόνιμως την θερμοκρασία του σπιτιού του και να αποφασίσει αν θέλει να ανάψει τον κλιματισμό ακόμη και απομακρυσμένα μέσα από μια εφαρμογή σε μια κινητή συσκευή, με αποτέλεσμα όταν επιστρέψει στον χώρο του να έχει ήδη την θερμοκρασία που επιθυμεί.

Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να εξοικονομήσουμε μεγάλα ποσά ενέργειας καθώς η χρήση των συσκευών που θέλουμε, γίνεται μόνο για το απαραίτητο χρονικό διάστημα ή με βάση τα όσα έχει προγραμματιστεί.



#### 4.8 Εφαρμογές στο στρατό

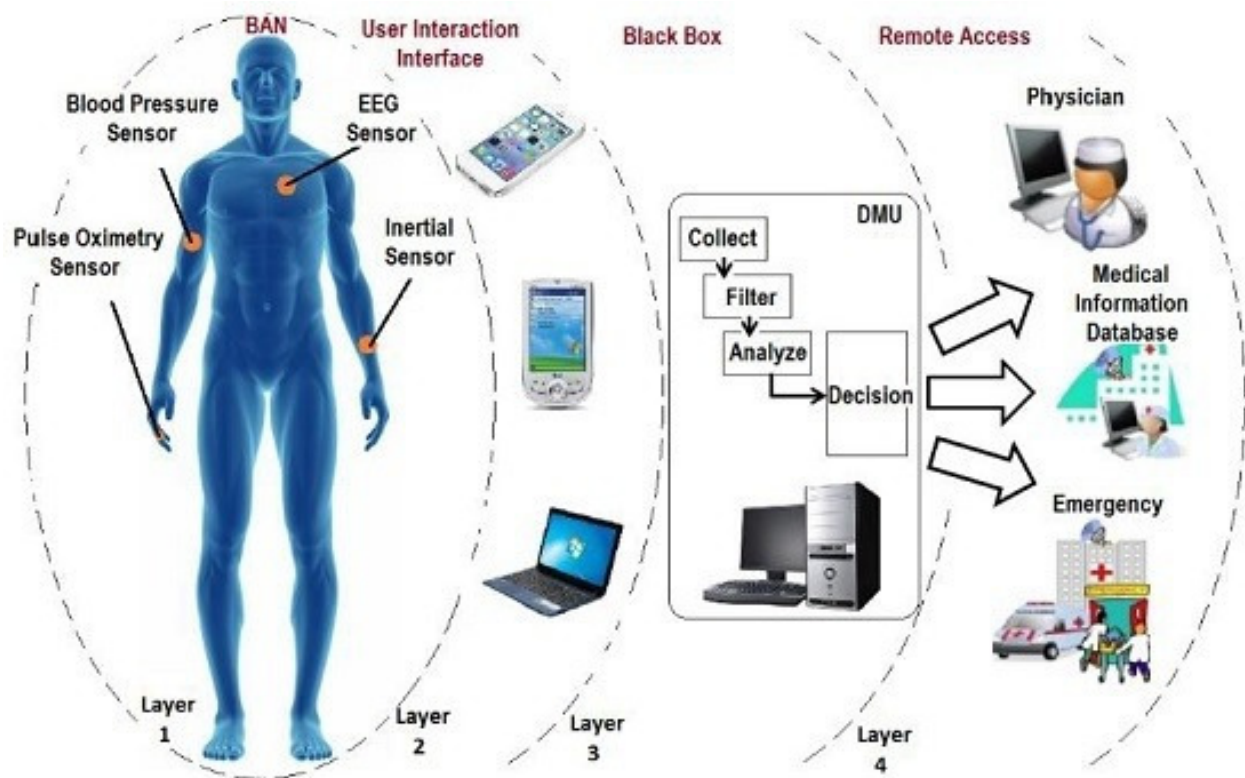
Τα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να παρακολουθήσουν μια περιοχή με αποτέλεσμα να γίνει αντιληπτή μια εχθρική εισβολή σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Μπορούν ακόμη να ανιχνεύσουν ουσίες στο περιβάλλον και τον αέρα οι οποίες είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο, με τον τρόπο αυτό μπορεί ακόμη και να αποτραπεί μια επίθεση με χημικά τα οποία σε άλλη περίπτωση δεν θα μπορούσε να τα αντιληφθεί κάποιος λόγω του ότι τα αέρια αυτά είναι άοσμα.



#### 4.9 Εφαρμογές στην Ιατρική

Οι εφαρμογές στην ιατρική έχουν δύο τύπους, φορητές και εμφυτεύσιμες. Οι φορητές συσκευές χρησιμοποιούνται στην επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος ή πολύ κοντά σε αυτό ενώ οι εμφυτεύσιμες συσκευές εισάγονται μετά από επέμβαση στο ανθρώπινο σώμα.

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές όπως π.χ. η μέτρηση θέσης σώματος, η τοποθεσία ενός ανθρώπου, συνολικές ζωτικές μετρήσεις ασθενών σε νοσοκομεία κλπ. Τα δίκτυα αυτά μπορούν να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση υγείας, την ενέργεια, την καταπόνηση στο σώμα και άλλα πολλά δεδομένα σχετικά με την κατάσταση ενός ανθρώπου.



#### 4.9.1 BAN (Body Area Sensor Networks)

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μια σημαντική εξέλιξη των BASN (Body Area Sensor Networks) ως ειδική υποκατηγορία των ΑΔΑ.

Τα δίκτυα αυτά επέτρεψαν μια ταχεία ανάπτυξη των συστημάτων τηλεϊατρικής, τα οποία παρέχουν εξ αποστάσεως παρακολούθηση των ασθενών και των ζωτικών παραμέτρων τους. Μία απλή αρχιτεκτονική αποτελείται από μια τοπική αισθητηριακή περιοχή, μια περιοχή του δικτύου επικοινωνίας και μια θεσμική περιοχή του δικτύου.

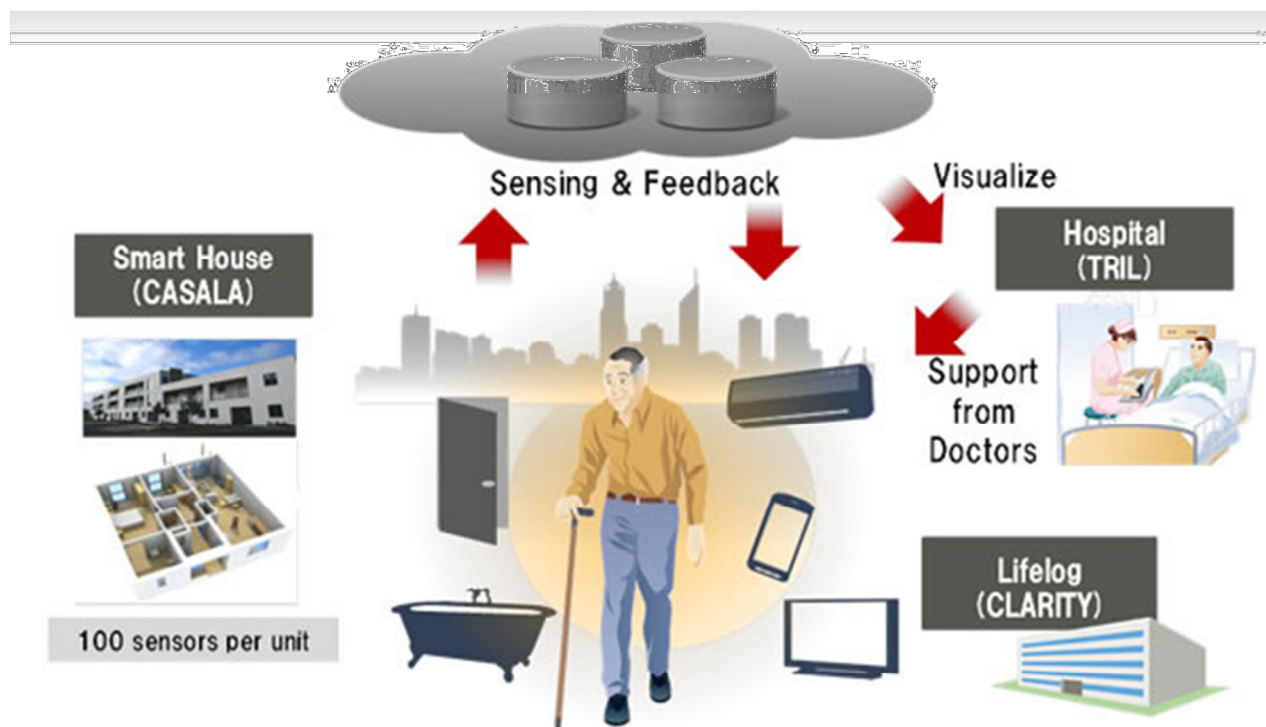
Παρέχεται επίσης, η ασφάλεια και το απόρρητο των δεδομένων που σχετίζονται με τον ασθενή.



#### 4.10 Φροντίδα ηλικιωμένων

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να αναπτυχθούν σε έξυπνα σπίτια, τα οποία θα παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την υγεία ηλικιωμένων ανθρώπων που κατοικούν μόνοι τους.

Ενδείξεις θα μπορούσαν να παρακολουθηθούν είναι ακόμη και οι καρδιακοί παλμοί. Αν για παράδειγμα αυξηθούν ραγδαία και ταυτόχρονα έχει πάψει να υπάρχει κίνηση στον χώρο, πιθανόν ο χρήστης να έχει πέσει και τραυματιστεί, ειδοποιώντας ταυτόχρονα το σύστημα, ιατρική βοήθεια να μεταβεί στο χώρο.



#### 4.11 Γεωργία

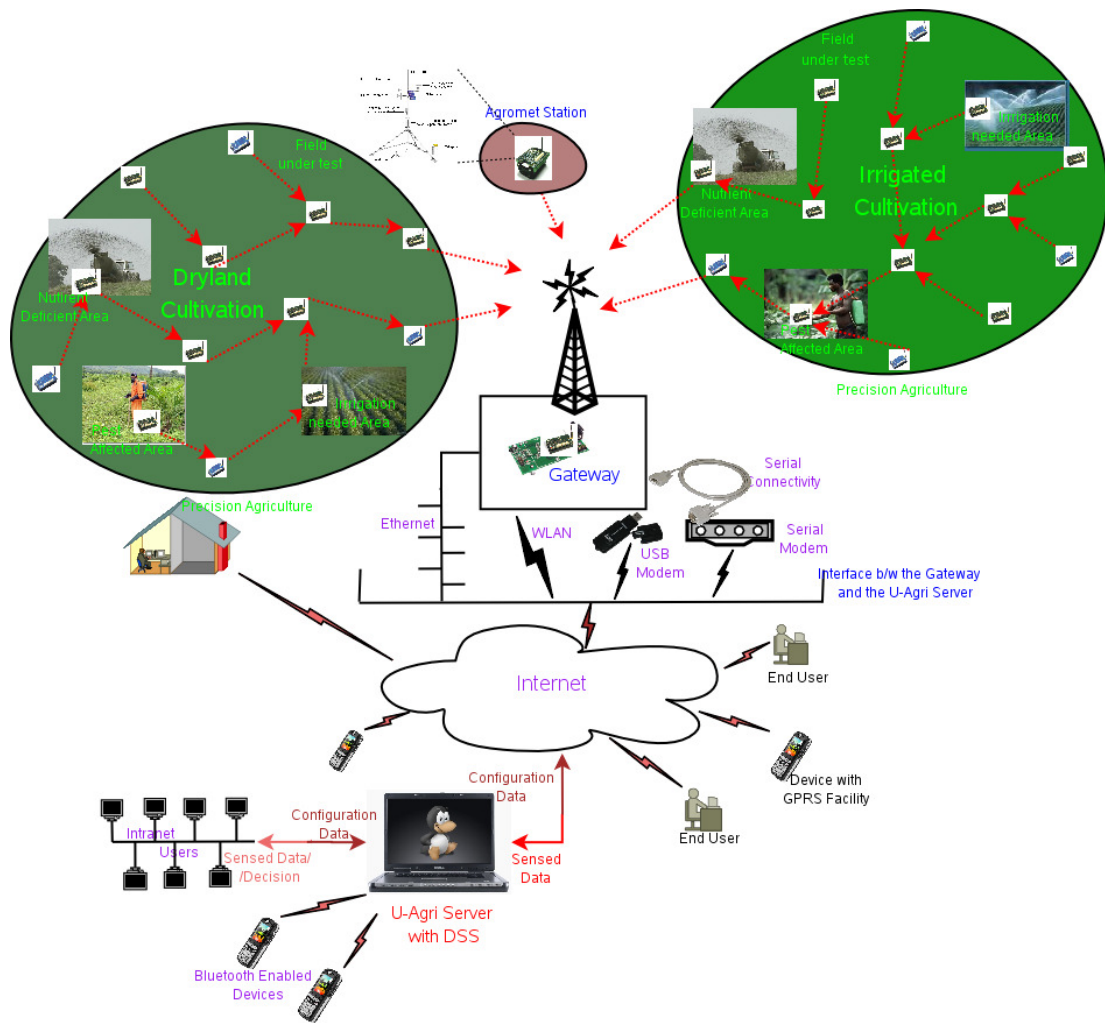
Η χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων στο πλαίσιο του γεωργικού κλάδου είναι όλο και περισσότερο αυξανόμενη. Η χρήση ενός ασύρματου δικτύου απελευθερώνει τον αγρότη από τη διατήρηση της καλωδίωσης σε ένα δύσκολο περιβάλλον.

Συστήματα νερού, τροφοδοσίας, βαρύτητας, μπορούν να παρακολουθούνται χρησιμοποιώντας αισθητήρες πίεσης για να μετρούν τα επίπεδα δεξαμενών νερού. Αντλίες μπορούν να ελέγχονται με τη χρήση ασύρματων I/O συσκευών και η χρήση του νερού μπορεί να μετρηθεί και να μεταδίδεται συνολικά η πληροφορία ασύρματα σε ένα κεντρικό σημείο ελέγχου για τιμολόγηση.

Ο Αυτοματισμός άρδευσης επιτρέπει την πιο αποτελεσματική χρήση του νερού και μειώνει τα απόβλητα.

##### 4.11.1 Ακριβής γεωργία

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων επιτρέπουν στους χρήστες να κάνουν ακριβή παρακολούθηση της καλλιέργειας κατά το χρόνο της ανάπτυξής της. Ως εκ τούτου, 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.



#### 4.11.2 Διαχείριση της άρδευσης

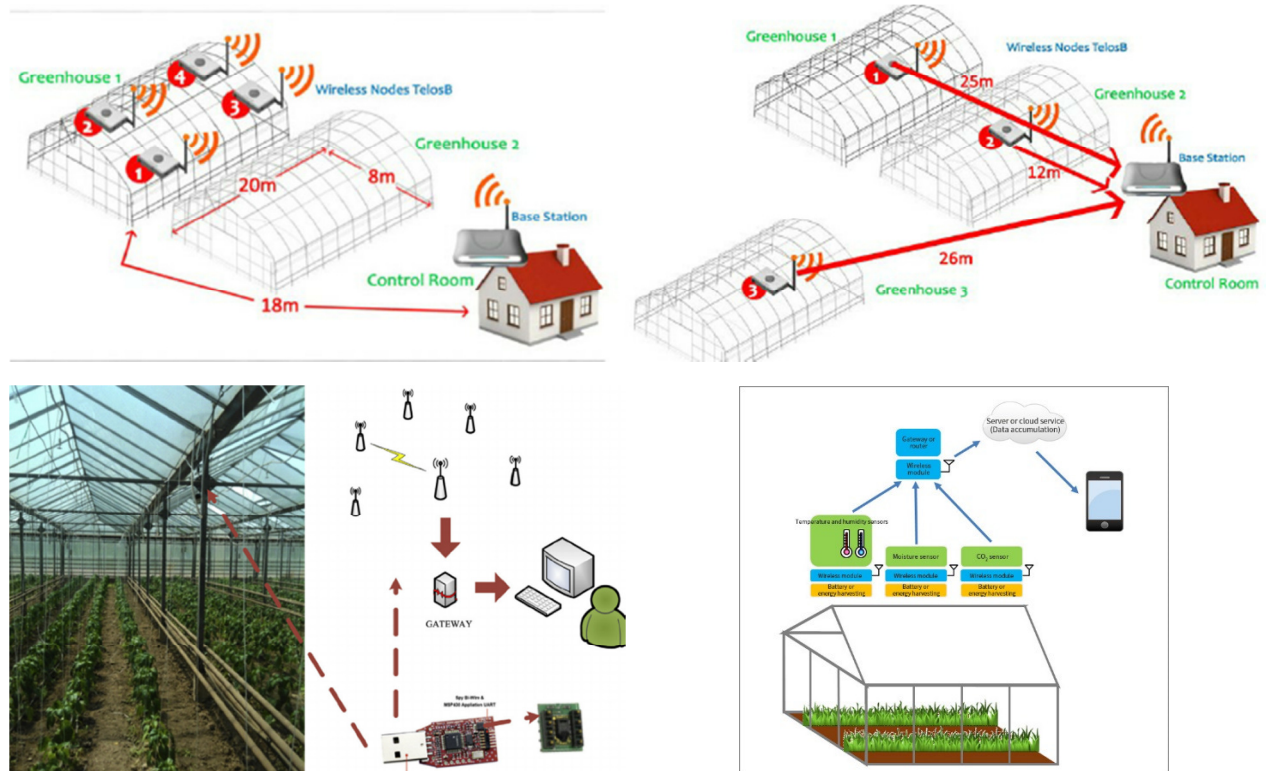
Όταν παραδίδονται τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, οι αγρότες είναι σε θέση να επιτύχουν έξυπνη άρδευση. Τα στοιχεία που αφορούν τα πεδία, όπως η θερμοκρασία και το επίπεδο υγρασίας του εδάφους παραδίδονται στους αγρότες μέσω των ασύρματων δικτύων αισθητήρων. Όταν κάθε φυτό ενώνεται με ένα σύστημα άρδευσης, 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 (actuators) στα συστήματα χρησιμοποιώντας όχι ενσύρματη υποδομή.

#### 4.11.3 Θερμοκήπια

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγχουν τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό θερμοκηπίων. Όταν η θερμοκρασία και η υγρασία πέφτει κάτω από συγκεκριμένα επίπεδα, ο διαχειριστής του θερμοκηπίου μπορεί να ειδοποιείται μέσω e-mail ή στο κινητό τηλέφωνο με SMS, ή ακόμη και να ενεργοποιείται στα συστήματα υποδοχής να πυροδοτήσουν τα συστήματα υδρονέφωσης, να ανοίξουν τους αεραγωγούς, να ανοίξουν τις περσίδες, 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 καταναμημένων αισθητήρων θα ελέγχεται καλύτερα η παραπάνω διαδικασία, σε ανοικτή επιφάνεια, καθώς και στο έδαφος.



## 5 Σκοπός / Πεδίο εφαρμογής

### 5.1 Σκοπός

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να σχεδιάσει και να αναπτύξει ένα μικρής κλίμακας σύστημα (γεωργικού) ελέγχου χρησιμοποιώντας τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων χωρίς να αναγκάζει τον αγρότη/χρήστη να παρακολουθεί συνεχώς τις καλλιέργειες του.

Τα επίπεδα θερμοκρασίας και της υγρασίας είναι ίσως οι πιο σημαντικοί παράγοντες για την παραγωγικότητα, την ανάπτυξη, και την ποιότητα των φυτών στη αγροτική καλλιέργεια. Έτσι, το σύστημα αυτό παίρνει μετρήσεις περιοδικά με αισθητήρες που αφορούν αυτές τις παραμέτρους, έτσι ώστε οι αγρότες ή οι ειδικοί σε θέματα γεωργίας να μπορούν να παρατηρήσουν τις μετρήσεις έπειτα.

Επιπλέον, όταν συμβαίνει μια κρίσιμη αλλαγή σε μετρήσεις των παραπάνω παραγόντων, τότε ο αγρότης θα μπορεί να πράξει αναλόγως ώστε να επέμβει αν χρειαστεί στο περιβάλλον για την αποφυγή ζημιών.

Με τη συνεχή παρακολούθηση πολλών περιβαλλοντικών παραμέτρων, ο παραγωγός μπορεί να αναλύσει τις βέλτιστες περιβαλλοντικές συνθήκες για να επιτευχθεί η μέγιστη παραγωγικότητα των καλλιεργειών, για την καλύτερη παραγωγικότητα και να επιτευχθεί αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας.

#### 5.1.1 Βασικοί παράγοντες υλοποίησης

Κύριος στόχος της εφαρμογής αυτής είναι να χτιστεί ένα σύστημα, τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και σε επίπεδο λογισμικού, με τις παρακάτω ιδιότητες:

- Εύκολο στην υλοποίηση.
- Να υπάρχει διαθέσιμο υλικό με πληροφορίες ελεύθερο στον καθένα.
- Να ταιριάζει στις ανάγκες και τις απαιτήσεις του χρήστη.
- Να χτιστεί με όσο το δυνατόν περισσότερα εργαλεία Open-source.
- Να είναι προσαρμοστικό.
- Να είναι όσο το δυνατόν πιο φθηνό.

Με βάση τους παραπάνω παράγοντες επιλέξαμε το υλικό για την πρακτική εφαρμογή το οποίο βασίζεται σε τεχνολογίες Ανοικτού Κώδικα. Το λογισμικό που χρειάστηκε για την παραμετροποίηση και τον προγραμματισμό επίσης ανήκει σε τεχνολογίες Ανοικτού Κώδικα και είναι προσβάσιμο σε όλους χωρίς κάποιο κόστος.

Φυσικά υπάρχουν υλικά τα οποία δεν αποτελούν ανάγκη για την υλοποίηση του παρόντος και είναι στην κρίση του χρήστη μέχρι που θα φτάσει το κόστος της υλοποίησης της εφαρμογής.

#### 5.2 Πεδίο εφαρμογής

Το πεδίο εφαρμογής της παρούσας υλοποίησης αφορά φυσικά την αγροτική παραγωγή και τον έλεγχο της, άμεσα ή έμμεσα, σε συνδυασμό με την εξαγωγή αποτελεσμάτων/δεδομένων που υπάρχουν μέσα από το σύστημα.

Η εφαρμογή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε καλλιέργειες οι οποίες είναι σε κλειστό χώρο και πιο συγκεκριμένα σε εγκαταστάσεις θερμοκηπίων είτε είναι σε ανοικτό χώρο όπως χωράφια.

Η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης εφαρμογής σε ανοικτό χώρο ίσως να είναι μικρότερη καθώς οι συνθήκες που επικρατούν δεν είναι ελεγχόμενες και είναι «σκληρότερες» από αυτές ενός θερμοκηπίου. Επίσης η μελέτη δεν έγινε σε ανοικτό χώρο καθώς οι κόμβοι δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτικοί απέναντι σε μεγάλα ποσοστά υγρασίας, όπως πχ σε περίπτωση βροχής, πράγμα που την κάνει «αδύναμη» σε ένα τέτοιο φυσικό φαινόμενο.

Θα δούμε παρακάτω την περιγραφή του υλικού, του λογισμικού καθώς και του πειράματος που πραγματοποιήθηκε.

## 6 Hardware – Υλικό

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε το υλικό που χρησιμοποιήσαμε για να προχωρήσουμε στην υλοποίηση του ΑΔΑ για την συγκεκριμένη εργασία.

### 6.1 Otherboards – Arduino

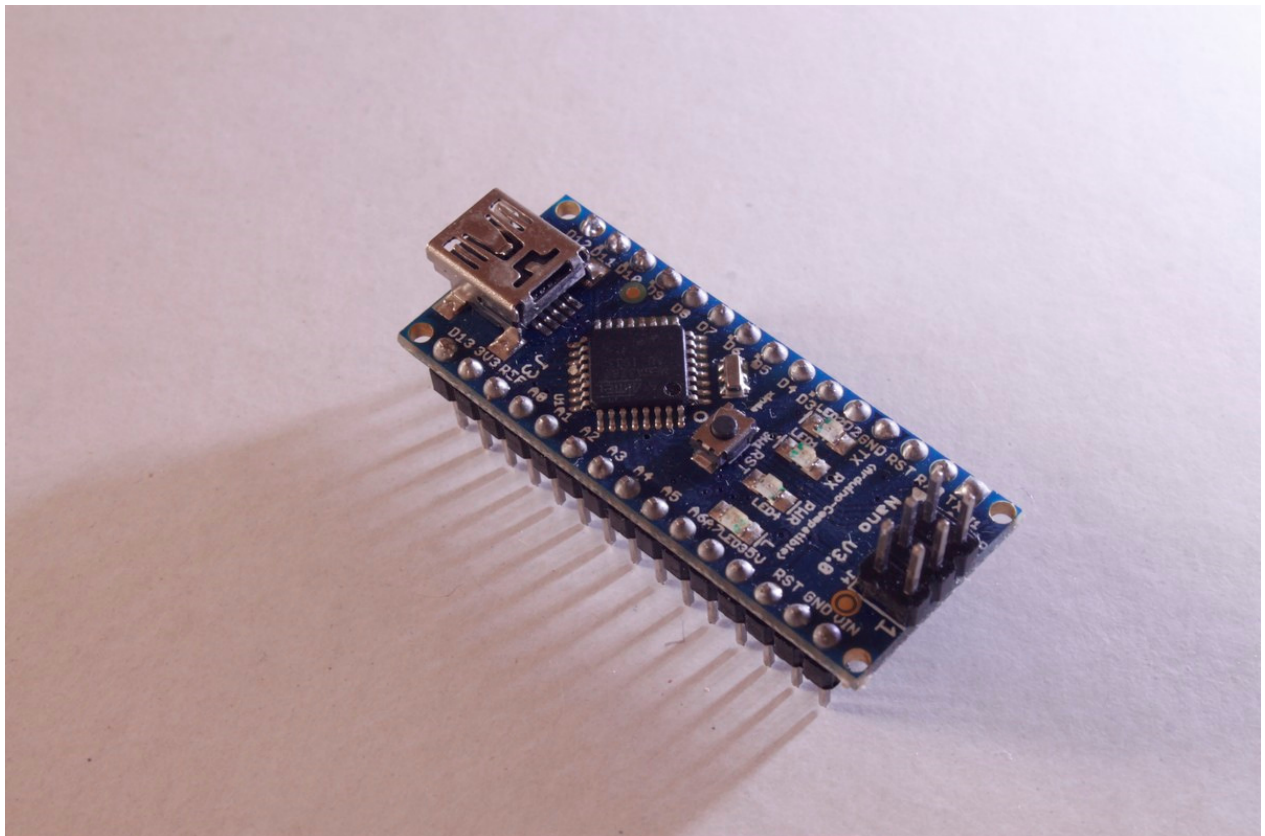
Το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής μονής πλακέτας, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++ ).

Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider.

Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες, το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα και διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

Συγκεκριμένα στα πλαίσια αυτής της εργασίας, χρησιμοποιήσαμε την έκδοση “Arduino Nano V3” που θα δούμε παρακάτω.

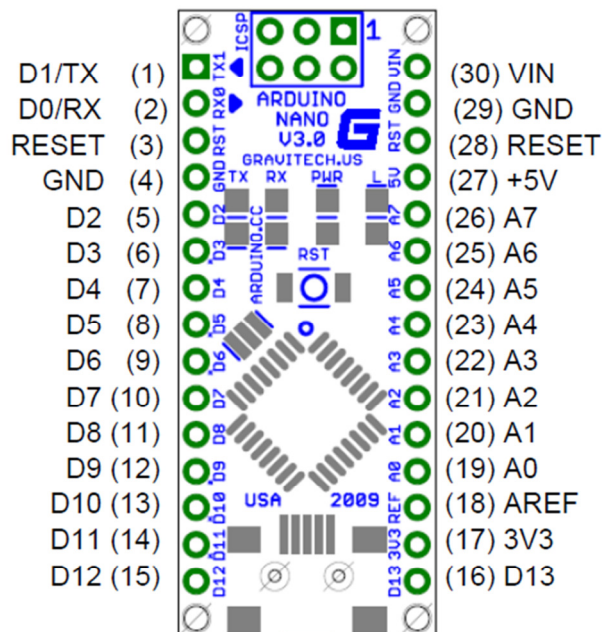
### 6.2 Arduino Nano V3



### 6.2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Microcontroller	ATmega328
Architecture	AVR
Operating Voltage	5 V
Flash Memory	32 KB of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
Clock Speed	16 MHz
Analog I/O Pins	8
EEPROM	1 KB
DC Current per I/O Pins	40 mA (I/O Pins)
Input Voltage	7-12 V
Digital I/O Pins	22
PWM Output	6
Power Consumption	19 mA
PCB Size	18 x 45 mm
Weight	7 g

## 6.2.2 Pin Layout

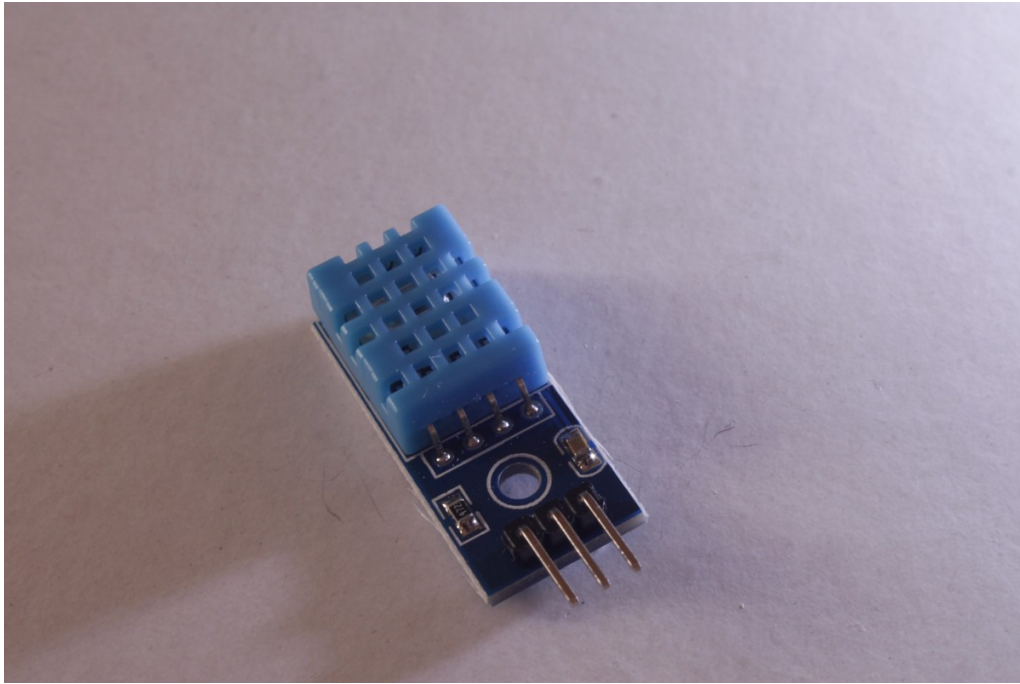


Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A0-A7	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

## 6.3 Αισθητήρας - DHT11

Ο DHT11 είναι ένας βασικός, εξαιρετικά χαμηλού κόστους ψηφιακός αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας. Χρησιμοποιεί έναν χωρητικό αισθητήρα υγρασίας και ένα θερμίστορ για τη μέτρηση του περιβάλλοντος αέρα και εκπέμπει ένα ψηφιακό σήμα στον ακροδέκτη δεδομένων (δεν χρειάζονται αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου).

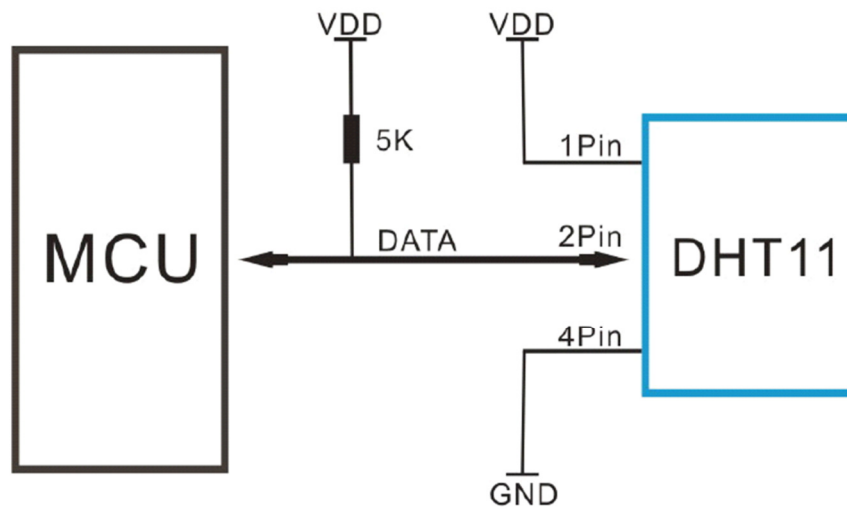
Είναι αρκετά απλό στη χρήση, αλλά απαιτεί προσεκτικό χρονοισμό για να «πιάσει» τα δεδομένα. Το μόνο πραγματικό μειονέκτημα αυτού του αισθητήρα είναι ότι μπορούμε να πάρουμε νέα δεδομένα μόνο μία φορά κάθε 2 δευτερόλεπτα.



### 6.3.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
<b>Humidity</b>				
<b>Resolution</b>		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
<b>Repeatability</b>			± 1%RH	
<b>Accuracy</b>	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
<b>Interchangeability</b>	Fully Interchangeable			
<b>Measurement Range</b>	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
<b>Response Time (Seconds)</b>	1/e(63%)25°C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
<b>Hysteresis</b>			± 1%RH	
<b>Long-Term Stability</b>	Typical		± 1%RH/year	
<b>Temperature</b>				
<b>Resolution</b>		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
<b>Repeatability</b>			± 1°C	
<b>Accuracy</b>		± 1°C		± 2°C
<b>Measurement Range</b>		0°C		50°C
<b>Response Time (Seconds)</b>	1/e(63%)	6 S		30 S

### 6.3.2 Block Diagram



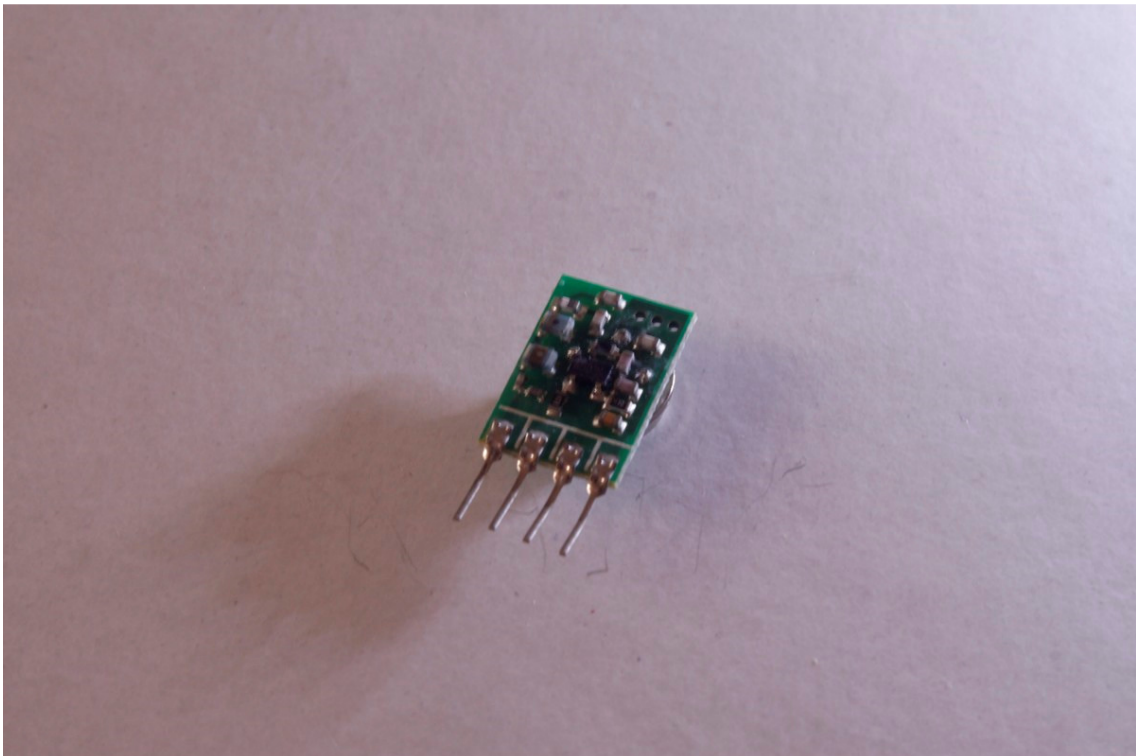
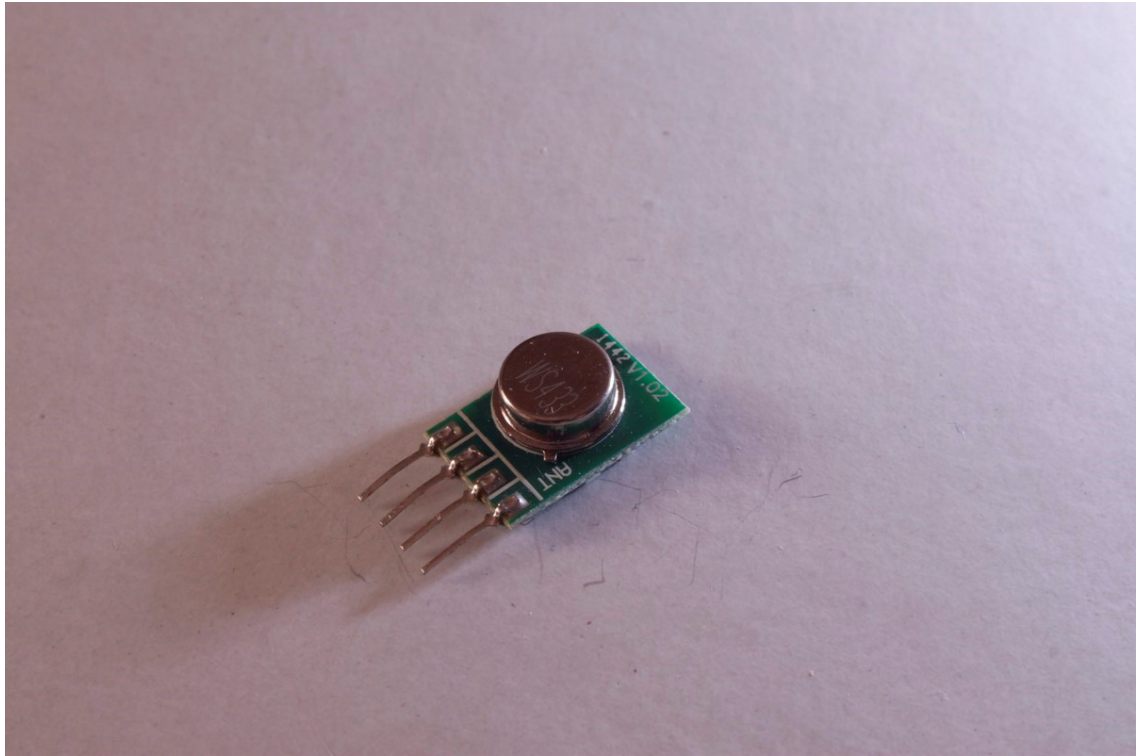
## 6.4 Ασύρματο κύκλωμα μετάδοσης – RF Link

### 6.4.1 Πομπός

Αυτοί οι ασύρματοι πομποί λειτουργούν με τους αντίστοιχους δέκτες στα 433MHz. Μπορούν εύκολα να χωρέσουν σε ένα breadboard και να λειτουργήσουν καλά με μικροελεγκτές για να δημιουργήσουν μια πολύ απλή ασύρματη σύνδεση δεδομένων.

Δεδομένου ότι αυτοί είναι μόνο πομποί, θα λειτουργούν μόνο για να αποστέλουν δεδομένα μονόδρομα. Θα χρειαζόμασταν δύο ζεύγη (διαφορετικών συχνοτήτων) για να ενεργήσει ως ζεύγος πομπού / δέκτη.

Τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης λειτουργούν σε κοινές συχνότητες και δεν έχουν αναγνωριστικά. Επομένως, είναι απαραίτητη μια μέθοδος φιλτραρίσματος θορύβου καθώς και του «ταιριάσματος» του αποστολέα και δέκτη.





#### 6.4.1.1 Pins Layout

Pin	Function
1	GND
2	Data in
3	Vcc
4	ANT



#### 6.4.1.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

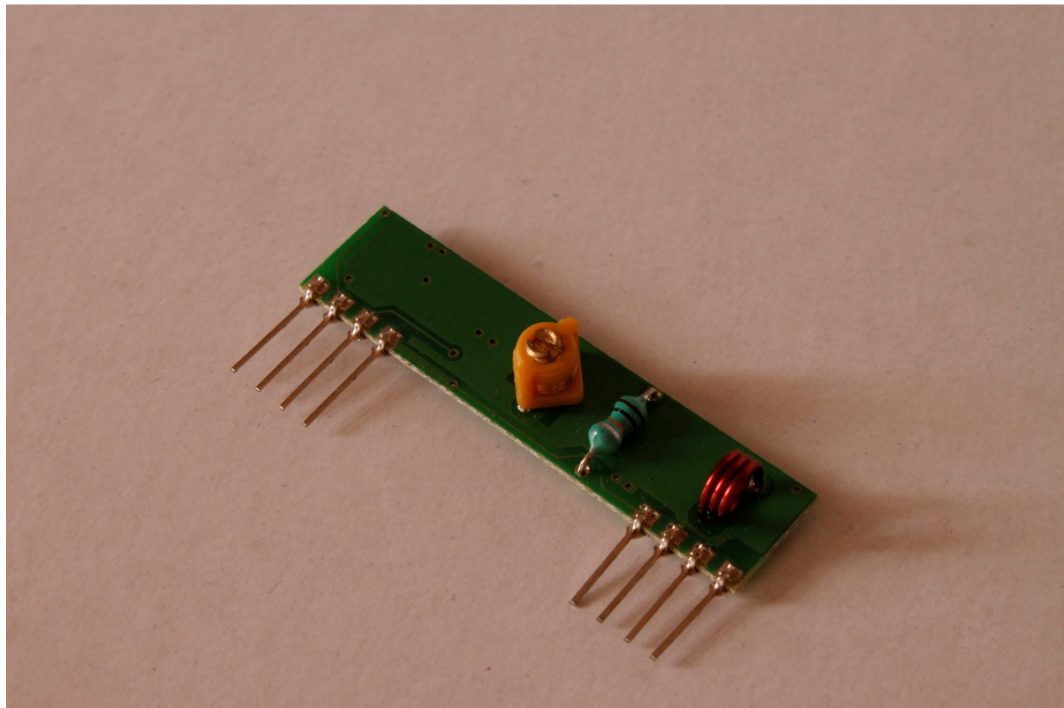
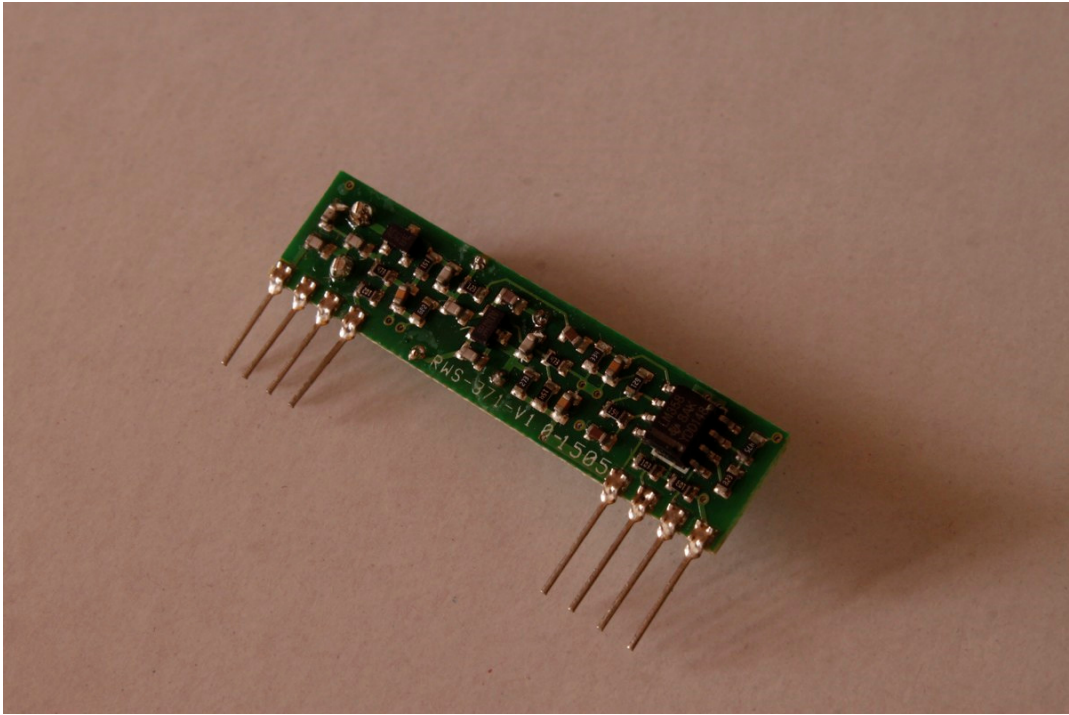
Characteristic	Min	Type	Max	Unit
Operating Frequency ( $\pm 250\text{KHz}$ )	433.67	433.92	434.17	MHz
Data Rate			8	Kbps
Current Consumption			8	mA
Output Power			32	mW
Operating Voltage	3		12	Vdc
Operating Ambient Temperature	-20		+85	$^{\circ}\text{C}$

#### 6.4.2 Δέκτης

Αυτοί οι ασύρματοι δέκτες λειτουργούν με τους αντίστοιχους πομπούς στα 433MHz που είδαμε παραπάνω. Μπορούν εύκολα να χωρέσουν σε ένα breadboard και να λειτουργήσουν καλά με μικροελεγκτές για να δημιουργήσουν μια πολύ απλή ασύρματη σύνδεση δεδομένων.

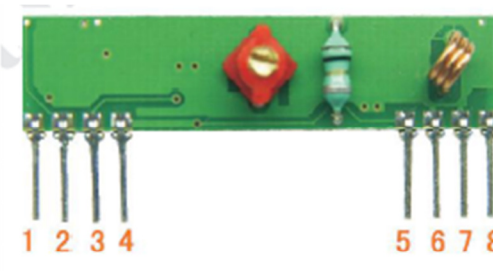
Δεδομένου ότι αυτοί είναι μόνο πομποί, θα λειτουργούν μόνο για να αποστέλουν δεδομένα μονόδρομα. Θα χρειαζόμασταν δύο ζεύγη (διαφορετικών συχνοτήτων) για να ενεργήσει ως ζεύγος πομπού / δέκτη.

Τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης λειτουργούν σε κοινές συχνότητες και δεν έχουν αναγνωριστικά. Επομένως, είναι απαραίτητη μια μέθοδος φιλτραρίσματος θορύβου καθώς και του «ταιριάσματος» του αποστολέα και δέκτη.



### 6.4.2.1 Pin Layout

Pin	Function
1	GND
2	Digital Output
3	Linear Out
4	VCC
5	VCC
6	GND
7	GND
8	ANT(About 13cm)

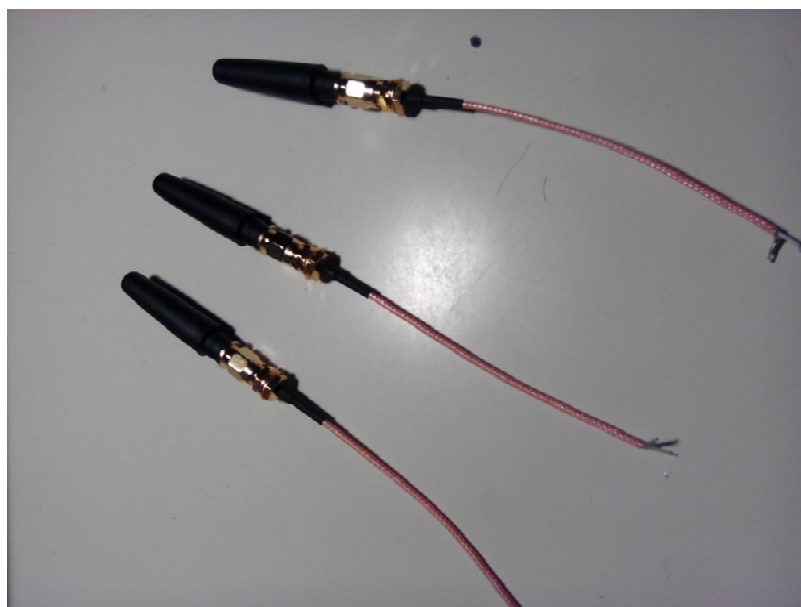


### 6.4.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Characteristic	Sym	Min	Type	Max	Unit
Operating Radio Frequency	FC	433.420	433.920	434.420	MHz
Sensitivity	Pref.	-106	-108	-110	dBm
Channel Width		-500		+ 500	KHz
Noise Equivalent BW	NEB		5	4	
Baseboard Data Rate				3	KB/S
Receiver Turn On Time				3	ms

### 6.4.3 Κεραίες

Οι κεραίες που χρησιμοποιήσαμε είναι τυπικές κεραίες εκπομπής και λήψης στα 433Mhz στις οποίες προστέθηκε καλώδιο επέκτασης με αντίστοιχο σπείρωμα τύπου SMA.



#### 6.4.3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Item		Specifications
Antenna	Frequency Range	433MHz
	Band Width	CF±5MHz
	Polarization	Linear
	Gain	2dBi (Zenith)
	V.S.W.R (min)	<2.0
	Impedance	50Ω
	Connector	SMA Male
Environmental	Operating Temperature	-40°C~+85°C
	Vibration	10 to 55Hz with 1.5mm amplitude 2hours
	Environmentally Friendly	ROHS Compliant

#### 6.5 Λοιπά υλικά

Επιπλέον για τις ανάγκες της συναρμολόγησης, αρχικά σε δοκιμαστικό breadboard κι την έπειτα μεταφορά σε veroboard με σταθερές κολλήσεις, χρησιμοποιήσαμε τα παρακάτω υλικά:

- Καλώδια
- Αντιστάσεις
- Κολλητήρι με σύρμα καλάϊ
- Veroboards
- Θήκες από πλαστικό υλικό

#### 6.6 Τροφοδοσία

Η τροφοδοσία προς τα Arduino μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Ο ένας είναι μέσω σταθερής παροχής από το καλώδιο USB στο οποίο και είναι συνδεδεμένο στο τερματικό (υπολογιστή) μας και ο άλλος είναι με ξεχωριστή τροφοδοσία, αυτή της μπαταρίας.

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή έχουν δοκιμαστεί και οι δύο τρόποι τροφοδοσίας και για λόγους προσαρμοστικότητας και ευελιξίας επιλέξαμε στους κόμβους να δώσουμε τροφοδοσία από μπαταρία 9V και στο Gateway σταθερή τροφοδοσία από το καλώδιο του USB καθώς είναι συνδεδεμένο στο τερματικό μας ώστε να βλέπουμε τα δεδομένα που εξάγονται.

## 7 Software – Λογισμικό

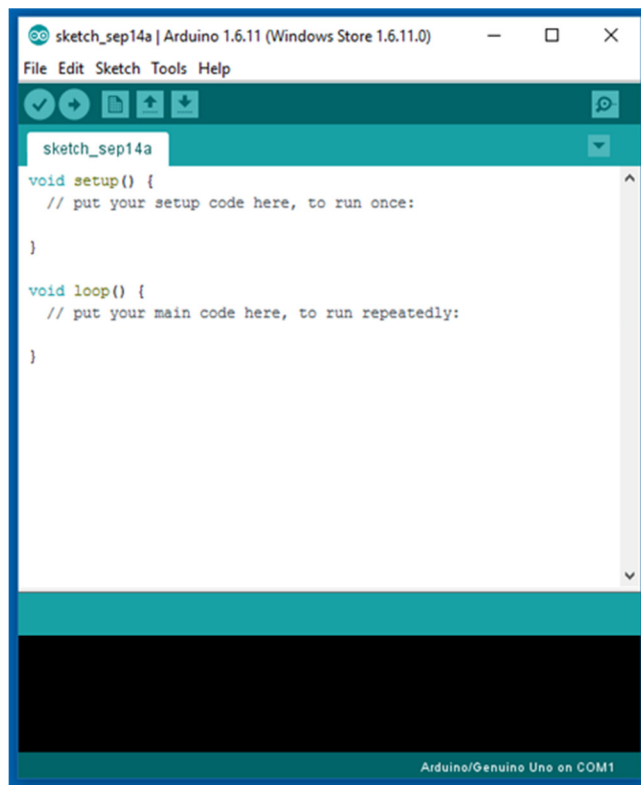
Στο Κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί ο κώδικας καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε για να προγραμματίσουμε τους κόμβους καθώς και το gateway/sink.

## 7.1 Arduino IDE

Το περιβάλλον προγραμματισμού των μικροεπεξεργαστών Arduino, προσφέρεται δωρεάν (<https://www.arduino.cc/en/main/software>) και μας βοηθά να προγραμματίσουμε τα δύο nodes καθώς και το gateway.

Αφού γίνει η σύνδεση του Arduino στον υπολογιστή μας, τότε επιλέγοντας την σωστή σειριακή θύρα μπορούμε να ξεκινήσουμε να γράφουμε τον κώδικα κι έπειτα να τον ανεβάσουμε στον μικροεπεξεργαστή.

Δεν θα γίνει λεπτομερής περιγραφή του πως γίνεται ο προγραμματισμός των μικροεπεξεργαστών καθώς δεν αποτελεί κύριο μέρος της παρούσας εργασίας. Θα παρουσιαστεί στην συνέχεια ο κώδικας ξεχωριστά για τα nodes καθώς και το gateway.



### 7.1.1 aster node – Gateway

Το gateway είναι η συσκευή η οποία συλλέγει τα δεδομένα που έχουν αποσταλεί από τα nodes και μας εμφανίζει στην κονσόλα του τερματικού του οποίου είναι συνδεδεμένο, τα αποτελέσματα τα οποία έχει λάβει.

### 7.1.2 Κώδικας του Gateway

```
// receiver.pde
//
// Simple example of how to use VirtualWire to receive messages
// Implements a simplex (one-way) receiver with an Rx-B1 module
```

```

//
// See VirtualWire.h for detailed API docs
// Author: Mike McCauley (mikem@airspayce.com)
// Copyright (C) 2008 Mike McCauley
// $Id: receiver.pde,v 1.3 2009/03/30 00:07:24 mikem Exp $

#include "VirtualWire.h"
#define RXPIN 2

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //Transmit readings over this port
  // Initialise the IO and ISR
  vw_set_rx_pin(RXPIN);
  vw_set_ptt_inverted(true); // Required for DR3100
  vw_setup(2000); // Bits per sec
  vw_rx_start(); // Start the receiver PLL running
}

void loop()
{
  uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
  uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;

  if (vw_get_message(buf, &buflen)) // Non-blocking
  {
    int i;

    digitalWrite(13, true); // Flash a light to show received good message
    Serial.println("Message Received");
    // Message with a good checksum received, dump it.
    for (i = 0; i < buflen; i++)
    {
      Serial.print(char(buf[i]));
    }
    Serial.println("");
    digitalWrite(13, false);
  }
}

```

### 7.1.3 Slave nodes

#### 7.1.3.1 Κώδικας των nodes

Ο παρακάτω κώδικας εφαρμόστηκε και στους δύο κόμβους που στέλνουν πληροφορία. Για να γίνουν διακριτοί οι κόμβοι, έχει προστεθεί το «MYID» με το οποίο βάζουμε έναν αριθμό στον κάθε κόμβο. Συνεπώς για τον κόμβο 1, του φορτώνουμε τον κώδικα με MYID 1 και αντίστοιχα για τον δεύτερο κόμβο MYID 2.

Για να μην αντιμετωπίσουμε πρόβλημα με την ταυτόχρονη αποστολή δεδομένων, αυτή γίνεται σε random χρόνο ώστε να μην συμπίπτει η αποστολή του ενός κόμβου με του άλλου.

```
#include "VirtualWire.h"
#include "DHT.h"
#include "SoftwareSerial.h"

#define MYID 1 //the ID number of this board. We change this for each board weflash.
//The ID will be transmitted with the data so you can tell which device is
transmitting
#define TRANSPIN 3 //what pin to transmit on
#define DHTPIN 4 // what pin the DHT is connected to
#define UNIT 1 // 0 for Fahrenheit and 1 for Celsius

// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
// #define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
// #define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)

// Connect pin 1 (on the left) of the sensor to +5V
// Connect pin 2 of the sensor to whatever your DHTPIN is
// Connect pin 4 (on the right) of the sensor to GROUND
// Connect a 10K resistor from pin 2 (data) to pin 1 (power) of the sensor
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
SoftwareSerial mySerial(11, 12); // RX, TX

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  randomSeed(analogRead(A0)); //initialize the random number generator with
//a random read from an unused and floating analog port
//initialize the virtual wire library
vw_set_ptt_inverted(true); // Required for DR3100
vw_set_tx_pin(TRANSPIN);
vw_setup(2000); //keep the data rate low for better reliability and range

//Initialize the Sensor
dht.begin();
```

```

}

int ftoa(char *a, float f) //translates floating point readings into strings to send over the air
{
  int left=int(f);
  float decimal = f-left;
  int right = decimal *100; //2 decimal points
  if (right > 10) { //if the decimal has two places already. Otherwise
    sprintf(a, "%d.%d",left,right);
  } else {
    sprintf(a, "%d.0%d",left,right); //pad with a leading 0
  }
}

int xmitMessage(char *msg){
  digitalWrite(13, true); // Flash an led to show transmitting
  vw_send((uint8_t *)msg, strlen(msg));
  vw_wait_tx(); // Wait until the whole message is gone
  digitalWrite(13, false);
}

void loop() {
  char message[50];

  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  float tf = t * 1.8 +32; //Convert from C to F

  //build the message
  char temp[6]; //2 int, 2 dec, 1 point, and \0
  char hum[6];
  if (UNIT == 0){ //choose the right unit F or C
    ftoa(temp,tf);
  }
  else {
    ftoa(temp,t);
  }
  ftoa(hum,h);

  // check if returns are valid, if they are NaN (not a number) then something went wrong!
  if (isnan(t) || isnan(h)) {
    sprintf(message, "ID:%d:TS:%lu:ER:ERROR\0", MYID, millis()); //millis provides a stamp for
    deduping if signal is repeated
  }
}

```



```

Serial.println("Failed to read from DHT");
xmitMessage(message);
} else {
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %\t");
Serial.print("Temperature: ");
if (UNIT == 0 ) {
Serial.print(tf);
Serial.println(" *F");
}else {
Serial.print(t);
Serial.println(" *C");
}
Serial.print("Sending Message: ");
if (UNIT == 0 ){
sprintf(message, "ID:%d:TS:%lu:TF:%s:RH:%s\0", MYID, millis(), temp, hum); //millis
provides a stamp for deduping if signal is repeated
}
else { //Celsius
sprintf(message, "ID:%d:TS:%lu:TC:%s:RH:%s\0", MYID, millis(), temp, hum); //millis
provides a stamp for deduping if signal is repeated
}
Serial.println(message);
xmitMessage(message); //message will not be sent if there is an error
}
unsigned long randNumber = random(60,120); //1 to 2 minutes to delay
unsigned long sleepTime=randNumber*1000;
Serial.print("Sleeping ");
Serial.print(sleepTime);
Serial.println(" milliseconds");
mySerial.print("Hello World!");
delay(sleepTime); //Sleep randomly to avoid cross talk with another unit
}

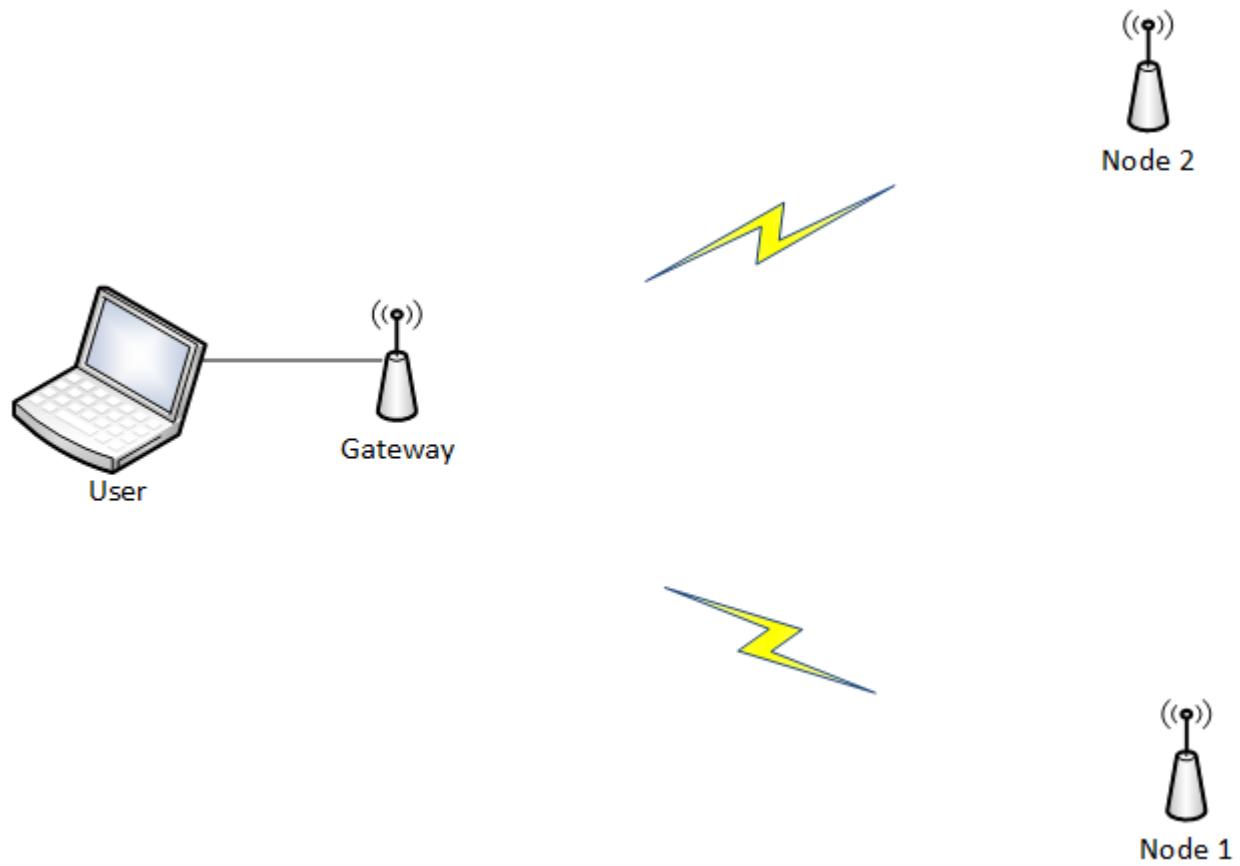
```

## 8 Αρχιτεκτονική, σχεδιασμός

Το δίκτυο αποτελείται από δύο Nodes τα οποία συλλέγουν δεδομένα, αυτά της θερμοκρασίας και της υγρασίας του περιβάλλοντος αέρα μέσω του αισθητήρα DHT 11 και τα στέλνουν έπειτα μέσα από το Radio Frequency κύκλωμα στο gateway.

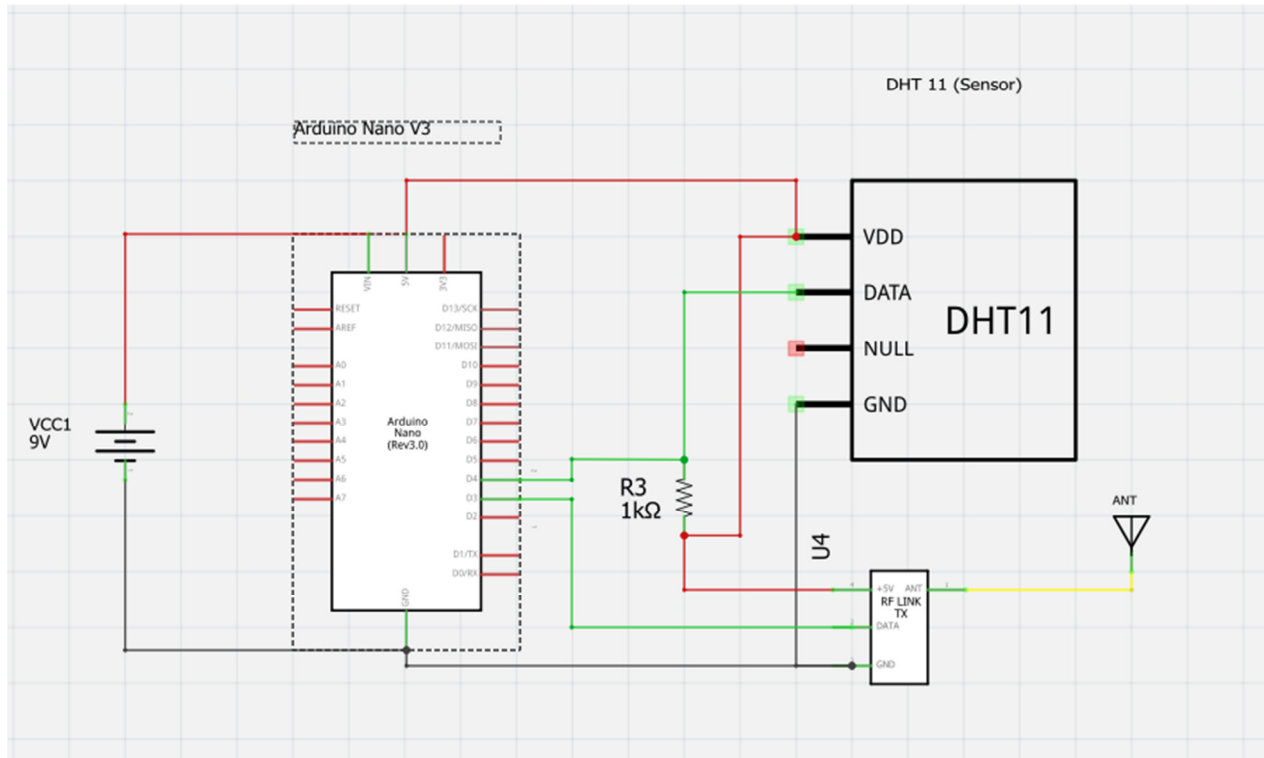
Το gateway αφού λάβει την πληροφορία, την εμφανίζει στο τερματικό στο οποίο είναι συνδεδεμένο. Πιο συγκεκριμένα η εμφάνιση γίνεται στην κονσόλα της σειριακής θύρας στην οποία έχει συνδεθεί.

## 8.1 Σχηματική απεικόνιση δικτύου

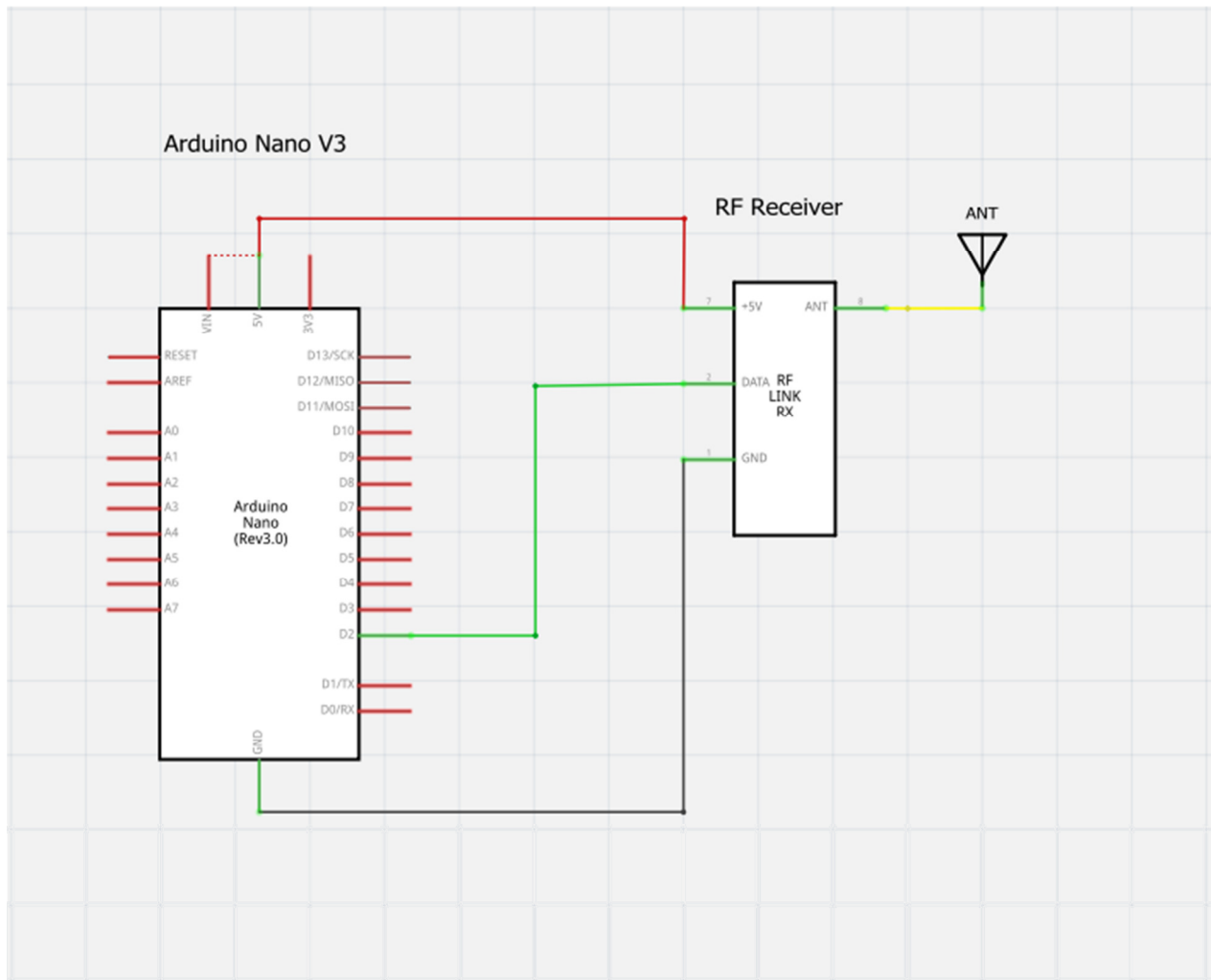


## 8.2 Schematics

### 8.2.1 Πομπός



### 8.2.2 Δέκτης

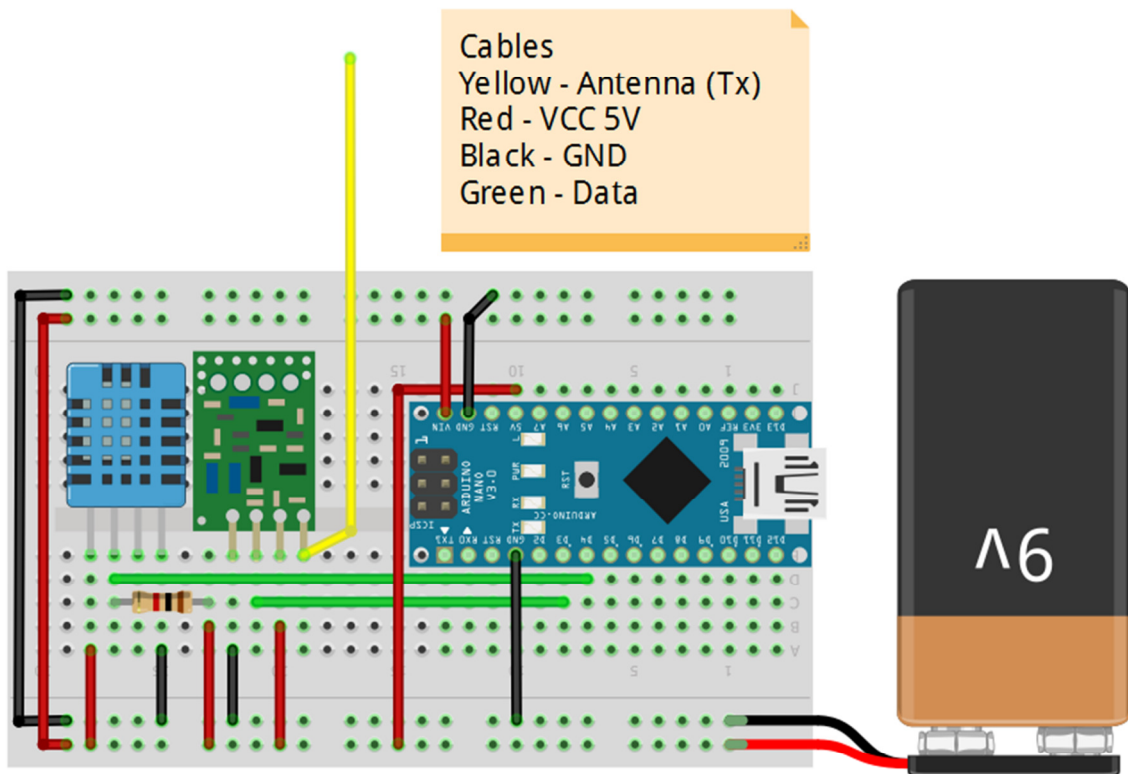


### 8.3 Σχεδιασμός σε Breadboard

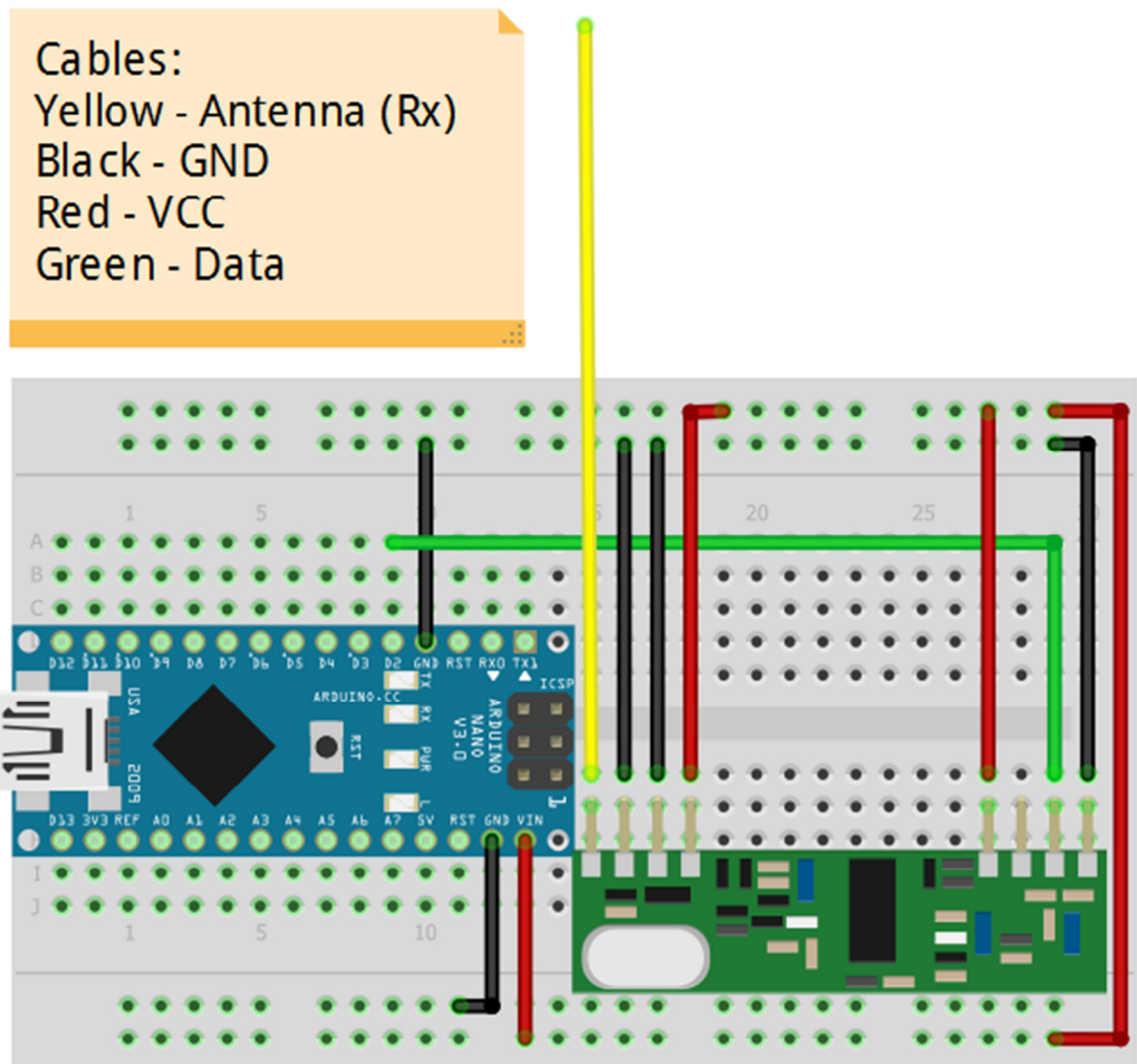
Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση σε breadboards έγινε για το πρώτο στάδιο στο οποίο θέλουμε να βεβαιώσουμε ότι ο συνδυασμός όλων των περιφερειακών μας καθώς και του κώδικα, μπορεί να λειτουργήσει.

Παρακάτω θα δούμε λοιπόν τον σχεδιασμό σε δοκιμαστικές πλακέτες με την χρήση καλωδίων (jumper wires).

### 8.3.1 Πομπός



### 8.3.2 Δέκτης



## 9 Τελική εφαρμογή

Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε την υλοποίηση της εφαρμογής από το πρώτο στάδιο το οποίο ήταν και το δοκιμαστικό, μέχρι και το τελικό, στάδιο το οποίο περιλαμβάνει συναρμολόγηση και τοποθέτηση των κόμβων καθώς και του gateway σε προστατευτικές θήκες.

Επίσης θα δούμε και μία περίπτωση μελέτης όπου θα θέσουμε το δίκτυο σε λειτουργία ώστε να δούμε την έξοδο των δεδομένων που μας δίνει.

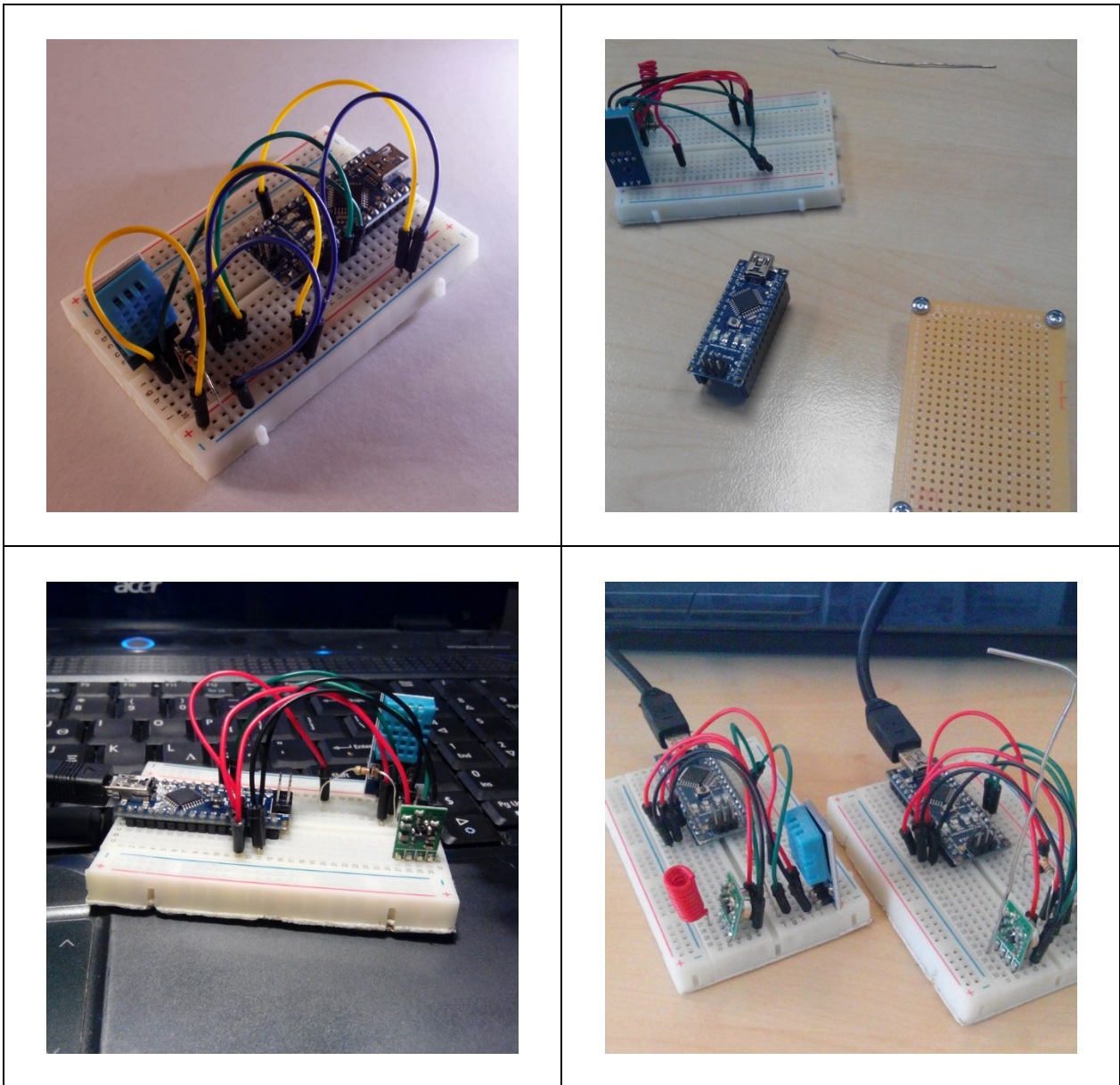
## 9.1 Φωτογραφίες του υλικού της εφαρμογής

### 9.1.1 Πρώτο στάδιο – Δοκιμή σε Breadboard

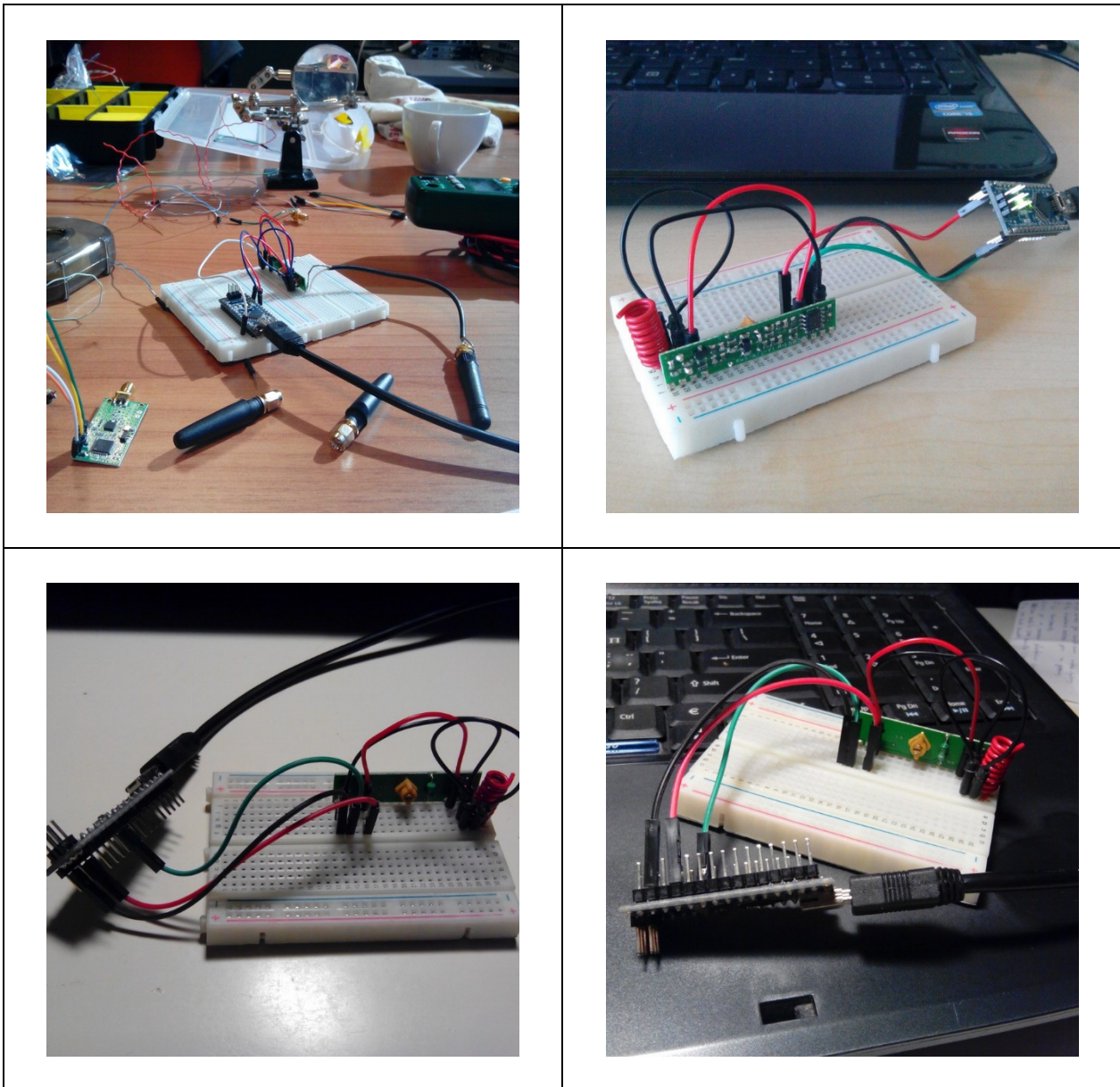
Αρχικά η εφαρμογή υλοποιήθηκε σε δοκιμαστικά breadboard όπου η σύνδεση των περιφερειακών έγινε με καλώδια (jumper wires).

Θα δούμε παρακάτω φωτογραφίες από την αρχική δοκιμή.

#### 9.1.1.1 Πομποί



### 9.1.1.2 Δέκτης



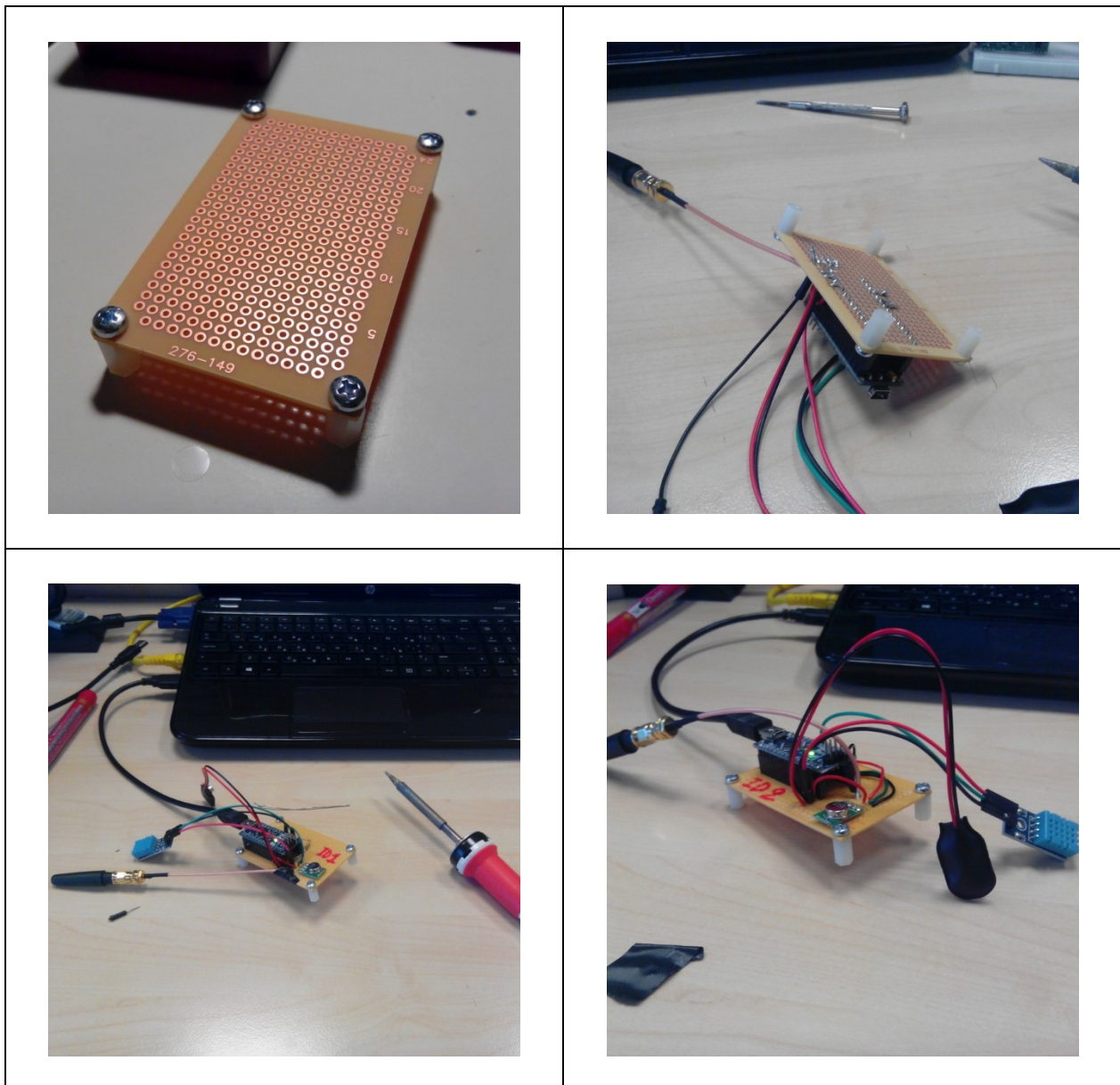
### 9.1.2 Δεύτερο στάδιο – Μεταφορά σε Veroboard

Στο στάδιο αυτό προχωρήσαμε σε μόνιμες κολλήσεις πάνω σε veroboards όπου και έγινε η προετοιμασία των κυκλωμάτων ώστε να προχωρήσουμε στην συνέχεια στην μεταφορά σε θήκες.

Παρακάτω θα δούμε φωτογραφίες από την μεταφορά των υλικών σε πλακέτα με μόνιμες κολλήσεις.



### 9.1.2.1 Πομποί

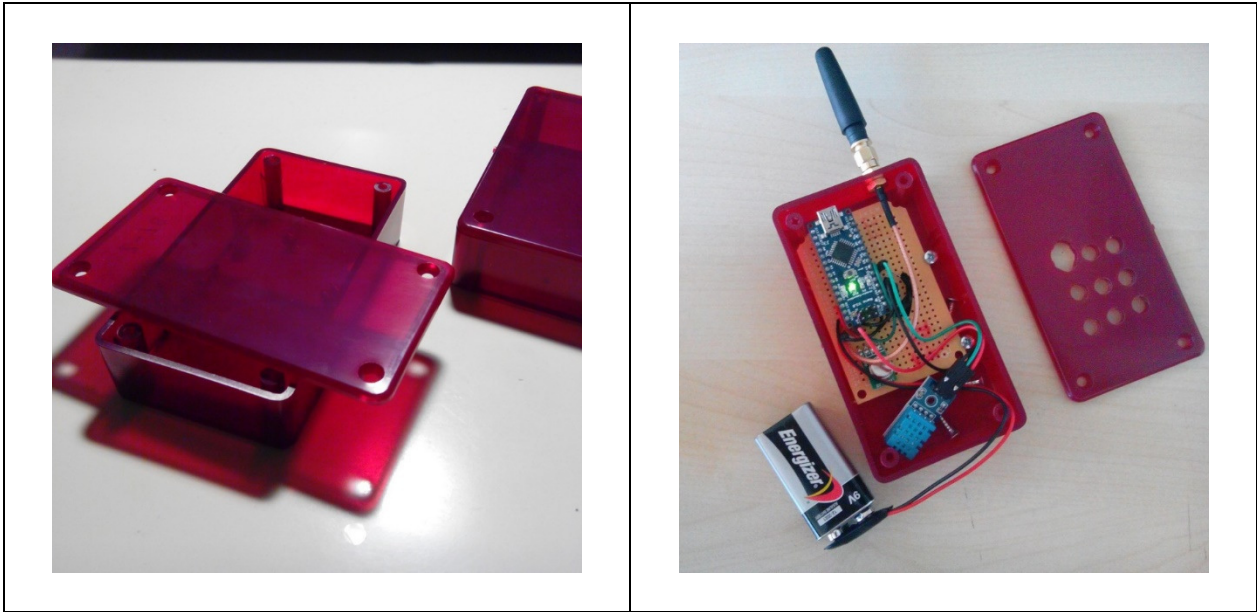


### 9.1.3 Τρίτο στάδιο – Μεταφορά σε θήκες

Αφού ολοκληρώθηκε η παραπάνω διαδικασία, έγινε η μεταφορά όλων των υλικών, ξεχωριστά πομπών και δέκτη, σε θήκες ώστε τα κυκλώματα να μην είναι σε μεγάλο βαθμό εκτεθειμένα.

Για να μπορεί ο αισθητήρας να λαμβάνει μετρήσεις από τον περιβάλλον αέρα, έγιναν τρύπες στην πρόσοψη της θήκης (κόκκινο κουτί).

### 9.1.3.1 Πομποί



### 9.1.3.2 Δέκτης





## 9.2 Περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας – Case Study

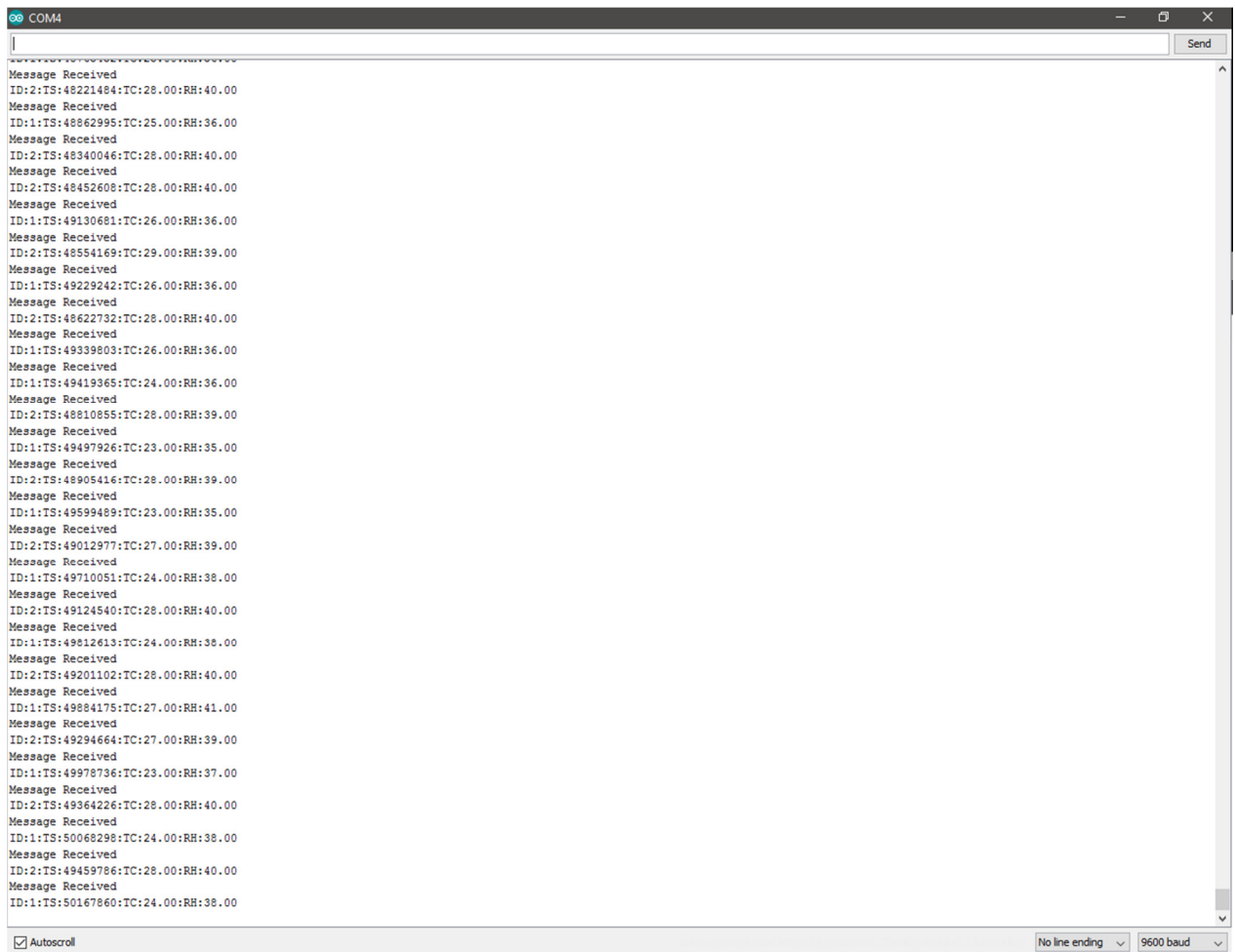
Για την διαδικασία δοκιμής, επιλέξαμε να τοποθετήσουμε τους κόμβους σε ανοικτό περιβάλλον όπου οι κόμβοι θα είναι εκτεθειμένοι στον περιβάλλοντα αέρα, με σκοπό να παρακολουθήσουμε τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας στο περιβάλλον.

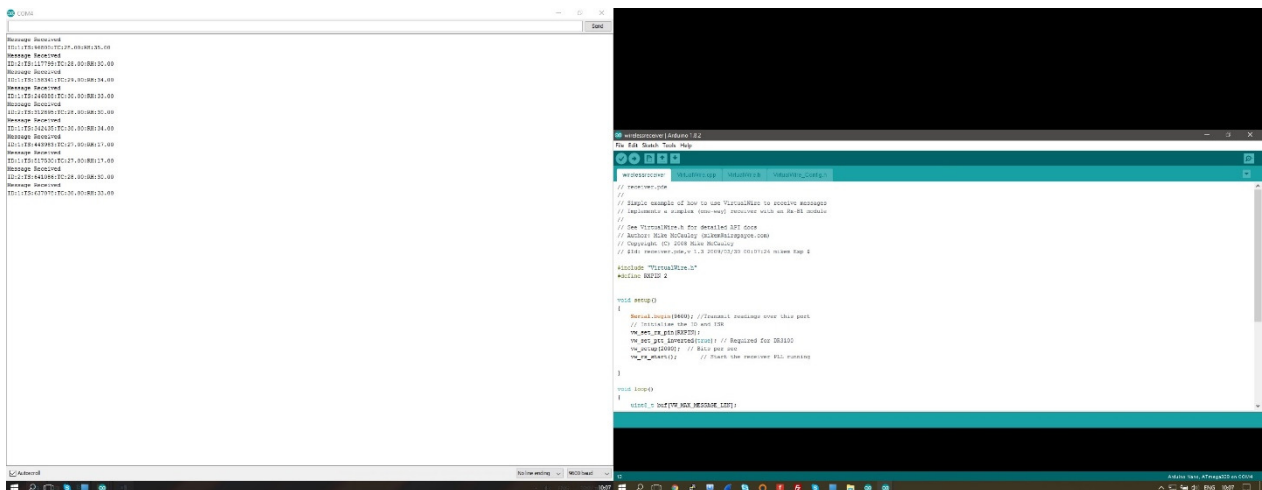
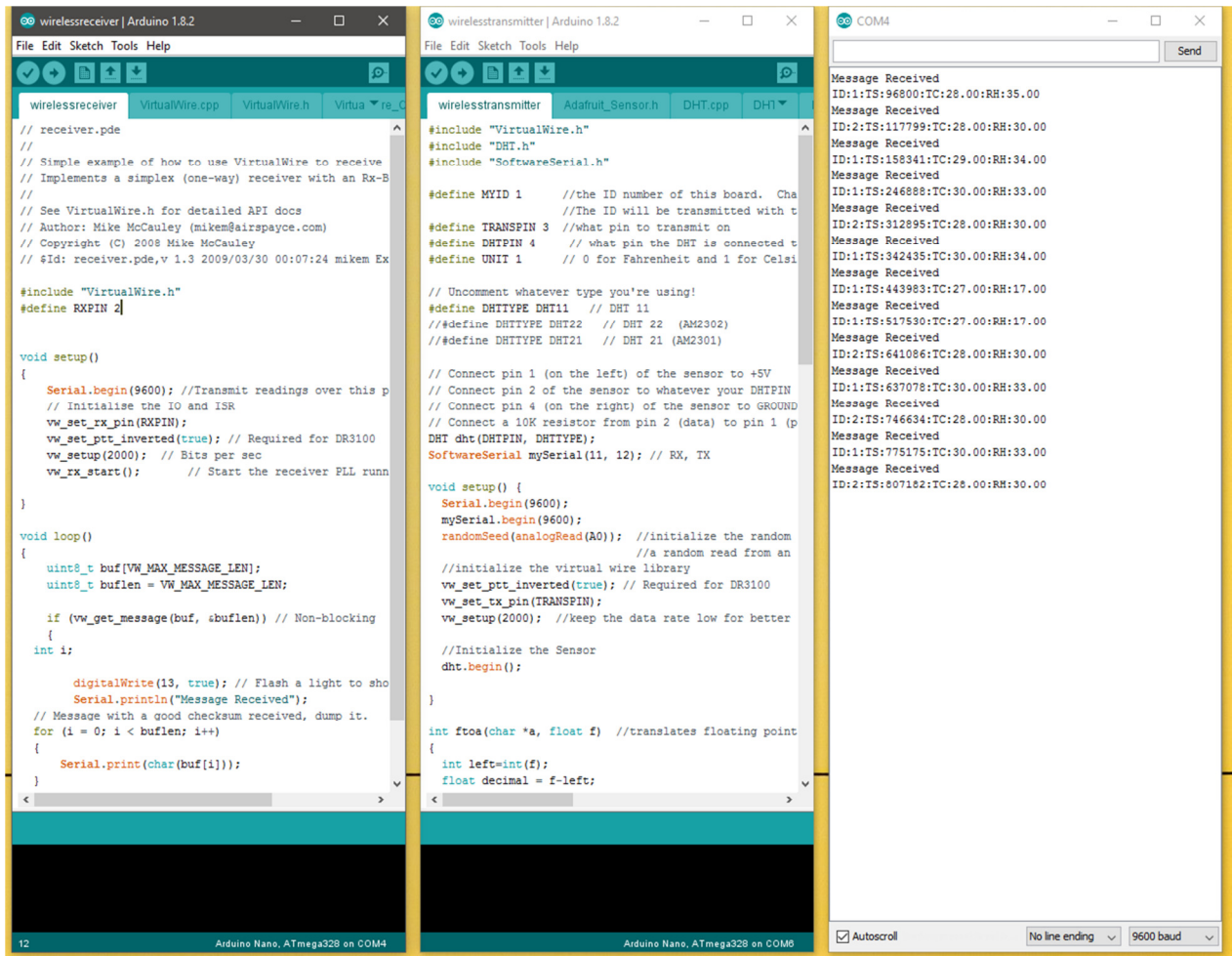
Οι κόμβοι τοποθετήθηκαν σε γλάστρες φυτών σε διαφορετικές θέσεις ώστε οι συνθήκες να διαφέρουν έστω και ελάχιστα. Οι κόμβοι τοποθετήθηκαν σε απόσταση 5 μέτρων από τον δέκτη. Παρακάτω θα παρουσιαστούν ενδεικτικά μετρήσεις ενός εικοσιτετραώρου ώστε να δούμε τις σχετικές αλλαγές στο περιβάλλον.

### 9.2.1 Φωτογραφίες



### 9.3 Screenshots από το τερματικό της κονσόλας





## 9.4 Αποτελέσματα μετρήσεων

### 9.4.1 Πίνακας μετρήσεων

#### 9.4.1.1 Κόμβος D 1

Ώρα	Θερμοκρασία σε °C	Υγρασία σε ποσοστό % στον περιβάλλον αέρα
10:00	33	26
11:00	35	25
12:00	35	24
13:00	35	25
14:00	35	24
15:00	36	25
16:00	45 (έκθεση σε ήλιο)	19
17:00	38	23
18:00	35	25
19:00	34	26
20:00	34	25
21:00	32	26
22:00	32	26
23:00	31	27
00:00	30	28
01:00	30	27
02:00	30	27
03:00	30	26
04:00	30	27
05:00	30	27
06:00	30	27
07:00	30	29
08:00	30	28
09:00	30	29
10:00	31	28

#### 9.4.1.2 Κόμβος D 2

Ώρα	Θερμοκρασία σε °C	Υγρασία σε ποσοστό % στον περιβάλλον αέρα
10:00	35	28
11:00	34	28
12:00	34	29
13:00	35	28
14:00	35	28
15:00	36	28
16:00	37	27
17:00	37	28

18:00	36	31
19:00	35	32
20:00	34	30
21:00	34	32
22:00	33	32
23:00	32	36
00:00	32	36
01:00	31	37
02:00	30	31
03:00	28	24
04:00	26	26
05:00	28	29
06:00	28	28
07:00	28	27
08:00	28	24
09:00	27	20
10:00	29	28

## 9.5 Συμπεράσματα

Με την παρούσα εργασία, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό κομμάτι, κατανοήσαμε την λειτουργία, την χρήση καθώς και την δομή των Ασυρμάτων Δικτύων Αισθητήρων.

Μελετήσαμε τα χαρακτηριστικά τους και προχωρήσαμε σε πρακτική μελέτη με την υλοποίηση ενός, μικρής κλίμακας, ΑΔΑ το οποίο μας επέτρεψε να δούμε πως μπορούμε να παρακολουθήσουμε τις διακυμάνσεις του περιβάλλοντος σε επίπεδο θερμοκρασίας καθώς και σε επίπεδο υγρασίας ώστε αργότερα να εξάγουμε συνολικά δεδομένα και συμπεράσματα για την πορεία ανάπτυξης ενός φυτού, μελετώντας όσα έχουμε λάβει.

## 10 Θέματα μελλοντικής έρευνας - εργασίας

Καθώς τα ΑΔΑ αποτελούν έναν τομέα ο οποίος είναι ακόμη υπό εξέλιξη αλλά επίσης επιδέχεται τεράστιο όγκο μελλοντικής έρευνας και ανάπτυξης, θα παρουσιάσουμε μερικές προτάσεις (καθώς πρακτικά είναι άπειρες) στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Θα μπορούσαν λοιπόν αυτές οι προτάσεις, ως μελλοντική υλοποίηση να παρουσιαστούν ως επέκταση της παρούσας μελέτης ή να αποτελέσουν αυτούσιες μελέτες στον τομέα των ΑΔΑ.

### 10.1 Προσθήκη κόμβων – μελέτη εύρους περιοχής

Οι κόμβοι ή αλλιώς nodes, που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν δύο οι οποίοι έχουν διακριτή ταυτότητα (με βάση το ID τους). Θέμα για μελλοντική εργασία θα μπορούσε να αποτελέσει η προσθήκη νέων κόμβων στο δίκτυο.

Τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να δείξουν το μέγιστο μέγεθος ενός τέτοιου δικτύου καθώς και να μελετήσουν το εύρος το οποίο μπορεί να καλύψει.

## 10.2 Μέτρηση κατανάλωσης κόμβων

Στην παρούσα εργασία δεν έγινε μέτρηση της κατανάλωσης και βελτιστοποίηση του κώδικα ώστε να μελετηθούν οι περίοδοι που το κύκλωμα «κοιμάται» με σκοπό να μεγιστοποιηθεί η απόδοση της μπαταρίας.

Συνεπώς θα μπορούσε κάποιος στα πλαίσια έρευνας να βελτιστοποιήσει τον κώδικα με βάση τα Sleep Cycles του κυκλώματος ή του αισθητήρα ώστε να πετύχει μεγαλύτερη ζωή στην μπαταρία.

## 10.3 Απομακρυσμένη πρόσβαση – διαχείριση

Στα πλαίσια της μελέτης που έγινε, δεν προχωρήσαμε στην υλοποίηση κάποιου τρόπου απομακρυσμένης πρόσβασης, καθώς τα δεδομένα εξάγονται απευθείας από την σειριακή κονσόλα του τερματικού του χρήστη, στην οποία είναι συνδεδεμένο το gateway.

Θα μπορούσαμε λοιπόν να υλοποιήσουμε κάποιο σύστημα με το οποίο θα γίνει η προσθήκη του gateway σε ένα άλλο μεγαλύτερο δίκτυο, με αποτέλεσμα να μπορούμε να έχουμε μετάδοση δεδομένων σε αυτό ώστε να μπορεί και κάποιος άλλος χρήστης να έχει πρόσβαση σε αυτά.

## 10.4 Web Interface – Πρόσβαση από browser

Επεκτείνοντας την παραπάνω πρόταση, είναι εφικτό σε συνδυασμό με χρήση ενός Web Server να προωθηθούν τα δεδομένα σε αυτόν με αποτέλεσμα να μπορούμε να έχουμε πρόσβαση από οπουδήποτε στο internet.

Υπάρχουν ήδη εφαρμογές οι οποίες προσφέρουν σε μεγάλο βαθμό ένα έτοιμο Application Interface (API) με το οποίο μπορούμε να εξάγουμε και να δούμε απομακρυσμένα τα δεδομένα μας. Για παράδειγμα δύο εξ αυτών είναι το Thing Speak και το Xively.

## 10.5 Χρήση reports για εξαγωγή και αποθήκευση δεδομένων

Τέλος, με τον συνδυασμό όλων των παραπάνω και αφού έχουμε εξάγει δεδομένα, η βέλτιστη πρακτική για να τα αξιοποιήσουμε, είναι να τα αποθηκεύσουμε μέσω κάποιων reports ώστε να μπορούμε αργότερα να τα επεξεργαστούμε.

Η λύση αυτή μπορεί να μας προσφέρει μία εικόνα για την κατάσταση της καλλιέργειας σε παρελθοντικό χρόνο, πράγμα που μας βοηθά στο να εξάγουμε συμπεράσματα ή ακόμη και να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για την λήψη μίας απόφασης σχετικά με την επεξεργασία του χώματος για παράδειγμα.





## 11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ – ΑΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 11.1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1\\_\(%CE%B4%CF%81%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1_(%CE%B4%CF%81%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1))

<http://www.datalab.eu/3-key-areas-of-farming-optimization/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Agriculture\\_in\\_Greece](https://en.wikipedia.org/wiki/Agriculture_in_Greece)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Agriculture\\_in\\_ancient\\_Greece](https://en.wikipedia.org/wiki/Agriculture_in_ancient_Greece)

<http://www.nationsencyclopedia.com/economies/Europe/Greece-AGRICULTURE.html>

<http://www.europeanbusinessreview.eu/page.asp?pid=1667>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CF%81%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Drainage>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%82#.CE.95.CE.BC.CF.80.CE.BB.CE.BF.CF.85.CF.84.CE.B9.CF.83.CE.BC.CF.8C.CF.82\\_.CF.84.CE.BF.CF.85\\_.CE.B5.CE.B4.CE.AC.CF.86.CE.BF.CF.85.CF.82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%82#.CE.95.CE.BC.CF.80.CE.BB.CE.BF.CF.85.CF.84.CE.B9.CF.83.CE.BC.CF.8C.CF.82_.CF.84.CE.BF.CF.85_.CE.B5.CE.B4.CE.AC.CF.86.CE.BF.CF.85.CF.82)

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%88%CE%B9%CF%83%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%AC>

### 11.2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_network)

[http://diktyaypologistwn.blogspot.gr/2009/08/blog-post\\_9240.html](http://diktyaypologistwn.blogspot.gr/2009/08/blog-post_9240.html)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Wired\\_communication](https://en.wikipedia.org/wiki/Wired_communication)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_sensor\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network)

Applications of Wireless Sensor Networks in Marine Environment Monitoring: A Survey Guobao Xu, Weiming Shen and Xianbin Wang -Lab of Ocean Remote Sensing & Information Technology, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China -Department of Electrical and Computer Engineering, The University of Western Ontario, London, Ontario N6A 5B9, Canada

### 11.3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

<http://www.postscapes.com/what-exactly-is-the-internet-of-things-infographic/>

<https://ellak.gr/2015/02/to-internet-of-things-diadiktio-ton-pragmaton-stin-fosdem/>

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Internet of Things» , Μούρτου Αλεξία , Κυράνας Αναστάσιος – Α.Τ.Ε.Ι.  
ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

<https://sites.google.com/a/cortland.edu/the-internet-of-things/advantages>

<https://sites.google.com/a/cortland.edu/the-internet-of-things/disadvantages>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Motion\\_detector](https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_detector)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Proximity\\_sensor](https://en.wikipedia.org/wiki/Proximity_sensor)

<http://www.sensorwiki.org/doku.php/sensors/accelerometer>

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_temperature\\_sensors](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_temperature_sensors)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Torque\\_sensor](https://en.wikipedia.org/wiki/Torque_sensor)

ELECTROMAGNETIC SENSORS FOR MEASUREMENTS ON ELECTRIC POWER TRANSMISSION LINES, ZHI LI, WASHINGTON STATE UNIVERSITY School of Electrical Engineering and Computer Science

### 11.4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

[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)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_sensor\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network)

### 11.5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 11.6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Datasheets των παρακάτω:

Arduino Nano V3.0

DHT 11 Sensor

TWS-BS Series Transmitter Module Series (RF ASK)

RWS-371 - Receiver

<https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>

11.7 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

<https://computers.tutsplus.com/tutorials/building-a-wireless-sensor-network-in-your-home--cms-19745>

11.8 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

11.9 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

11.10 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

[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)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_sensor\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network)