



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ Τεχνικοοικονομική μελέτη συστημάτων τηλεπισκόπησης έξυπνης γεωργίας”

“Technical and economic study of remote sensing systems for smart agriculture”

Ελένη, Ι. Μητσιμπόνα

ΑΜ: 974

Επιβλέπων καθηγητής: Αγγελίδης Παντελής, Καθηγητής ΠΔΜ

Κοζάνη, Ιούλιος 2020

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για τη χρήση αυτόνομων τεχνικών για τον έλεγχο της κατάστασης υγείας της καλλιέργειας, έχει αυξηθεί. Σε αυτό το σημείο η έξυπνη γεωργία ήρθε για να δώσει ενδιαφέρουσες και αποτελεσματικές λύσεις σε διάφορες φάσεις της γεωργικής χρονιάς όπως για παράδειγμα τη συγκομιδή ή το όργωμα, καθώς επίσης να επιτευχθεί καλύτερη ποιότητα προϊόντων και συνάμα μεγαλύτερη απόδοση της γης που καλλιεργείται. Η χρήση των drones στη γεωργία και στην έξυπνη γεωργία είναι πολύ αποτελεσματική λόγω του γεγονότος ότι τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV) μπορούν να δώσουν στους αγρότες μια οπτική από την πλευρά ενός “πτηνού” για τα χωράφια τους εξακολουθώντας να βρίσκονται κοντά στο έδαφος, με αποτέλεσμα οι αξιολογήσεις που παρέχονται να είναι πιο ακριβείς. Αντίστοιχα οι αισθητήρες που έχουν αναπτυχθεί εξυπηρετούν και αυτοί στη διαδικασία για πιο ακριβείς μετρήσεις.

Η έξυπνη γεωργία θεωρείται μια νέα έννοια για τα δεδομένα της Ελλάδας αλλά τα τελευταία χρόνια έχει γνωρίσει σημαντική άνοδο σε αρκετούς τομείς της παραγωγής, πράγμα που συνεπάγεται και με την ενδυνάμωση της ελληνικής οικονομίας καθώς και επιχειρηματικότητας. Αρκετά νέα επιχειρηματικά προγράμματα έξυπνης γεωργίας έχουν αναπτυχθεί με στόχο την παροχή υπηρεσιών γεωργίας ακριβείας καθώς επίσης και την βελτιστοποίηση των ήδη υπαρχόντων μεθόδων. Τα οικονομικά οφέλη της εφαρμογής τέτοιων τεχνικών μπορούν να χαρακτηριστούν ως αξιοσημείωτα, καθώς ο γεωργός θα παρατηρήσει αύξηση των εσόδων του σε βάθος χρόνου ως απόρροια των τεχνικών που προαναφέρθηκαν.

Στην παρούσα διπλωματική μελετάται η περίπτωση του ερευνητικού προγράμματος MARS που πραγματοποιείται σε ακαδημαϊκά πλαίσια με στόχο την δημιουργία νέων τεχνολογιών και πακέτων που βοηθούν τόσο τον παραγωγό καθώς διευκολύνεται η διαδικασία της καλλιέργειας όσο και το τελικό προϊόν με την βελτίωση της ποιότητας του και της ποσότητας παραγωγής του. Ακόμα, πραγματοποιείται μία τεχνοοικονομική μελέτη που αναλύει τις οικονομικές πλευρές ενός τέτοιου εγχειρήματος καθώς και οι βλέψεις του για μελλοντικές βελτιώσεις-επεκτάσεις.

Λέξεις κλειδιά

Έξυπνη γεωργία, τηλεπισκόπηση, UAV, αισθητήρες, επιχειρηματικότητα

Abstract

In recent years, there has been a growing interest in using autonomous techniques to control the health status of the crop. At this point, smart farming has entered to provide interesting and effective solutions in various phases of the agricultural year such as harvesting or plowing, as well as to achieve better product quality and at the same time higher yield of cultivated land. The use of drones in agriculture and smart farming is very effective due to the fact that unmanned aerial vehicles (UAVs) can give farmers a view of a "bird" for their fields while still close to the ground. As a result, the evaluations provided are more accurate. Respectively, the sensors that have been developed also serve in the process for more accurate measurements.

This is a new concept for Greece's data, but in recent years it has seen a significant increase in several sectors of production, which also results in the strengthening of the Greek economy and entrepreneurship. Several new smart farming business programs have been developed with the aim of providing precision farming services as well as optimizing existing methods. The economic benefits of applying such techniques can be described as noteworthy, as the farmer will see their income increase over time as a result of the above techniques.

The following study examines the case of the MARS research program carried out in academic contexts with the aim of creating new technologies and packages that help both the producer as it facilitates the cultivation process and the final product with improvement. the quality and quantity of its production. In addition, a feasibility study is carried out that analyzes the financial aspects of such an endeavor as well as its aspirations for future improvements-extensions

Keywords

Smart Farming, Remote Sensing, UAV, Sensors, Entrepreneurship

Πίνακας Συντομογραφιών

HMA	Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία
PCA	Principal Component Analysis
RAS	Robotics and Autonomous Systems
AI	Artificial Intelligence
RGB	Red, Green, Blue
ΤΠΕ	Τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών
IoT	Internet of Things
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
A.E	Ανώνυμη Εταιρεία
A.Σ	Αγροτικός Συνεταιρισμός
ΚΠΑ	Καθαρή Παρούσα Αξία

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	2
Abstract	3
Πίνακας Συντομογραφιών	4
Κεφάλαιο Πρώτο	8
1.1 Έξυπνη γεωργία	8
1.2 IoT και έξυπνη γεωργία	9
1.3 Cloud computing και έξυπνη γεωργία	10
1.4 Τεχνητή νοημοσύνη και έξυπνη γεωργία.....	11
1.5 Ρομποτική και έξυπνη γεωργία	12
1.6 Γενικά οφέλη της έξυπνης γεωργίας.....	12
1.7 Προκλήσεις και κίνδυνοι της έξυπνης γεωργίας	13
1.8 Ορισμός της τηλεπισκόπησης.	14
1.9 Χρήση ψηφιακής εικόνας	15
1.9.1 Συστήματα ψηφιακών δεκτών εικόνων	16
1.9.2 Επεξεργασία ψηφιακής εικόνας.....	17
1.9.3 Προεπεξεργασία εικόνας.....	17
1.9.4 Βελτίωση εικόνας.....	18
1.9.5 Εξαγωγή πληροφοριών.....	20
1.10 Προσθετικά και αφαιρετικά χρώματα.....	21
1.10.1 Φασματικές ζώνες	22
1.10.2 Φασματικές υπογραφές	23
1.10.3 Φασματικοί δείκτες	24
1.11 Αισθητήρες τηλεπισκόπησης	26
Κεφάλαιο Δεύτερο	29
2.1 Συστήματα ψηφιακών εικόνων με χρήση drones	29
2.2 Ορισμός των drones	30
2.3 Αρχιτεκτονική συστημάτων UAV.....	30
2.4 Τρόπος λειτουργίας ενός UAV	32
2.5 Κατηγορίες drones ανάλογα με την κατασκευή τους.....	32

2.6 Κατηγορίες drones ανάλογα με τη χρήση τους.....	33
2.7 Ο ρόλος των drones στην έξυπνη γεωργία.....	35
2.7.1 Χαρτογράφηση και ανάλυση εδάφους.....	35
2.7.2 Ανίχνευση ασθενειών και ψέκασμα χωραφιού.....	36
2.7.3 Εικονική σπορά με χρήση 3D μοντέλων.....	37
2.7.4 Παρακολούθηση καλλιεργειών.....	38
2.7.5 Άρδευση.....	38
2.8 Ανάλυση ροής εργασιών με τη χρήση drone.....	39
Κεφάλαιο Τρίτο.....	40
3.1 Υφιστάμενος ανταγωνισμός.....	40
3.2 Υφιστάμενος ανταγωνισμός στην Ελλάδα.....	40
3.3 Υφιστάμενος ανταγωνισμός σε παγκόσμια κλίμακα.....	42
3.4 Πακέτα διαχείρισης γεωργικής εκμετάλλευσης.....	43
3.5 Εφαρμογή γεωργίας ακριβείας σε έξυπνες συσκευές.....	44
Κεφάλαιο Τέταρτο.....	49
4.1 Πλάνο ανάπτυξης τελικού προϊόντος.....	49
4.2 Το πρόγραμμα MARS.....	49
4.3 Εξοπλισμός.....	50
4.3.1 Κόμβος.....	51
4.3.2 Αισθητήρες.....	51
4.3.3 Drones.....	55
4.3.4 Κάμερα.....	58
4.3.5 Ηλιακά πάνελ.....	59
4.3.6 Δρομολογητές δικτύου 4G.....	60
4.4 Υπηρεσία μελέτης χώρου.....	61
4.5 Υπηρεσία εγκατάστασης.....	61
4.6 Υπηρεσία τεχνικής υποστήριξης.....	62
4.7 Αρχική στόχευση προγράμματος.....	62
4.8 Στρατηγική επέκτασης σε νέες αγορές.....	66
4.8.1 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργεια αμπελώνων.....	66
4.8.2 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες φαρμακευτικής κάνναβης.....	68

4.8.3 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες ακτινιδίου	70
4.8.4 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες μήλων.....	71
4.8.5 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες κερασιών	72
4.9 Προσφερόμενα πακέτα	73
Κεφάλαιο Πέμπτο.....	77
5.1 Τεχνοοικονομική μελέτη	77
5.2 Περιγραφή παρούσας κατάστασης.....	77
5.3 Ανάλυση SWOT.....	78
5.4 Ανθρώπινο δυναμικό	79
5.5 Ανάλυση κόστους επένδυσης.....	82
5.6 Έρευνα αγοράς	83
5.7 Προβλέψεις εσόδων.....	84
5.8 Προβλέψεις εξόδων	90
5.9 Αποσβέσεις.....	94
5.10 Φορολογία.....	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	100

Κεφάλαιο Πρώτο

1.1 Έξυπνη γεωργία

Η έξυπνη γεωργία (smart farming) αποτελεί ένα σύστημα παραγωγής αγροτικών προϊόντων που στηρίζεται στη διαχείριση των εισροών σε ένα χωράφι σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας τόσο χωρικά όσο και χρονικά [1]. Τα συστήματα της έξυπνης γεωργίας στηρίζονται στις δυνατότητες που παρέχουν οι νέες τεχνολογίες για την αναγνώριση της χωρικής-χρονικής παραλλακτικότητας των αναγκών της καλλιέργειας και την ανάπτυξη συστημάτων μεταβλητών παροχών των εισροών. Ουσιαστικά η έξυπνη γεωργία είναι ένα σύστημα διαχείρισης καλλιεργειών το οποίο χρησιμοποιώντας την πληροφορική και τα ηλεκτρονικά μέσα, βοηθά το γεωργό στη λήψη αποφάσεων για την καλύτερη διαχείριση του χωραφιού με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της οικονομικής απόδοσης του, αλλά και την αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων της γεωργίας στο περιβάλλον.



Εικόνα 1 : Σύστημα έξυπνης γεωργίας

Πηγή: (<https://greenhubblog.com/2017/02/15/smart-agriculture-qualita-e-innovazione-al-servizio-del-consumatore/>)

Η έξυπνη γεωργία μειώνει το οικολογικό αποτύπωμα της καλλιέργειας. Η ελαχιστοποίηση ή η ειδική χρήση των πρόσθετων, όπως τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα, στα γεωργικά συστήματα ακριβείας θα μετριάσει τα προβλήματα απόπλυσης καθώς και την εκπομπή αερίων θερμοκηπίου [2]. Με τις τρέχουσες ΤΠΕ, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ένα δίκτυο αισθητήρων επιτρέποντας σχεδόν συνεχή παρακολούθηση της καλλιέργειας. Ομοίως, τα θεωρητικά και πρακτικά πλαίσια για τη σύνδεση των φυτών, των ζώων και των εδαφών με τις ανάγκες παραγωγής πρόσθετων, όπως το νερό, τα λιπάσματα και τα φάρμακα, είναι προσβάσιμα με τις τρέχουσες ΤΠΕ παγκοσμίως. Η γεωργία μπορεί να καταστεί πιο κερδοφόρα προς τον αγρότη εφαρμόζοντας τεχνικές έξυπνης καλλιέργειας. Η μείωση των πρόσθετων πόρων θα βοηθήσει τον αγρότη να εξοικονομήσει χρήματα και εργασία και η αυξημένη αξιοπιστία πληροφοριών και δεδομένων που αποκτώνται από τέτοια μέσα θα μπορεί να μειώσει τους πιθανούς κινδύνους [1].

Απο την άλλη, η έξυπνη γεωργία δεν επηρεάζει μόνο την πλευρά του αγρότη αλλά και την πλευρά του καταναλωτή που αποτελεί τον επόμενο κρίκο στην αλυσίδα της γεωργίας. Κατ' αρχήν, η βελτιστοποίηση της διαχείρισης της καλλιέργειας επιτρέπει την αύξηση της ποιότητας του

προϊόντος με αποτέλεσμα τα προϊόντα αυτά να είναι σε ένα βαθμό πιο υγιεινά καθώς θα έχουν μικρότερο χημικό αποτύπωμα πάνω τους και θα έχουν καλλιεργηθεί με τον βέλτιστο τρόπο. Αυτά συγκαταλέγονται στα αποτελέσματα της έξυπνης καλλιέργειας. Επιπλέον, η διαφάνεια της παραγωγής και της μεταποίησης θα αυξηθεί κατά μήκος των αλυσίδων αξίας, διότι οι ΤΠΕ (τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών) επιτρέπουν την καταχώρηση ως προς το ποιο αγρόκτημα παράγει ένα συγκεκριμένο προϊόν υπό ποιες συνθήκες. Αυτό προσφέρει τη δυνατότητα για νέες, πιο άμεσες μορφές αλληλεπίδρασης μεταξύ των αγροτών και των καταναλωτών.



Εικόνα 2: Αναπαράσταση συστήματος έξυπνης γεωργίας.

Πηγή : (<https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/infographics.html>)

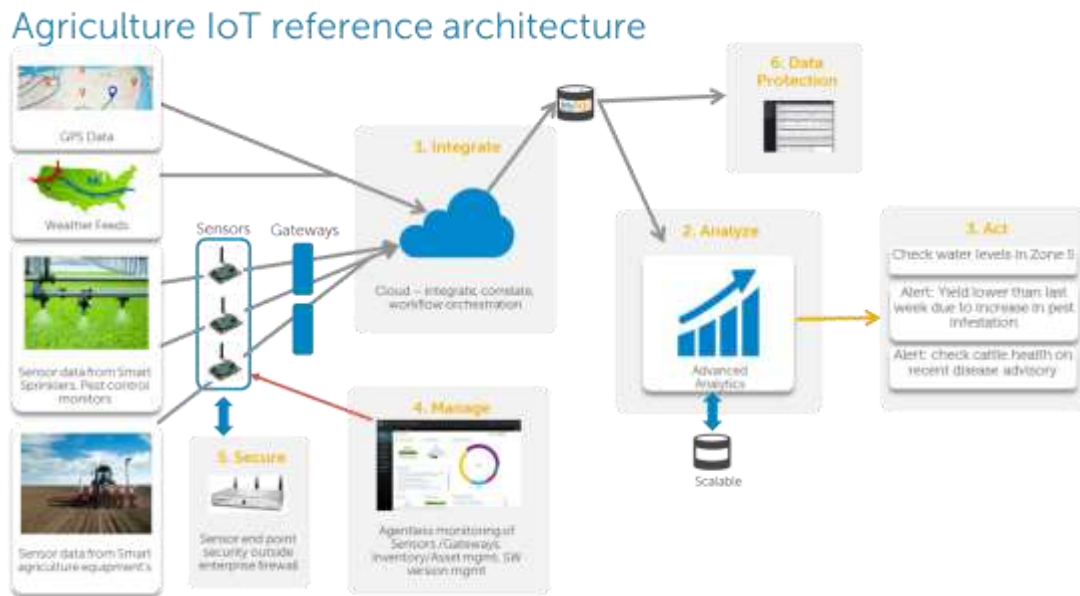
1.2 IoT και έξυπνη γεωργία

Το Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT) είναι ένα σύστημα αλληλένδετων υπολογιστικών συσκευών, μηχανικών και ψηφιακών μηχανών, αντικειμένων, ζώων ή προσώπων που διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά στοιχεία (UID) και τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύου χωρίς να απαιτείται αλληλεπίδραση ανθρώπου προς άλλον άνθρωπο ή αλληλεπίδραση ανθρώπου με υπολογιστή [3]

Η αρχιτεκτονική του ίντερνετ των πραγμάτων βασίζεται κυρίως σε 4 διαδικασίες που επιτρέπουν τη συλλογή, αποθήκευση, μετάδοση και επεξεργασία δεδομένων από τον φυσικό κόσμο. Ο ρόλος των διαφόρων διαδικασιών που παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα περιγράφεται ως εξής [4]:

- **Συλλογή** : Η συλλογή δεδομένων αναφέρεται στη δράση μετατροπής αναλογικού φυσικού μεγέθους σε ψηφιακό σήμα.
- **Διασύνδεση**: Επιτρέπει την σύνδεση ενός εξειδικευμένου δικτύου αντικειμένων με ένα τοπικό δίκτυο (π.χ. WiFi) ή καταναλωτικών συσκευών.

- **Αποθήκευση:** Προσδιορίζει την συνάθροιση ακατέργαστων δεδομένων, που παράγονται σε πραγματικό χρόνο.
- **Παρουσίαση:** Δείχνει την ικανότητα επαναφοράς των πληροφοριών κατά τρόπο κατανοητό για τον άνθρωπο, ενώ προσφέρει ένα μέσο δράσης και / ή αλληλεπίδρασης.



Εικόνα 3 : Αρχιτεκτονική IoT συστήματος.

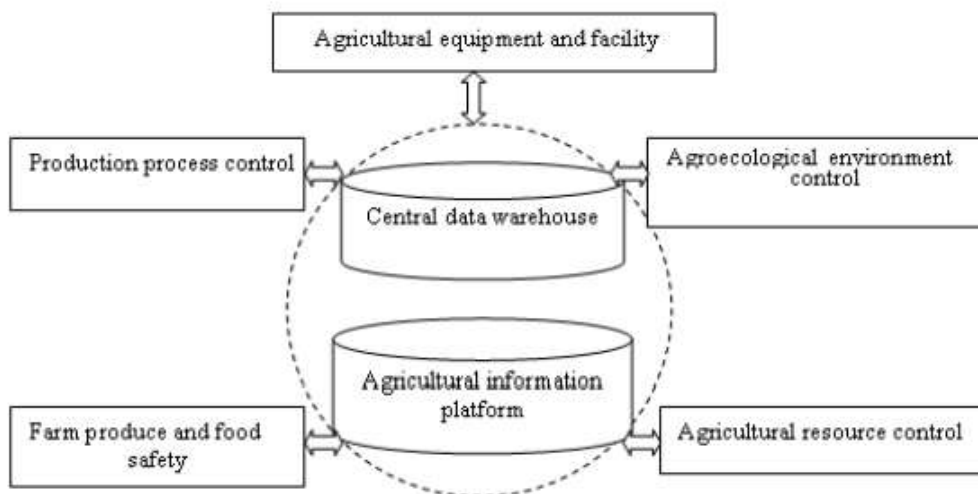
Πηγή: (<https://blog.dell.com/en-us/connected-cows-and-the-evolution-of-agriculture-iot/>)

Χρησιμοποιώντας το IoT, μπορούμε να αναμένουμε την αύξηση της παραγωγής με χαμηλό κόστος παρακολουθώντας την αποδοτικότητα του εδάφους, τη θερμοκρασία και την υγρασία, τα επίπεδα της βροχόπτωσης, την αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων, και επίσης την ανίχνευση κλοπών στις γεωργικές περιοχές. Ο συνδυασμός των παραδοσιακών μεθόδων με τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες, όπως το ίντερνετ των πραγμάτων και τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, μπορεί να οδηγήσει σε γεωργικό εκσυγχρονισμό [5].

1.3 Cloud computing και έξυπνη γεωργία

Η χρήση των εικόνων που έχουν ληφθεί μέσω της τηλεπισκόπησης είναι ζωτικής σημασίας στη γεωργία ακριβείας για τη χαρτογράφηση του εδάφους και των διαφόρων στοιχείων του. Ωστόσο, το μεγάλο μέγεθος των εικόνων τηλεπισκόπησης κάνει δύσκολη τη διαχείρισή τους. Έτσι δημιουργήθηκε μια νέα πλατφόρμα αποθήκευσης δεδομένων ανεξαρτήτου μεγέθους που δίνει λύση σε ανάλογα προβλήματα. Το Cloud computing είναι ένα είδος υπολογιστικής μεθόδου που βασίζεται στο διαδίκτυο, το οποίο επιτρέπει την διακίνηση σε υπολογιστές και άλλο εξοπλισμό, κατόπιν αιτήσεων, των κοινών πληροφοριών λογισμικού και υλικού. Οι τελικοί χρήστες δεν χρειάζεται να γνωρίζουν τα βασικά στοιχεία του "σύννεφου" ή να έχουν επαγγελματικές γνώσεις σχετικά με αυτό.

Με τη χρήση της βάσης δεδομένων cloud computing, γίνεται δυνατή η διαχείριση πληροφοριών για συγκεκριμένες διαδικασίες φυτικής παραγωγής όπως η διαχείριση των σχετικών αρχείων για την αποθήκευση δεδομένων που σχετίζονται με την απόδοση της παραγωγής από μεμονωμένες ομάδες φυτών. Το σύστημα αποθήκευσης “συννέφου” καταγράφει παράγοντες που σχετίζονται με την ασφάλεια στη διαδικασία της φυτικής παραγωγής, όπως πληροφορίες σχετικά το χωράφι, τη γονιμοποίηση, τη διαχείριση και το περιβάλλον φύτευσης, πρόληψη ασθενειών κλπ. και παράγει ηλεκτρονικά αρχεία αυτών. Η τεχνολογία αυτή δεν στοχεύει μόνο στην ανταλλαγή πληροφοριών μέσω παραγωγών αλλά και στην πρόσβαση των καταναλωτών σε πληροφορίες σχετικές με τα προϊόντα που καταναλώνουν. Για παράδειγμα, μέσω ενός δικτύου υπολογιστών και ενός συστήματος ανίχνευσης οι καταναλωτές μπορούν να δουν την πορεία του προϊόντος από την παραγωγή έως την κατανάλωση.



Εικόνα 4 : Αρχιτεκτονική έξυπνης γεωργίας με βάση το cloud computing και το IoT
 Πηγή: (<https://www.semanticscholar.org/>)

1.4 Τεχνητή νοημοσύνη και έξυπνη γεωργία

Στην εποχή της βιομηχανίας που ζούμε, πολλοί βιομηχανικοί κλάδοι έχουν βιώσει μια αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν, πράγμα που οφείλεται στην πολλαπλασιαστική χρήση του συνδυασμού της τεχνητής νοημοσύνης σε συνδυασμό με την ανθρώπινη νοημοσύνη. Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στη μηχανική νοημοσύνη ή στην ικανότητα μιας μηχανής να αναπαράγει τις γνωστικές λειτουργίες ενός ανθρώπου. Έχει την ικανότητα να μαθαίνει και να επιλύει προβλήματα. Στην πληροφορική, αυτά τα μηχανήματα αποκαλούνται εύστοχα "έξυπνοι πράκτορες" ή bots [7].

Οι εξελίξεις στην Τεχνητή Νοημοσύνη, το Internet of Things, το blockchain και άλλες ψηφιακές τεχνολογίες αξιοποιούνται πλέον στην αγροτική παραγωγή, καθώς παρέχουν λύσεις για την αντιμετώπιση σειράς προκλήσεων όπως η έλλειψη εργατικού δυναμικού, η ακρίβεια πρόβλεψης, η μείωση της σπατάλης και η διαχείριση του συνόλου της γεωργικής αλυσίδας. Ενδεικτικά, η χρήση συστημάτων γεωργίας ακριβείας, ρομποτικής και drones αυξάνει την παραγωγή και βελτιστοποιεί τη χρήση των πόρων, ενώ ταυτόχρονα μειώνει τη σπατάλη και εξασφαλίζει την ιχνηλασιμότητα και την ποιότητα των τροφίμων [8].

1.5 Ρομποτική και έξυπνη γεωργία

Η ιδέα της ρομποτικής στη γεωργία (robotic agriculture), δηλαδή η χρήση αυτοκινούμενων μηχανών σε γεωργικά περιβάλλοντα δεν είναι τόσο νέα. Πολλοί μηχανικοί είχαν κατασκευάσει αυτοκινούμενους γεωργικούς ελκυστήρες στο παρελθόν, μια προσπάθεια που δεν είχε επιτυχία καθώς δεν είχαν τη δυνατότητα να ανταποκριθούν στις πραγματικές ανάγκες του χωραφιού. Τα περισσότερα από αυτά λειτουργούσαν με έναν βιομηχανικού τύπου σχεδιασμό, όπου οι συνθήκες είναι γνωστές και τα οχήματα κινούνταν πάνω σε προκαθορισμένες τροχιές, κάτι που δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε γεωργικές εφαρμογές.

Τα τελευταία χρόνια, η προσπάθεια έχει επικεντρωθεί στο να δημιουργηθούν μικρότερα οχήματα όπου με την κατάλληλη ευφυΐα θα μπορούν να εργάζονται σε ένα μεταβλητό ή ημιφυσικό περιβάλλον (un-structured or semi-structured environment), όπως αυτό της γεωργίας. Μιλώντας για ευφυΐα εννοούμε ότι οι μηχανές αυτές θα μπορούν να εμφανίζουν λογική συμπεριφορά, όταν θα πρέπει να λειτουργούν κάτω από αναγνωρίσιμες συνθήκες. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με τέτοια τεχνογνωσία, ώστε να προσδιορίζουν τι θα έκαναν οι άνθρωποι κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες και να αναλύουν τις ενέργειες αυτές κάτω από μηχανικό έλεγχο [9].

1.6 Γενικά οφέλη της έξυπνης γεωργίας

Όπως με κάθε νέα τεχνολογία έτσι και η ανάπτυξη και η χρήση της γεωργίας ακριβείας έχει επιφέρει σημαντικά οφέλη στον τομέα της καλλιέργειας καθώς και σε όλη την διαδικασία παραγωγής μερικά από αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

- **Χαμηλότερο κόστος παραγωγής:** Η βελτίωση της αποδοτικότητας των πόρων μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών διαχείρισης της φυτικής και ζωικής παραγωγής οδηγεί σε μείωση του κόστους παραγωγής
- **Αυξημένη παραγωγή:** Οι αποδόσεις αυξάνονται με βελτιστοποιημένη φύτευση, χρήση προϊόντων φυτοπροστασίας και συγκομιδή.

- **Καλύτερη ποιότητα:** Οι ακριβείς πληροφορίες για τις διαδικασίες παραγωγής και την ποιότητα βοηθούν τους γεωργούς να προσαρμόζουν και να ενισχύουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των προϊόντων καθώς και τη θρεπτική τους αξία.
- **Χαμηλότερη κατανάλωση νερού:** Χαμηλότερη κατανάλωση νερού χάρη στους αισθητήρες υγρασίας εδάφους και στην ακριβέστερη πρόγνωση του καιρού.
- **Δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την παραγωγή:** Η πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο σε πληροφορίες σχετικά με την ένταση του ηλιακού φωτός, την υγρασία του εδάφους κ.α. Επιτρέπει την καλύτερη και ταχύτερη λήψη αποφάσεων από τους γεωργούς.
- **Ακριβής αξιολόγηση γεωργικής εκμετάλλευσης και αγρού:** Το ιστορικό των αποδόσεων βοηθά τους γεωργούς να προβλέπουν μελλοντικές αποδόσεις των καλλιεργειών καθώς και την αξία της γης τους.

Μέσα στα πλαίσια των κανόνων της ορθής γεωργικής πρακτικής και της αειφόρου ανάπτυξης, οι αγρότες θα μπορούν να εφαρμόσουν την γεωργία ακριβείας με όφελος τόσο των ίδιων όσο και της γεωργίας της χώρας, αξιοποιώντας τα μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας, αυξάνοντας ακόμα περισσότερο τα έσοδα τους αλλά και τα έσοδα της ίδιας της χώρας [10].

1.7 Προκλήσεις και κίνδυνοι της έξυπνης γεωργίας

Οι έξυπνες συσκευές χρησιμοποιούνται ευρέως από μια σειρά ανθρώπων, από αγρότες έως επιχειρηματίες. Αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούνται με διάφορους τρόπους, από την εύρεση της κατάστασης των καλλιεργειών σε πραγματικό χρόνο και την περιεκτικότητα σε υγρασία του εδάφους έως την ανάπτυξη αεροσκαφών για να βοηθήσουν σε εργασίες όπως η εφαρμογή ψεκασμού φυτοφαρμάκων. Ωστόσο, η χρήση τεχνολογιών IoT και έξυπνων επικοινωνιών εισάγει μια τεράστια έκθεση σε απειλές και τρωτά σημεία της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο σε έξυπνα αγροτικά περιβάλλοντα. Τέτοιες κυβερνοεπιθέσεις έχουν τη δυνατότητα να διαταράξουν τις οικονομίες των χωρών που εξαρτώνται ευρέως από τη γεωργία [11].

Το υψηλό κόστος για την υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής για μεμονωμένες εκμεταλλεύσεις και οι περιορισμένες γνώσεις και δεξιότητες μπορούν να σταθούν και αυτά ως σημαντικά εμπόδια, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, η πρόσβαση στην πιο σύγχρονη τεχνολογία μπορεί να παραμείνει περιορισμένη σε μεγάλες και βιομηχανικές εκμεταλλεύσεις, με αποτέλεσμα τα οφέλη των ΤΠΕ να περιοριστούν στις βιομηχανικές χώρες και να επικεντρωθούν στην παραγωγή γνωστών και ευρέως καλλιεργούμενων καλλιεργειών, όπως είναι ο σίτος, ο αραβόσιτος και το ρύζι. Κάτι τέτοιο αυξάνει επίσης τον κίνδυνο των μη βιώσιμων πρακτικών. Τέλος, η ψηφιοποίηση της γεωργίας

ενδέχεται να επηρεάσει ακόμη περισσότερο τις ευκαιρίες απασχόλησης και τα επαγγελματικά προσόντα των γεωργών και των επαγγελματιών που σχετίζονται με τη γεωργία.

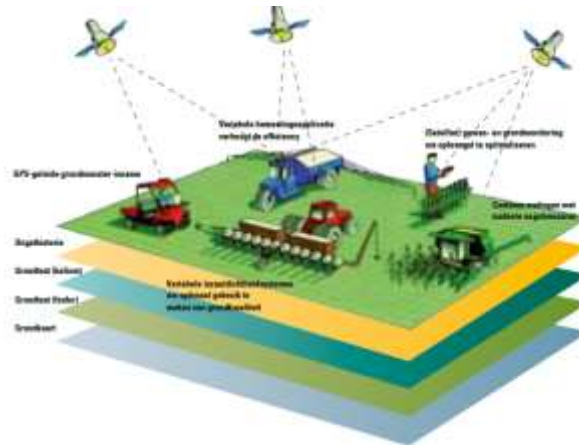
1.8 Ορισμός της τηλεπισκόπησης.

Η τηλεπισκόπηση είναι η απόκτηση πληροφοριών σχετικά με ένα αντικείμενο ή οποιοδήποτε φαινόμενο χωρίς να υπάρξει φυσική επαφή με το αντικείμενο. Είναι ένα φαινόμενο που έχει πολλές εφαρμογές όπως η φωτογραφία, η έρευνα, η γεωλογία, η δασοκομία και πολλές άλλες. Όμως, στον τομέα της γεωργίας, η τηλεπισκόπηση έχει βρει σημαντική χρήση [12]. Μέσο μεταφοράς των στοιχείων της πληροφορίας στην τηλεπισκόπηση είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ΗΜΑ), που εκπέμπεται ή ανακλάται από τα διάφορα αντικείμενα. Με βάση τα παραπάνω μπορεί κανείς να αντιληφθεί ότι στον εξοπλισμό ενός συστήματος τηλεπισκόπησης εμπλέκεται ο κατάλληλος δέκτης που θα συλλάβει και θα καταγράψει το ηλεκτρομαγνητικό σήμα, καθώς και η πλατφόρμα (φορέας) που μεταφέρει τον δέκτη σε απόσταση από το αντικείμενο παρατήρησης (π.χ γήινη επιφάνεια) [13]. Υπάρχουν πάρα πολλές εφαρμογές τηλεπισκόπησης στον γεωργικό τομέα. Ακολουθεί μια σύνοψη μερικών από αυτών των εφαρμογών.

- **Πρόβλεψη παραγωγής καλλιεργειών:** Η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της αναμενόμενης παραγωγής και απόδοσης της καλλιέργειας σε μια δεδομένη περιοχή και καθορίζει πόση ποσότητα της συγκομιδής θα συλλεχθεί υπό συγκεκριμένες συνθήκες.
- **Προσδιορισμός παρασίτων και ασθενειών:** Η τεχνολογία τηλεανίχνευσης παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην ταυτοποίηση παρασίτων σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις και δίνει δεδομένα σχετικά με τον σωστό μηχανισμό ελέγχου παρασίτων που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την απαλλαγή από τα παράσιτα και τις ασθένειες στο αγρόκτημα
- **Εκτίμηση υγρασίας εδάφους:** Η υγρασία του εδάφους μπορεί να είναι δύσκολο να μετρηθεί χωρίς τη βοήθεια της τεχνολογίας τηλεπισκόπησης. Η τηλεπισκόπηση δίνει δεδομένα για την υγρασία του εδάφους και βοηθά στον προσδιορισμό της ποσότητας υγρασίας στο έδαφος και ως εκ τούτου τον τύπο της καλλιέργειας που μπορεί να καλλιεργηθεί σε αυτό.
- **Χαρτογράφηση εδάφους:** Η χαρτογράφηση εδάφους είναι μια από τις πιο κοινές αλλά πιο σημαντικές χρήσεις της τηλεπισκόπησης. Μέσω της χαρτογράφησης του εδάφους, οι αγρότες μπορούν να πουν ποια εδάφη είναι ιδανικά για ποιες καλλιέργειες και ποια εδάφη χρειάζονται άρδευση και ποια όχι.
- **Προσδιορισμός προβληματικών εδαφών:** Η τηλεπισκόπηση έχει επίσης διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο στον εντοπισμό προβληματικών εδαφών που έχουν πρόβλημα στη διατήρηση της βέλτιστης απόδοσης της καλλιέργειας καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου φύτευσης.

Τα πιθανά πλεονεκτήματα της τηλεπισκόπησης έναντι των άλλων μεθόδων συλλογής δεδομένων και κυρίως αυτών που στοχεύουν στον τρόπο καλλιέργειας της γης μπορούν να θεωρηθούν τα εξής:

- Η μελέτη των επιφανειών που ερευνώνται γίνεται σε λιγότερο χρόνο και συνεπώς είναι δυνατή η σύγκριση μεταξύ ίδιων δεδομένων από διαφορετικές περιοχές λήψης.
- Η δυνατότητα συνεχών μετρήσεων που δίνει την ευκαιρία να μελετηθούν διάφορα χαρακτηριστικά και να γίνουν διαχρονικές συγκρίσεις αυτών.
- Η λήψη πληροφοριών σε πολλά μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να ανιχνεύσει διαφορές μεταξύ των βιοφυσικών στοιχείων της επιφάνειας που μελετάται, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να γίνουν αντιληπτές στο ανθρώπινο μάτι.



Εικόνα 5 : Εφαρμογές της τηλεπισκόπησης στην γεωργία.

Πηγή :(<https://insights.abnamro.nl/2015/12/industrialising-in-de-bouw-van-nut-naar-noodzaak/>)

1.9 Χρήση ψηφιακής εικόνας

Η γενικευμένη εικόνα που λαμβάνεται από οποιοδήποτε σύστημα λήψης και καταγραφής είναι μία δισδιάστατη συνάρτηση της έντασης του φωτός $f(x, y)$ όπου οι συντελεστές x, y καθορίζουν τις χωρικές συντεταγμένες. Η παρουσίαση του αντικειμένου σε δισδιάστατη επιφάνεια μπορεί να γίνεται με άπειρα σημεία, επομένως αναφερόμαστε στη συνεχή εικόνα ή με πεπερασμένα σημεία, οπότε αναφερόμαστε στην ψηφιακή εικόνα και για κάθε σημείο είναι γνωστά : α) η θέση του σημείου (x, y) και β) η ραδιομετρική τιμή $f(x, y)$.

Η ραδιομετρική τιμή του σημείου μπορεί να είναι είτε μία απλή αριθμητική τιμή οπότε η εικόνα ονομάζεται δίχρωμη ή ασπρόμαυρη , είτε ένα διάνυσμα αριθμητικών τιμών, οπότε η εικόνα ονομάζεται πολύχρωμη ή πολυκάναλη.

Η ψηφιακή εικόνα αποτελείται από ένα σύνολο αριθμών που απο μνοι τους, δεν παράγουν κάποιο οπτικό αποτέλεσμα . Πιο συγκεκριμένα την ψηφιακή εικόνα μπορούμε να την δούμε ως έναν πίνακα από στοιχεία διατεταγμένα σε γραμμές και στήλες. Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται και pixel και αντιστοιχούν σε στοιχεία εδάφους με συγκεκριμένες διαστάσεις (π.χ. Τα στοιχεία των εικόνων του δορυφόρου Landsat Thematic Mapper έχουν διαστάσεις 30×30 m) . Οι διαστάσεις αυτές

καθορίζουν τη χωρική διακριτική ικανότητα της εικόνας. Οι διαβαθμίσεις της κλίμακας του γκριζου για κάθε κανάλι δηλώνουν τη ραδιομετρική διακριτική ικανότητα της εικόνας και εκφράζονται σε bits .

Το ιστόγραμμα μιας ψηφιακής εικόνας είναι ένα γράφημα όπου στον οριζόντιο άξονα εμφανίζονται τιμές φωτεινότητας και στον κατακόρυφο άξονα το πόσα απο τα pixel της εικόνας έχουν την κάθε τιμή φωτεινότητας (συχνότητα εμφάνισης , f). Το εύρος τιμών φωτεινότητας του ιστογράμματος εκφράζει το πόσο έντονη είναι η αντίθεση τονικότητας (tonality contrast). Για ένα ιστόγραμμα μικρού εύρους τιμών η εικόνα που εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή , ή σε κάποιο μέσο εκτύπωσης, είναι θαμπή και δεν αποτυπώνονται καθαρά τα διάφορα αντικείμενα. Αν το ιστόγραμμα έχει μεγάλο εύρος τότε τα pixel εκφράζονται με πιο έντονα διαφοροποιημένες τιμές φωτεινότητας, οπότε τα διάφορα αντικείμενα αποτυπώνονται ευκρινέστερα [14].

Στα πλεονεκτήματα της ψηφιακής εικόνας μπορούν να συγκαταλεχθούν τα παρακάτω :

- Έχει μηδενική αλλοίωση στο χρόνο.
- Εύκολα αποθηκεύεται και μεταφέρεται (σκληροί δισκοί κλπ).
- Επιτρέπει πολλές επιλογές στην παρουσίαση από την άποψη των χρωμάτων , της μεγέθυνσης και της αντίθεσης
- Μπορεί να επεξεργαστεί με απεριόριστες μεθόδους, ώστε να αποδοθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

1.9.1 Συστήματα ψηφιακών δεκτών εικόνων

Εκτός από το φωτογραφικό σύστημα δημιουργίας εικόνων υπάρχουν και άλλα συστήματα όπως αυτά της τηλεόρασης και άλλα που χρησιμοποιούν οπτομηχανικούς σαρωτές. Ένα ηλεκτροοπτικό σύστημα αποτελείται από: ένα οπτικό σύστημα (ενδέχεται να συνοδεύεται από μηχανικό σύστημα σάρωσης) και ένα σύστημα ανίχνευσης , επεξεργασίας και καταγραφής της ΗΜΑ (υπό την μορφή ηλεκτρικού σήματος και στη συνέχεια ψηφιοποιημένο σαν αριθμός).

Υπάρχουν πολλά συστήματα δεκτών ψηφιακών εικόνων από διάφορες πλατφόρμες που είναι σχεδιασμένοι για τηλεπισκοπικές εφαρμογές . Οι δέκτες έχουν χαρακτηριστικά που ποικίλουν ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία σχεδιάζονται. Έχουμε κατά συνέπεια γενικής χρήσης δέκτες όπως είναι ο HRV του δορυφορικού συστήματος SPOT και το TM του συστήματος Landsat , καθώς και εξειδικευμένους δέκτες για τη μελέτη της ατμόσφαιρας όπως είναι το AVHRR του συστήματος NOAA κλπ. Η χωρική διακριτική ικανότητα των πρώτων αυτών εικόνων ήταν 80 μέτρα. Οι εικόνες αποθηκεύονταν σε ψηφιακές κασέτες υψηλής πυκνότητας και στη συνέχεια μεταδίδονταν σε επίγειους σταθμούς λήψης [14].

Η ταχύτατη εξέλιξη της τεχνολογίας κατά την τελευταία δεκαετία κατέστησε πλέον δυνατή τη λήψη εικόνων με χωρική διακριτική ικανότητα 50 εκατοστών (Geoeye, Worldview 2) και τον προγραμματισμό νέων δεκτών που στο εγγύς μέλλον θα λαμβάνουν εικόνες με χωρική διακριτική ικανότητα 25 εκατοστών. Πλέον οι μόνοι περιορισμοί τίθενται για λόγους ασφαλείας από τις κυβερνήσεις.

1.9.2 Επεξεργασία ψηφιακής εικόνας.

Η επεξεργασία εικόνας αποσκοπεί στο να εξαλειφθεί, κατά το δυνατόν, η ατμοσφαιρική επίδραση που μπορεί να αλλοιώσει το σήμα που εκπέμπεται από τη γήινη επιφάνεια, να εξαλειφθούν παραμορφώσεις και επιδράσεις που έχουν να κάνουν με τη σχετική κίνηση της πλατφόρμας ως προς τη γη και με τη διαδικασία λήψης της ΗΜ ακτινοβολίας, να ενισχυθεί το σήμα που αντιστοιχεί στους στόχους ενδιαφέροντος και να ανακτηθεί η χρήσιμη για τον φωτοερμηνευτή πληροφορία.

Αν αναφερθούμε, κυρίως, σε εικόνες που προέρχονται από παθητικούς δείκτες τηλεπισκόπησης και από ζώνες μηκών κύματος στο ορατό και στο υπέρυθρο μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, μπορούμε να πούμε ότι τα στάδια επεξεργασίας ψηφιακών δεδομένων τηλεπισκόπησης είναι, με συντομία, τα ακόλουθα [15]:

1.9.3 Προεπεξεργασία εικόνας

- **Αποκατάσταση χαμένων ή κατεστραμμένων γραμμών σάρωσης** : Σε ορισμένες περιπτώσεις, δεν καταγράφονται τα δεδομένα από μια γραμμή σάρωσης, με αποτέλεσμα, η συγκεκριμένη αυτή γραμμή, να εκδηλώνεται στην εικόνα ως μια μαύρη λωρίδα, κατά μήκος της οποίας η ένταση έχει την τιμή μηδέν ή κάποια τιμή που διαφέρει πολύ από την αναμενόμενη. Η αποκατάσταση των χαμένων αυτών τιμών γίνεται αντικαθιστώντας την τιμή φωτεινότητας του «ελαττωματικού» εικονοστοιχείου με μια μέση τιμή, που υπολογίζεται από τις τιμές έντασης των εικονοστοιχείων της ίδιας στήλης τα οποία βρίσκονται στην προηγούμενη και στην επόμενη γραμμή σάρωσης.
- **Φιλτράρισμα τυχαίου θορύβου** : Ο τυχαίος θόρυβος εκδηλώνεται ως μεμονωμένα εικονοστοιχεία με ιδιαίτερα υψηλές ή χαμηλές τιμές έντασης σε σχέση με το περιβάλλον τους. Η διαδικασία απομάκρυνσης του θορύβου είναι η παρακάτω: Για κάθε εικονοστοιχείο υπολογίζουμε τη μέση τιμή της έντασης, παίρνοντας τιμές από τα γειτονικά εικονοστοιχεία. Αν η μέση τιμή διαφέρει από την τιμή του εικονοστοιχείου κατά ένα ποσό μεγαλύτερο από μια ορισμένη τιμή κατωφλίου, τότε η νέα τιμή της έντασης του εικονοστοιχείου είναι η μέση τιμή. Στην αντίθετη περίπτωση το εικονοστοιχείο διατηρεί την αρχική του τιμή.
- **Απομάκρυνση ζωνωτού θορύβου (destriping)** : Ο ζωνωτός θόρυβος οφείλεται σε σφάλματα στη διαδικασία καταγραφής της φωτεινότητας των λωρίδων του εδάφους και

εκδηλώνεται ως παράλληλες φωτεινές γραμμές. Ο θόρυβος αυτός μπορεί να απομακρυνθεί με τεχνικές που βασίζονται στην ανάλυση συχνοτήτων.

- **Απομάκρυνση της ατμοσφαιρικής επίδρασης :** Η διαδικασία απομάκρυνσης της ατμοσφαιρικής επίδρασης αποσκοπεί στο να περιοριστεί, κατά το δυνατόν, η παρεμβολή των μορίων της ατμόσφαιρας στη λήψη σήματος, ώστε στη διορθωμένη εικόνα το κάθε εικονοστοιχείο να αποτυπώνεται με τη φωτεινότητα που θα αντιστοιχούσε συνθήκες απουσίας ατμόσφαιρας.
- **Γεωμετρικές διορθώσεις :** Οι γεωμετρικές διορθώσεις αποσκοπούν στην εξάλειψη φαινομένων παραμόρφωσης της εικόνας που οφείλονται στην καμπυλότητα της γήινης επιφάνειας και στην κίνηση του δορυφόρου και του δέκτη ως προς τη Γη
- **Γεωαναφορά (georeference) :** Με τη γεωαναφορά, αποδίδονται γεωγραφικές συντεταγμένες στο κάθε pixel της εικόνας.
- **Συγχώνευση εικόνας (image fusion) :** Με τη συγχώνευση, συνδυάζεται η πολυφασματική εικόνα σχετικά χαμηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας με μια άλλη εικόνα από την ίδια περιοχή με υψηλότερη διακριτική ικανότητα. Το αποτέλεσμα είναι να παραχθεί μια πολυφασματική εικόνα που να διατηρεί, κατά το δυνατόν, το φασματικό περιεχόμενο της αρχικής εικόνας, έχοντας όμως τώρα την υψηλή διακριτική ικανότητα της άλλης εικόνας, με την οποία έγινε η συγχώνευση.
- **Τοπογραφικές διορθώσεις και ορθοαναγωγή :** Με τις τοπογραφικές διορθώσεις επιχειρείται η απομάκρυνση φαινομένων σκίασης σε εικονοστοιχεία, εξαιτίας του ανάγλυφου της περιοχής. Με την ορθοαναγωγή εξαλείφεται η μετατόπιση της κορυφής ενός αντικειμένου μεγάλου ύψους ως προς τη βάση του, οπότε παράγεται μια κάτοψη της απεικονιζόμενης επιφάνειας .

1.9.4 Βελτίωση εικόνας

- **Βελτίωση αντίθεσης φωτεινότητας :** Η βελτίωση αντίθεσης φωτεινότητας γίνεται διευρύνοντας το ιστόγραμμα της αρχικής εικόνας, ώστε να υπάρχουν εικονοστοιχεία με πολύ χαμηλή και πολύ υψηλή τονικότητα. Με το τρόπο αυτό αποτυπώνονται ευκρινέστερα οι διαφορετικοί επιφανειακοί σχηματισμοί.
- **Ανίχνευση ορίων επιφανειακών σχηματισμών :** Όταν ενδιαφέρει τον φωτοερμηνευτή να αποτυπωθεί ευκρινώς το περίγραμμα του επιφανειακού σχηματισμού, εφαρμόζονται φίλτρα

που επιτρέπουν την ανίχνευση ορίων σε συγκεκριμένες διευθύνσεις ή προς όλες τις διευθύνσεις.

- **Εφαρμογή φίλτρων διαύγασης (sharpening) και εξομάλυνσης (smoothing) :** Εφαρμόζοντας φίλτρο διαύγασης αυξάνεται η αντίθεση φωτεινότητας μεταξύ γειτονικών εικονοστοιχείων. Απεναντίας, η αντίθεση φωτεινότητας μειώνεται με την εφαρμογή φίλτρου εξομάλυνσης. Το pansharpening είναι μια διαδικασία συγχώνευσης παγχρωματικών (PAN) εικόνων υψηλής ανάλυσης και χαμηλής ανάλυσης πολυφασματικών (XS) εικόνων για την δημιουργία μιας έγχρωμης σύνθετης εικόνας υψηλής ανάλυσης. Η εταιρεία Google Maps® και σχεδόν όλες οι αντίστοιχες εταιρείες παραγωγής γεωγραφικού υλικού και χαρτών χρησιμοποιούν αυτήν την τεχνική για την βελτίωση των εικόνων τους [16]. Η παραγόμενη υψηλής ανάλυσης εικόνα μπορεί να προέλθει από την συγχώνευση περισσότερων από μιας πολυφασματικών εικόνων με την αντίστοιχη παγχρωματική. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα pansharpening.



Εικόνα 6: Συνδυασμός High-res grayscale band + Low-res color bands = Hi-res color image

Πηγή: (<https://asp-eurasisjournals.springeropen.com/>)

- **Διαμέριση πυκνότητας (density slicing) :** Με την τεχνική αυτή το ιστόγραμμα της εικόνας διαμερίζεται σε διαστήματα τιμών φωτεινότητας, σε κάθε ένα από τα οποία αποδίδεται ένα χρώμα. Με τον τρόπο αυτό, η αρχική ασπρόμαυρη εικόνα μιας φασματικής ζώνης γίνεται έγχρωμη, καθώς το κάθε εικονοστοιχείο εμφανίζεται με το χρώμα εκείνο που αντιστοιχεί στο διάστημα τιμών στο οποίο βρίσκεται η τιμή φωτεινότητάς του.
- **Σύνθεση απλών εικόνων για παραγωγή ψηφιακών μωσαϊκών :** Δημιουργία στερεοσκοπικών εικόνων. Το μωσαϊκό είναι μια «συγκόλληση» εικόνων από γειτονικές περιοχές, ώστε να παραχθεί μια ενιαία εικόνα της ευρύτερης περιοχής έρευνας. Η στερεοσκοπική εικόνα παράγεται από ένα ζεύγος επικαλυπτόμενων –δηλαδή με κοινή περιοχή κάλυψης- εικόνων. Οι εικόνες τοποθετούνται η μια δίπλα στην άλλη, έχοντας κοινή την περιοχή επικάλυψης. Παρατηρώντας αυτό το ζεύγος με κατάλληλη οπτική συσκευή (στερεοσκόπιο), προκαλείται ένα τρισδιάστατο οπτικό αποτέλεσμα [10].

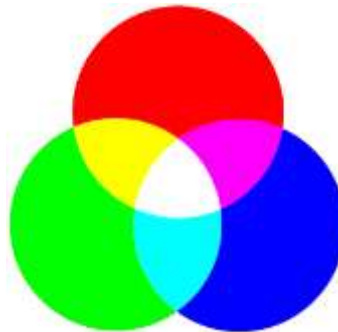
1.9.5 Εξαγωγή πληροφοριών

- **Σχηματισμός λόγου φασματικών ζωνών :** Διαιρώντας, για κάθε εικονοστοιχείο, την τιμή φωτεινότητας σε μια φασματική ζώνη δια αυτής σε άλλη, παράγεται η εικόνα του λόγου φασματικών ζωνών, που μπορεί να παράσχει πληροφορίες για τη φυτοκάλυψη της περιοχής έρευνας, ή ακόμα για την παρουσία κοιτασμάτων υδροθερμικής προέλευσης.
- **Ανάλυση κυρίων συνιστωσών :** (PCA : Principal Component Analysis) Η ανάλυση κυρίων συνιστωσών αποσκοπεί στο να συμπιεστεί το σύνολο των δεδομένων, αναπαριστώντας τις τιμές φωτεινότητας σε ένα ορθοκανονικό σύστημα συντεταγμένων, η διάσταση του οποίου είναι ίση με τον αριθμό των φασματικών ζωνών καταγραφής της ακτινοβολίας. Το χαρακτηριστικό αυτού του ορθοκανονικού συστήματος είναι ότι οι νέες συνιστώσες (κύριες συνιστώσες) έχουν τις διευθύνσεις μέγιστης διασποράς τιμών φωτεινότητας. Η πρώτη κύρια συνιστώσα περνάει από την περιοχή με τη μεγαλύτερη διασπορά, η δεύτερη, κάθετη στην πρώτη, περνάει από τη δεύτερη σε διασπορά περιοχή κ.ο.κ. Κάθε εικονοστοιχείο, στο νέο σύστημα, έχει γενικά διαφορετικές τιμές φωτεινότητας από τις αρχικές. Για μια αξιόπιστη απεικόνιση της διαθέσιμης πληροφορίας, συνήθως αρκούν οι πρώτες δύο ή τρεις κύριες συνιστώσες, οπότε ελαττώνεται σημαντικά το πλήθος των δεδομένων που χρειάζεται να αποθηκευτούν.
- **Μετασχηματισμοί χρώματος :** Ένας τέτοιος μετασχηματισμός είναι, π.χ., από το σύστημα RGB - Red, Green, Blue στο σύστημα IHS (Intensity, Hue, Saturation). Μέσω του μετασχηματισμού αυτού, προσδιορίζονται για κάθε εικονοστοιχείο τρεις τιμές: ένταση (intensity), χροιά (hue) και κορεσμός (saturation). Ενισχύοντας την αντίθεση τιμών κορεσμού μεταξύ των εικονοστοιχείων και εφαρμόζοντας στη συνέχεια έναν αντίστροφο μετασχηματισμό IHS, μπορεί να προκύψει μια εικόνα με πιο φωτεινά χρώματα και πιο ευδιάκριτους σχηματισμούς.
- **Δημιουργία εικόνων μεταβολής χαρακτηριστικών ως προς το χρόνο :** Συγκρίνοντας δύο ή περισσότερες εικόνες μιας περιοχής, που ελήφθησαν σε διαφορετικό χρόνο, μπορούν να εντοπιστούν μεταβολές στην κατάσταση της γήινης επιφάνειας (αλλαγές στις χρήσεις γης, απογύμνωση εδαφών από βλάστηση, μεταβολές ακτογραμμής και άλλες διαφοροποιήσεις). Στη συνέχεια, μπορεί να παραχθεί μια νέα εικόνα στην οποία να αποτυπώνονται οι περιοχές όπου σημειώθηκαν μεταβολές και οι περιοχές που έμειναν αναλλοίωτες.
- **Ανάλυση υφής :** Με την ανάλυση υφής, ή αλλιώς με τη μελέτη χωρικής μεταβολής της φωτεινότητας των εικονοστοιχείων, επιχειρείται, με στατιστικές μεθόδους, να προσδιοριστούν περιοχές με έντονες ή με μικρές μεταβολές στις τονικότητες γειτονικών εικονοστοιχείων, καθώς επίσης να βρεθεί το πώς συνδέονται οι διαφορές στην τιμή φωτεινότητας μεταξύ δυο εικονοστοιχείων ως προς τη μεταξύ τους απόσταση.

- **Ταξινόμηση εικόνας :** Με την ταξινόμηση ψηφιακής πολυφασματικής εικόνας, επιχειρείται η κατηγοριοποίηση των εικονοστοιχείων σε ομάδες, ή τάξεις, με κοινά χαρακτηριστικά, από πλευράς φασματικής απόκρισης ή/και υφής. Οι τάξεις αυτές μπορούν να εκφράζουν λιθολογικές ενότητες, τύπους φυτοκάλυψης, χρήσεις γης και άλλες οντότητες γεωλογικού, εδαφολογικού, χωροταξικού ή φυσικογεωγραφικού χαρακτήρα.

1.10 Προσθετικά και αφαιρετικά χρώματα

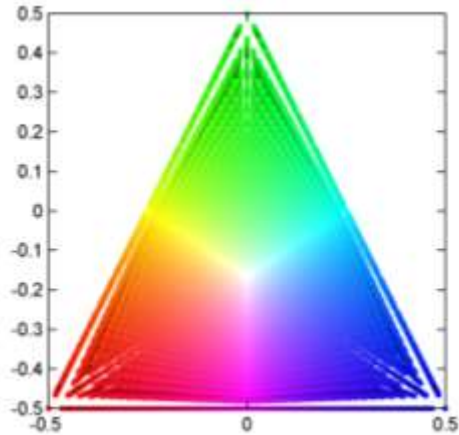
Τα έξι χρώματα του ορατού φάσματος της ΗΜΑ (ιώδες , μπλε , πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί και ερυθρό) ονομάζονται απλά χρώματα καθώς κάθε ένα από αυτά συνδέεται με ακτινοβολία ενός μόνο μήκους κύματος , δηλαδή με μια μονοχρωματική ακτινοβολία. Υπάρχουν όμως και τα σύνθετα χρώματα όπως για παράδειγμα , το κυανό χρώμα του ουρανού, που συνδέονται με ακτινοβολίες διαφορετικών μηκών κύματος. Ωστόσο είναι δυνατόν όλα τα χρώματα που ανήκουν είτε στα απλά είτε στα σύνθετα να παραχθούν από την πρόσθεση τριών βασικών απλών χρωμάτων : του ερυθρού, του πράσινου και του μπλε. Στην παρακάτω φωτογραφία παρουσιάζονται τα τρία βασικά χρώματα καθώς και τα χρώματα που προκύπτουν από τους συνδυασμούς τους.



Εικόνα 7: Πρόσθεση τριών βασικών χρωμάτων

Πηγή: (<https://magoosh.com/statistics/10-set-theory-topics-need-know/>)

Αυτά τα τρία χρώματα ονομάζονται και βασικά ή προσθετικά χρώματα. Προστιθέμενα σε ίσες εντάσεις ακτινοβολίας , το πράσινο και το ερυθρό παράγουν κίτρινο, το πράσινο και το μπλε παράγουν το κυανό ενώ το μπλε και το ερυθρό αφού προστεθούν θα παράξουν το χρώμα ματζέντα. Αν προσθέσουμε και τα τρία βασικά χρώματα μαζί σε ίσες εντάσεις θα πάρουμε ως αποτέλεσμα το λευκό χρώμα. Από την πρόσθεση των τριών βασικών με διαφοροποιημένες , αυτή τη φορά, εντάσεις παράγονται διάφορα άλλα χρώματα είτε απλά είτε σύνθετα. Κάτι τέτοιο μπορούμε να το αναπαραστήσουμε με το τρίγωνο των χρωμάτων το οποίο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 8: Το τρίγωνο των χρωμάτων

Πηγή : (<https://stackoverflow.com>)

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα το ματζέντα είναι το συμπληρωματικό ως προς το πράσινο με την έννοια ότι από την πρόσθεση πράσινου και ματζέντα παράγεται λευκό χρώμα . Επίσης το κυανό είναι συμπληρωματικό ως προς το μπλε. Τα τρία βασικά προσθετικά χρώματα μπορούν να προκύψουν από τον συνδυασμό του ματζέντα, του κυανού, και του κίτρινου, και τα τρία χρώματα αυτά σε ίσες εντάσεις παράγουν μαύρο. Σε διαφοροποιημένες εντάσεις παράγουν άλλα χρώματα. Το κυανό, το ματζέντα και το κίτρινο ονομάζονται και αφαιρετικά χρώματα, καθώς το κάθε ένα από αυτά προκύπτει αν από το λευκό φως απομακρυνθεί με κατάλληλο φίλτρο, ένα από τα τρία προσθετικά χρώματα. Για παράδειγμα το κίτρινο προκύπτει απομακρύνοντας από το λευκό φως το μπλε χρώμα.

Μία συμβατική έγχρωμη φωτογραφία δεν παράγεται από τον συνδυασμό τριών βασικών προσθετικών χρωμάτων, αλλά από τον συνδυασμό των τριών αφαιρετικών χρωμάτων (κυανό, κίτρινο, ματζέντα) . Τα αφαιρετικά χρώματα παράγονται καθώς το εκπεμπόμενο από το εικονιζόμενο αντικείμενο φως περνάει μέσα από φίλτρα που βρίσκονται πάνω στο φιλμ, κατακρατούν μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και η διερχόμενη ακτινοβολία αντιστοιχεί στα τρία αφαιρετικά χρώματα [13].

1.10.1 Φασματικές ζώνες

Παρακάτω παρουσιάζονται οι επτά φασματικές ζώνες του θεματικού χαρτογράφου του δορυφόρου Landsat και γίνεται αναφορά στο πού μπορεί να αξιοποιηθεί η κάθε μία [15].

- Φασματική ζώνη 1: 0,45 - 0,52 μm (μπλε - πράσινο). Επιτρέπει τη μέγιστη διείσδυση στις υδάτινες μάζες και χρησιμοποιείται στη βαθυμετρία, στην ανάλυση της χρήσης γης, στο διαχωρισμό εδαφών και βλάστησης και στη διάκριση κωνοφόρων φυλλοβόλων.

- Φασματική ζώνη 2: 0,52 - 0,60 μm (πράσινο). Η φασματική ζώνη αυτή έχει τη μέγιστη ανακλαστικότητα χλωροφύλλης και χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό της υγιούς από την άρρωστη βλάστηση.
- Φασματική ζώνη 3: 0,63 - 0,69 μm (κόκκινο). Πρόκειται για την ερυθρή ζώνη απορρόφησης από τη χλωροφύλλη, στην περίπτωση υγιούς βλάστησης και αποτελεί τη σημαντικότερη φασματική ζώνη για τη διάκριση των διαφόρων φυτικών τύπων.
- Φασματική ζώνη 4: 0,76 - 0,90 μm (ανακλώμενο υπέρυθρο). Σελίδα 15 Η φασματική ζώνη αυτή έχει πολύ καλή απόκριση για το σύνολο της βιομάζας που υπάρχει σε μία εικόνα. Επίσης, βοηθάει στη διάκριση έδαφος -υδάτινες μάζες.
- Φασματική ζώνη 5: 1,55 - 1,75 μm (ανακλώμενο υπέρυθρο). Η φασματική ζώνη αυτή είναι ευαίσθητη στο ποσό του νερού που υπάρχει στα φυτά. Επιπλέον, η φασματική αυτή ζώνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση μεταξύ χιονιού, νεφών και πάγου.
- Φασματική ζώνη 6: 10,4 - 12,4 μm (θερμικό υπέρυθρο). Η φασματική αυτή ζώνη μετράει το ποσό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τις διάφορες επιφάνειες. Είναι χρήσιμη για τον εντοπισμό περιοχών με γεωθερμική δραστηριότητα, στις γεωλογικές έρευνες, στην ταξινόμηση της βλάστησης και στη μελέτη της εδαφικής υγρασίας.
- Φασματική ζώνη 7: 2,08 - 2,35 μm (ανακλώμενο υπέρυθρο). Πρόκειται για μία φασματική ζώνη που βοηθάει στη διάκριση των γεωλογικών σχηματισμών και στον εντοπισμό ζωνών υδροθερμικής εξαλλοίωσης στα πετρώματα.

1.10.2 Φασματικές υπογραφές

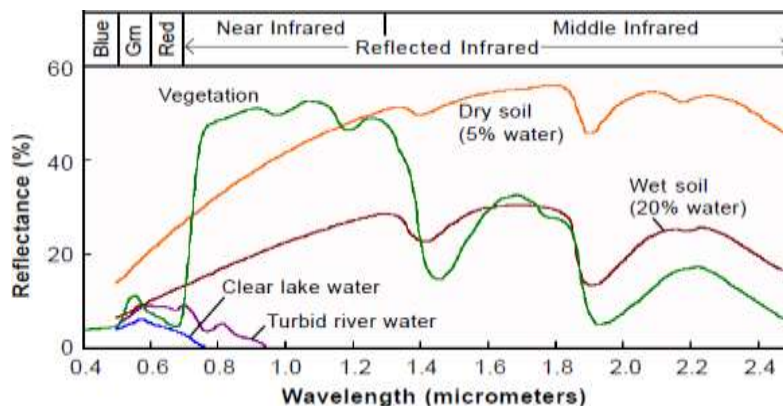
Κάθε αντικείμενο του περιβάλλοντος έχει το δικό του τρόπο να αντανακλά ή να απορροφά την ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω του ,αλλά και να εκπέμπει ακόμη ακτινοβολία , αναλογα με την απόλυτη θερμοκρασία του. Έτσι οι ιδιότητες αυτές , που εκφράζονται με ορισμένες παραμέτρους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση και την αναγνώριση των αντικειμένων , ή και για την λήψη πληροφοριών που αφορούν στο μέγεθος και στο σχήμα τους, καθώς και στις φυσικές ή χημικές τους ιδιότητες.

Ο τρόπος με τον οποίο ακτινοβολεί ένα σώμα κάτω από ορισμένες συνθήκες εξαρτάται τόσο από τις συνθήκες αυτές όσο και από την υφή και τη φυσική κατάσταση του σώματος. Η εκπεμπόμενη καθώς και η ανακλώμενη ακτινοβολία ενός σώματος στις διάφορες περιοχές του ΗΜ φάσματος, κυρίως στο υπέρυθρο, περιέχουν πληροφορίες για τη κατάσταση του σώματος (φυσική και χημική) που το καθορίζουν μονοσήμαντα. Η μονοσήμαντη αυτή ακτινοβολία που εκπέμπεται και ανακλάται

από κάθε σώμα και συνάμα προσδιορίζει την ταυτότητα του, ονομάζεται φασματική υπογραφή του σώματος.

Η φασματική υπογραφή αναπαριστάται γραφικά ως μια καμπύλη μεταβολής της αντανακλαστικότητας ή της θερμικής ακτινοβολίας στη ζώνη του θερμικού υπέρυθρου, ως προς το μήκος κύματος. Το κάθε ξεχωριστό αντικείμενο (τύπος φυτοκάλυψης, τύπος εδάφους, υλικό, πέτρωμα, υδάτινη μάζα) έχει ξεχωριστά τη δική του φασματική υπογραφή. Επομένως η λεπτομερής καταγραφή αυτής, για όλα τα μήκη κύματος θα μπορούσε θεωρητικά να οδηγήσει στην αναγνώριση του αντικειμένου, συγκρίνοντας αυτήν με πρότυπες καμπύλες διαφόρων ταυτοποιημένων αντικειμένων που προσδιορίζονται με τη χρήση φασματόμετρων. Όμως καθώς υπάρχει μεταβολή ως προς τον χρόνο και ως προς τον τόπο, έχει ως αποτέλεσμα ο ίδιος τύπος πετρώματος, για παράδειγμα να ανακλά ή να εκπέμπει διαφορετική ακτινοβολία για δεδομένο μήκος κύματος.

Ειδικοί ψηφιακοί αισθητήρες έχουν αναπτυχθεί για τη μέτρηση όλων των τύπων ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας καθώς αλληλεπιδρά με τα αντικείμενα με όλους τους τρόπους που αναφέρονται παραπάνω. Η ικανότητα των αισθητήρων να μετρήσουν αυτές τις αλληλεπιδράσεις μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε την τηλεπισκόπηση για να μετρήσουμε τα χαρακτηριστικά και τις αλλαγές στη Γη και στην ατμόσφαιρα [13]. Στο σχήμα που ακολουθεί αναπαρίστανται οι διάφορες φασματικές υπογραφές διαφόρων στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα της βλάστησης, το στεγνού και υγρού χώματος, του νερού μια λίμνης καθώς και του νερού ενός ποταμού:



Εικόνα 9 : Φασματικές υπογραφές Νερό, Βλάστηση, Έδαφος.

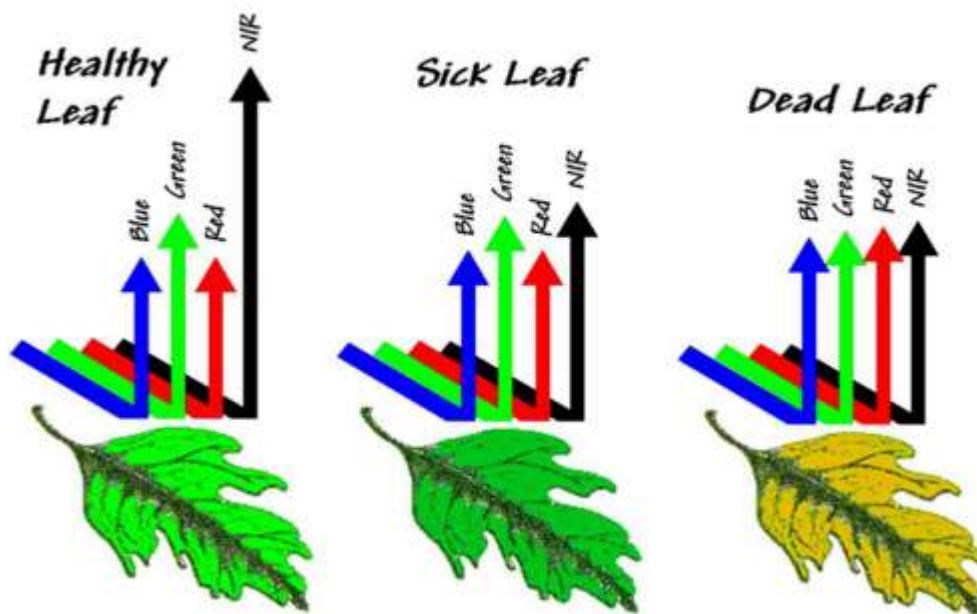
Πηγή: (<https://grindgis.com/>)

1.10.3 Φασματικοί δείκτες

Οι διάφορες μετρήσεις της απορρόφησης της ΗΜΑ στην τηλεπισκόπηση μπορούν να γίνουν με διάφορα όργανα όπως για παράδειγμα η χρήση ενός φασματόμετρου. Ωστόσο, η χρήση δεικτών σε τέτοιες μετρήσεις έχουν ως αποτέλεσμα περισσότερη ακρίβεια. Ορισμένοι δείκτες μπορούν να οριστούν από διάφορους συνδυασμούς φασματικών πληροφοριών.

Για παράδειγμα οι δείκτες που αναφέρονται στη βλάστηση ονομάζονται δείκτες βλάστησης και μπορούν να οριστούν ως οι δείκτες που συνδυάζουν φασματικές πληροφορίες από επιλεγμένα μήκη κύματος σε μια τιμή, η οποία σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ή μία ιδιότητα της βλάστησης, και συνήθως αποτελούν το μέτρο εκτίμησης της υγιούς βλάστησης.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (ΗΜΑ) και η οι διαφορές μεταξύ ενός υγιούς φύλλου από ένα ασθενές και από ένα νεκρό. Η τιμή που θα προκύψει είναι και αυτή που μας δείχνει την κατάσταση που βρίσκεται το φύλλο [17].



Εικόνα 10 : Απορρόφηση Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας από Φύλλο
Πηγή: (<http://www.innovativegis.com>)

Μερικοί από τους φασματικούς δείκτες είναι και οι παρακάτω :

- **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index): Ο πιο σημαντικός δείκτης , χρησιμοποιείται στη γεωργία και ορίζεται ως δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης, παίρνει τιμές μεταξύ -1 (δεν υπάρχει κάλυψη βλάστησης) και 1 (πλήρης κάλυψη από βλάστηση). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για μετρήσεις χαρακτηριστικών όπως η βιομάζα, η συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα κ.α.
- **NDSI** (Normal Difference Soil Index): ο δείκτης αυτός αφορά την κανονικοποίηση της διαφοράς του εδάφους και χρησιμοποιείται για μετρήσεις εδαφικών χαρακτηριστικών.

- **NDWI** (Normal Difference Water Index) ο δείκτης κανονιοποίησης διαφοράς νερού που ονομάζεται NDWI και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση χαρακτηριστικών του νερού.

Οι δείκτες αυτοί είναι οι βασικότεροι και μέσω αυτών προέκυψαν οι δείκτες που αναφέρονται παρακάτω. Ο λόγος που οι μετρήσεις δεν παρέμειναν σε αυτούς τους τρεις δείκτες είναι για να διορθωθούν σφάλματα που μπορεί να εμφανίζουν οι δείκτες αλλά και για να γίνει καλύτερη και ακριβέστερη κατανόηση του οικοσυστήματος. Στους παραγόμενους δείκτες μπορούν να συγκαταλεχθούν οι :

- **NVMI** (Normal Vegetation Moisture Index) που ορίζεται ως δείκτης κανονικοποιημένης υγρασίας βλάστησης.
- **SAVI** (Soil-Adjusted Vegetation Index) είναι επίσης δείκτης που όμως αφορά της εδαφική ρύθμιση βλάστησης.
- **SR** ή **RVI** (Simple Ratio Vegetation Index) ο οποίος είναι δείκτης αναλογικής βλάστησης.
- **GNDVI** (Green Normalized Difference Vegetation Index) ορίζεται ως δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης στο πράσινο.
- **CVI** (Chlorophyll Vegetation Index) πρόκειται για έναν δείκτη χλωροφύλλης της βλάστησης.
- **NBRI** (Normalized Burn Ratio Index), είναι δείκτης κανονικοποιημένης αναλογίας καύσης.

Οι δείκτες αυτοί είναι ένα μικρό μέρος των δεικτών που υπάρχουν στην τηλεπισκόπηση που με τη βοήθεια των δικών του τύπων ο καθένας υπολογίζει τις μετρήσεις που χρειάζεται η τηλεπισκόπηση. Ωστόσο υπάρχει όλο και περισσότερο η ανάγκη για δημιουργία νέων δεικτών που θα βελτιώσουν λάθη και θα βοηθήσουν μέσω της τηλεπισκόπησης να κατανοηθεί ακόμη καλύτερα το οικοσύστημα.

1.11 Αισθητήρες τηλεπισκόπησης

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπηση διακρίνονται σε 2 κατηγορίες. Αυτές είναι οι ενεργοί αισθητήρες και οι παθητικοί αισθητήρες. Η διαφορά τους είναι ότι οι ενεργοί αισθητήρες εκπέμπουν ακτινοβολία για να πραγματοποιήσουν τις μετρήσεις τους, ενώ οι παθητικοί αισθητήρες χρησιμοποιούν την υπάρχουσα ακτινοβολία από τον ήλιο για να πραγματοποιήσουν τις δικές τους μετρήσεις. Έτσι, γίνεται κατανοητό ότι το σημαντικότερο μειονέκτημα των παθητικών αισθητήρων είναι η ανικανότητα σωστής μέτρησης κατά τη διάρκεια της νύχτας, αλλά και κατά τη διάρκεια συννεφιασμένων ημερών. Στους ενεργούς αισθητήρες τα μειονεκτήματα επικεντρώνονται

στο ότι η εκπεμπόμενη ακτινοβολία μπορεί να επηρεαστεί από άλλες ακτινοβολίες, η γεωμετρική ανάλυση είναι πολύ χαμηλή, τα σήματα δεν περιλαμβάνουν καθαρά φασματικά χαρακτηριστικά και χρειάζεται πολύπλοκη ανάλυση που επιβαρύνει το κόστος . Στην συνέχεια, αναφέρονται τα συστήματα αισθητήρων που απαρτίζουν τις 2 κατηγορίες [18].

Παθητικοί αισθητήρες

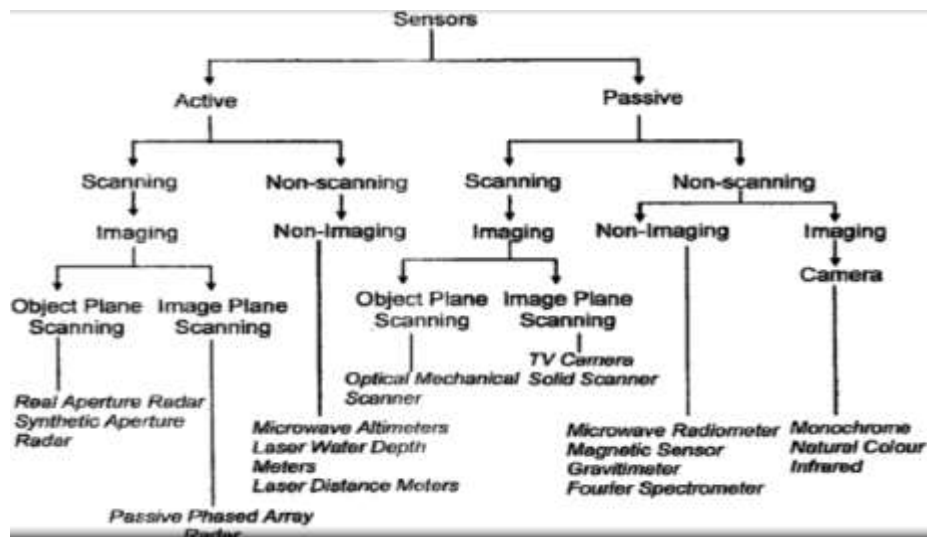
- **Ραδιόμετρο:** Ένα όργανο που μετρά ποσοτικά την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε κάποια ζώνη μηκών κύματος στο φάσμα. Συνήθως, ένα ραδιόμετρο περαιτέρω πιστοποιείται από το τμήμα του φάσματος που καλύπτει, όπως στην ορατή, στην υπέρυθη, ή στην ακτινοβολία των μικροκυμάτων.
- **Φασματικές Κάμερες:** Πρόκειται για κάμερες που έχουν τη δυνατότητα λήψης εικόνων σε διαφορετικά μήκη κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Μπορούν να διακριθούν σε πολυφασματικές ή υπερφασματικές ή ultra-φασματικές ανάλογα με την διακριτική ικανότητα των μηκών κύματος που διαθέτουν.
- **Φωτογραφικό Ραδιόμετρο:** Ένα ραδιόμετρο που μπορεί να παρέχει μία δισδιάστατη συστοιχία πίξελ από τα οποία μία εικόνα μπορεί να παράγεται. Η σάρωση μπορεί να πραγματοποιηθεί μηχανικά ή ηλεκτρονικά χρησιμοποιώντας μία διάταξη ανιχνευτών.
- **Φασματόμετρο:** Μία διάταξη που έχει σχεδιαστεί για την ανίχνευση, τη μέτρηση και την ανάλυση σε φασματικό περιεχόμενο της προσπίπτουσας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Συμβατικά, φασματόμετρα απεικόνισης χρησιμοποιούν πρίσματα για να διακρίνουν τη φασματική ακτινοβολία.
- **Φασματοραδιόμετρο:** Ένα ραδιόμετρο που μπορεί να μετρήσει την ένταση της ακτινοβολίας σε πολλαπλές ζώνες μήκους κύματος (δηλαδή, πολυφασματικά). Οι ζώνες είναι υψηλής φασματικής ανάλυσης. Ο αισθητήρας είναι σχεδιασμένος για την τηλεανίχνευση συγκεκριμένων παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας, τα χαρακτηριστικά σύννεφων, το χρώμα των ωκεανών, η βλάστηση, το ίχνος χημικών στην ατμόσφαιρα, κλπ.

Ενεργοί αισθητήρες

- **RADAR** (Radio Detection and Ranging): Ένα ραντάρ χρησιμοποιεί έναν πομπό είτε σε ραδιοσυχνότητες είτε σε συχνότητες μικροκυμάτων για να εκπέμπουν παλμούς ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μια κατευθυντική κεραία ή δέκτη για τη μέτρηση του χρόνου άφιξης της ανακλώμενης ή διασκορπισμένης ακτινοβολίας από μακρινά

αντικείμενα. Η απόσταση από το αντικείμενο μπορεί να προσδιοριστεί, επειδή η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διαδίδεται με την ταχύτητα του φωτός.

- **Scatterometer:** Είναι ένα υψηλής συχνότητας ραντάρ μικροκυμάτων που έχει σχεδιαστεί ειδικά για τη μέτρηση οπισθοσκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Μετρήσεις της αναδιαχεόμενης ακτινοβολίας μικροκυμάτων στην φασματική περιοχή πάνω από τις επιφάνειες των ωκεανών, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθούν χάρτες της ταχύτητας του ανέμου επιφανείας και της κατεύθυνσης.
- **Lidar** (Light Detection and Ranging): Χρησιμοποιεί ένα λέιζερ (ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας) για να μεταδώσει έναν παλμό φωτός και έναν δέκτη με ευαίσθητους ανιχνευτές για τη μέτρηση της οπισθοσκεδαζόμενης ή ανακλώμενης ακτινοβολίας του φωτός. Η απόσταση από το αντικείμενο προσδιορίζεται με την καταγραφή του χρόνου μεταξύ των μεταδιδόμενων και οπισθοσκεδαζόμενων παλμών και χρησιμοποιώντας την ταχύτητα του φωτός για να υπολογίσει την απόσταση που έχει διανυθεί. Τα LIDARs μπορούν να καθορίσουν το ατμοσφαιρικό προφίλ των αερολυμάτων, τα σύννεφα, και άλλων συστατικών της ατμόσφαιρας.
- **Laser υψομέτρου:** Ένας λέιζερ υψομετρητής χρησιμοποιεί ένα Lidar για να μετρήσει το ύψος του μέσου πάνω από την επιφάνεια. Γνωρίζοντας το ύψος του μέσου σε σχέση με τη μέση επιφάνεια της Γης, η τοπογραφία της υποκείμενης επιφανείας μπορεί να προσδιοριστεί. Από τους παραπάνω αισθητήρες πολύ μεγάλο μερίδιο στην τηλεπισκόπηση με τη χρήση UAV εμφανίζουν οι παθητικοί αισθητήρες και συγκεκριμένα οι φασματικές κάμερες.



Εικόνα 11 : Τα είδη των αισθητήρων ανάλογα με την κατηγορία τους

Πηγή: (<https://www.researchgate.net>)

Κεφάλαιο Δεύτερο

2.1 Συστήματα ψηφιακών εικόνων με χρήση drones

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones) έχουν αναδειχθεί ως μία από τις πλέον υποσχόμενες τεχνολογίες επιτρέποντας για παράδειγμα, τον ψεκασμό φυτοφαρμάκων με έναν πιο αποτελεσματικό και στοχευμένο τρόπο. Όμως σήμερα, λίγοι Ευρωπαίοι αγρότες επωφελούνται από αυτό, πιθανόν λόγω της έλλειψης γνώσης του τομέα. Η αξιοποίηση των drones για να παρακολουθούν τους αγρούς, ανιχνεύοντας τα επίπεδα υγρασίας και την έλλειψη θρεπτικών συστατικών στις καλλιέργειες έχει σημαντικά οφέλη για τους αγρότες, ενώ ο εξαιρετικά προηγμένος εξοπλισμός, τους βοηθά στην απεικόνιση και της ελάχιστης λεπτομέρειας, που το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να ανιχνεύσει. Αυτό επιτρέπει στους αγρότες να εφαρμόσουν μια τυχόν θεραπεία πριν επηρεαστούν σημαντικά οι καλλιέργειες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες για παράδειγμα, τα drones αξιοποιούνται για την παρακολούθηση των κοπαδιών, καθώς έχουν την λειτουργικότητα για την ανίχνευση ασυνήθιστων θερμοκρασιών σώματος και άλλων συνθηκών [19].

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη διαθέτουν μια σειρά από φωτογραφικούς αισθητήρες κατάλληλους για την ανάλυση βιοχημικών διεργασιών. Ωστόσο προσφέρουν ευχέρεια στη χρήση καθώς είναι εύκολη, απλή και γίνεται αμέσως κατανοητή ακόμη και από τον χαμηλής μόρφωσης αγρότη. Παρέχουν ταχύτητα στην ανίχνευση προβλημάτων καθιστώντας τον αγρότη ικανό να παραβρεθεί στις καλλιέργειες ανά πάσα στιγμή. Ένα από τα θετικά των αεροσκαφών αυτών στην έξυπνη γεωργία είναι η μείωση των εισροών, αφού θα χορηγηθούν φάρμακα, λιπάσματα κτλ. όταν κρίνεται απαραίτητο. Τέλος η οργάνωση παραγωγής σε συνδυασμό με τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας καθιστούν τα αεροσκάφη αυτά σημαντικό βοηθό της έξυπνης γεωργίας [19]. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η σύγκριση των pixel μιας φωτογραφίας drone (πρώτη φράουλα), ενός επανδρωμένου αεροσκάφους (δεύτερη φράουλα) και ενός δορυφόρου (τρίτη φράουλα). Είναι ολοφάνερη η διαφορά ποιότητας της φωτογραφίας που πετυχαίνει το drone σε σχέση με τα άλλα δύο



Εικόνα 12 : Drones vs Επανδρωμένα vs Δορυφόροι

Πηγή : (<http://www.geosense.gr/>)

2.2 Ορισμός των drones

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει και στην εξέλιξη της αεροφωτογραφίας καθώς επίσης και της τηλεπισκόπησης, απο την χρήση αερόστατων και ειδικά εκπαιδευμένων περιστεριών εως την ευρεία χρήση των drones βλέπουμε πόσο μεγάλη είναι η πρόοδος αυτή. Τι είναι όμως ένα drone και πως έχει αλλάξει τα δεδομένα στο χώρο της αεροφωτογραφίας; Κάτι τέτοιο μπορούμε να απαντήσουμε με τον παρακάτω σύντομο ορισμό [20]. Ένα μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (Unmanned Aerial Vehicle) ή αλλιώς drone, είναι ένα αεροσκάφος χωρίς ανθρώπινο πιλότο επί του σκάφους. Τα UAV αποτελούν συστατικό του συστήματος μη επανδρωμένων αεροσκαφών (Unmanned Aircraft System), τα οποία περιλαμβάνουν ένα UAV, έναν επίγειο ελεγκτή και ένα σύστημα επικοινωνίας μεταξύ των δύο. Η πτήση των UAVs μπορεί να λειτουργεί με διάφορους βαθμούς αυτονομίας: είτε με τηλεχειρισμό από έναν χειριστή είτε με αυτόνομο τρόπο από υπολογιστές επί του σκάφους [21].



Εικόνα 13: DJI Phantom quadcopter UAV για εμπορική και ψυχαγωγική αεροφωτογραφία.

Πηγή: (https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)

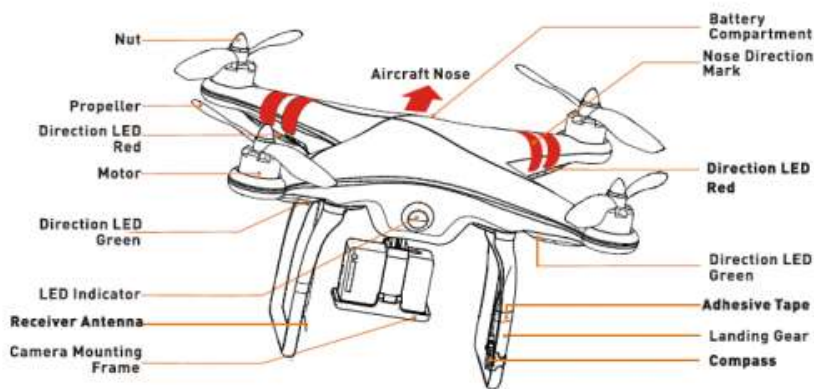
2.3 Αρχιτεκτονική συστημάτων UAV

Μια τυπική αρχιτεκτονική συστημάτων UAV περιλαμβάνει τις εξής υπομονάδες :

1. Σταθμός Χειρισμού UAV.
 2. Υπολογιστής UAV.
 3. Σύστημα Τροφοδοσίας και Διανομής Ενέργειας.
 4. Αυτόματος Πιλότος, Συσχετιζόμενοι Αισθητήρες και Λήπτης Σήματος GPS.
 5. Αισθητήρες UAV.
- **Σταθμός Χειρισμού UAV:** Είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ο οποίος επικοινωνεί με το UAV και ελέγχεται από τον χειριστή του UAV. Ο χειριστής έχει την ικανότητα να λαμβάνει δεδομένα που είναι σχετικά με την πτήση του αεροσκάφους, αλλά και από τους

αισθητήρες που φέρονται σε αυτό σε πραγματικό χρόνο ασύρματα. Έχει τη δυνατότητα να επέμβει στην αποστολή του UAV ανά πάσα στιγμή, αρκεί να τηρεί τα κριτήρια παρεμβολής του hardware του συστήματος επικοινωνίας του UAV.

- **Υπολογιστής UAV:** Ελέγχει τη λειτουργία του UAV. Δέχεται και επεξεργάζεται δεδομένα από τον αυτόματο πιλότο για τη σωστή λειτουργία του UAV. Έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται πληροφορίες από τους αισθητήρες, καθώς και να επικοινωνεί με τον σταθμό χειρισμού εδάφους αποστέλλοντας και λαμβάνοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο ασύρματα. Σύστημα Τροφοδοσίας και Διανομής Ενέργειας: Είναι ένα σύστημα το οποίο περιλαμβάνει την πηγή τροφοδοσίας του UAV σε ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να είναι μπαταρία, αν πρόκειται για ηλεκτροκίνητα UAV ή κάποιο άλλο καύσιμο, αν πρόκειται για UAV που καταναλώνουν καύσιμα. Μέσω του συστήματος διανομής ενέργειας διανέμεται η ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία των υποσυστημάτων του UAV.
- **Αυτόματος Πιλότος:** Είναι ένα σύστημα που ελέγχει την πορεία του αεροσκάφους χωρίς ή με την καθοδήγηση από εξωτερικό παράγοντα μέσω μιας διάταξης από αισθητήρες. Οι αισθητήρες περιλαμβάνουν γυροσκόπια, επιταχυνσιόμετρα και μαγνητόμετρα. Περιλαμβάνει, επίσης, αισθητήρες διαφορικής ατμοσφαιρικής πίεσης που βοηθούν στη μέτρηση του υψομέτρου, καθώς και μετρητές ταχύτητας αέρα. Ακόμη περιλαμβάνει έναν λήπτη σήματος GPS που είναι απαραίτητος για την τηλεμετρία του UAV. Η πτήση γίνεται σε προκαθορισμένα σημεία τα οποία διοχετεύονται μέσα από τον σταθμό χειρισμού εδάφους στον επεξεργαστή και από εκεί στον αυτόματο πιλότο μέσω ασύρματου πρωτοκόλλου επικοινωνίας του UAV και του σταθμού χειρισμού εδάφους που παρέχεται από software. Ελέγχει τους σερβο-κινητήρες που είναι υπεύθυνοι για την κίνηση των πτερυγίων.
- **Αισθητήρες UAV:** Πρόκειται για αισθητήρες οι οποίοι συνήθως είναι κάμερες και μπορεί να φέρονται είτε ξεχωριστά είτε σε συστοιχία και σκοπό έχουν τη συγκομιδή πληροφοριών σχετικών με την αποστολή πτήσης του UAV [18].



Εικόνα 14: Αρχιτεκτονική UAV

Πηγή : (<http://hagaxfuso.blogspot.com/2018/10/rc-drone-components.html>)

2.4 Τρόπος λειτουργίας ενός UAV

Ένα τυπικό μη επανδρωμένο αεροσκάφος είναι φτιαγμένο από ελαφρά σύνθετα υλικά για τη μείωση του βάρους και την αύξηση της ευελιξίας. Αυτή η σύνθετη δύναμη υλικού επιτρέπει στα drones να ταξιδεύουν σε εξαιρετικά μεγάλα ύψη. Τα αεροσκάφη είναι εξοπλισμένα με διαφορετικές τεχνολογίες αιχμής, όπως υπέρυθρες κάμερες, GPS και λέιζερ (εμπορικά και στρατιωτικά UAV). Τα αεροσκάφη ελέγχονται από απομακρυσμένα συστήματα ελέγχου εδάφους (GSC) και αναφέρονται επίσης ως επίγειες πινακίδες. Ένα μη επανδρωμένο σύστημα εναέριου οχήματος έχει δύο μέρη, το ίδιο το drone και το σύστημα ελέγχου. Η μύτη του μη επανδρωμένου εναέριου οχήματος είναι εκεί όπου υπάρχουν όλοι οι αισθητήρες και τα συστήματα πλοήγησης. Το υπόλοιπο σώμα είναι γεμάτο από συστήματα τεχνολογίας drone, καθώς δεν υπάρχει χώρος για να φιλοξενήσει τους ανθρώπους. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός drone είναι αρκετά σύνθετα και έχουν σχεδιαστεί για να απορροφούν τους κραδασμούς, με αποτέλεσμα να μειώνουν τον παραγόμενο ήχο. Αυτά τα υλικά είναι πολύ ελαφριά πράγμα που βοηθά στην πτήση του [22].

Ένα από τα χαρακτηριστικά που απαρτίζεται ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος είναι ένας σταθεροποιητής. Η σταθεροποίηση επιτυγχάνεται με γυροσκόπιο. Η τεχνολογία σταθεροποίησης του γυροσκοπίου δίνει στο drone τη δυνατότητα μιας ομαλής πτήσης. Το γυροσκόπιο λειτουργεί σχεδόν αμέσως με τις δυνάμεις που κινούνται ενάντια στο drone κρατώντας το να πετάει ή να αιωρείται πολύ ομαλά. Επίσης παρέχει βασικές πληροφορίες πλοήγησης στον κεντρικό ελεγκτή πτήσης.

2.5 Κατηγορίες drones ανάλογα με την κατασκευή τους

Υπάρχουν πολλοί τρόποι κατηγοριοποίησης των UAV. Ο πιο σημαντικός είναι ο τρόπος λειτουργίας του. Έτσι, με βάση αυτό το χαρακτηριστικό τα UAV χωρίζονται σε:

- **Βιομιμητικά (Biomimetic) ή Flapping Wing UAV:** Τα οποία μιμούνται την πτήση πτηνών και εντόμων.
- **Blimp UAV:** Πρόκειται για UAV τα οποία υψώνονται λόγω του γεμίσματος του μπαλονιού τους με αέριο ήλιο. Χρησιμοποιούνται για την επιθεώρηση μεγάλων περιοχών και ως κόμβοι για επικοινωνία με άλλα UAV, αλλά και με τον σταθμό εδάφους.
- **Rotorcraft UAV:** Από τις πιο σημαντικές κατηγορίες UAV. Πρόκειται για ελικοφόρα UAV τα οποία χωρίζονται σε υποκατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα στα:

1. Helicopter UAV: Τα οποία μοιάζουν με ελικόπτερα.

2. **Quadrotor UAV**: Πρόκειται για UAV με 4 έλικες τα οποία τους δίνουν ορισμένα πλεονεκτήματα στην ευκινησία λόγω της δυνατότητας διαφορετικού ρυθμού στροφών των ελίκων. Υπάρχουν μοντέλα με διαφορετικό αριθμό ελίκων.

3. **Coaxial UAV**: Πρόκειται για UAV τα οποία παρομοιάζουν την κίνηση των ελικοπτέρων, δεν διαθέτουν ουραίο έλικα, αλλά έναν δεύτερο ομοαξονικό έλικα που κινείται αντίθετα από τον κεντρικό.

4. **Fixed Wing UAV** ή UAV Σταθερού Πτερυγίου: Πρόκειται για τον πιο ευρέως διαδεδομένο τύπο UAV. Είναι τα UAV που παρομοιάζουν την πτήση των αεροπλάνων.

Τέλος, τα UAV μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τον τρόπο έναρξης και τερματισμού πτήσης σε UAV με κάθετη απογείωση και προσγείωση, σε UAV με συμβατική απογείωση και προσγείωση, σε UAV με απογείωση με τη βοήθεια χειρός, σε UAV με απογείωση με τη βοήθεια καταπέλτη, σε UAV που προσγειώνονται με τη βοήθεια αλεξίπτωτου και σε UAV που προσγειώνονται με τη βοήθεια διχτυού [18].

2.6 Κατηγορίες drones ανάλογα με τη χρήση τους

Όπως προαναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο τα drones κερδίζουν καθημερινά ολοένα και περισσότερο έδαφος σε διάφορους τομείς της αγοράς καθώς είναι εξοπλισμένα με σύγχρονες κάμερες και είναι κατασκευασμένα από ανθεκτικά υλικά, κάτι που τους επιτρέπει να βρίσκουν χρήση σε πολλούς χώρους εργασίας καθώς και απλής διασκέδασης. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικοί από τους διάφορους τομείς όπου ένα drone μπορεί να βρει εφαρμογή [23].

- **Αεροφωτογραφία και εναέρια βιντεοσκόπηση** : Η αεροφωτογράφιση με drone είναι πράγματι μια από τις βασικές χρήσεις των αεροσκαφών. Λόγω της βελτιωμένης τεχνολογίας, πολύ περισσότερα quadcopters είναι τώρα καλά εξοπλισμένα για να κρατούν τον βαρύ εξοπλισμό της κάμερας. Τα drones, σήμερα, είναι σταθερά και μπορούν να τραβήξουν υψηλής ανάλυσης εικόνες καθώς και βίντεο. Ο χειρισμός μπορεί να γίνει μέσω χειριστηρίου ή ακόμα και κινητού τηλεφώνου όπου μπορούμε να βλέπουμε τι συλλαμβάνει και βλέπει η κάμερα καθώς και να έχουμε πρόσβαση στις διάφορες ρυθμίσεις της.
- **Εφαρμογές στη γεωργία** : Η χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών έχει βρει πρόσφορο έδαφος και στον τομέα της γεωργίας. Η εναέρια παρακολούθηση της ρουτίνας της αγροτικής γης μπορεί να δώσει μία βαθύτερη ανάλυση της απόδοσης των καλλιεργειών. Επιπλέον, τα αεροσκάφη μπορούν να εκτελούν αυτήν την αξιολόγηση με χαμηλό κόστος χωρίς να επηρεάζουν το περιβάλλον ή τα χωράφια. Τα drone χρησιμοποιούνται ακόμη για τον ψεκασμό φυτοφαρμάκων, και διαφορων πτηνων που καταστρεφουν τις σοδειες καθώς και στην εκτέλεση εργασιών. Έτσι το αποτέλεσμα δεν είναι μόνο μια υγιή καλλιέργεια, αλλά και μια αυξημένη απόδοση του χωραφιού.

- **Χρήση drones στην πυρόσβεση :** Γνωρίζουμε ήδη ότι τα πυροσβεστικά ελικόπτερα είναι έτοιμα για πυρόσβεση, ωστόσο σύντομα τα drones θα μπορούσαν να αλλάξουν αυτο. Τα αεροσκάφη εξελίσσονται για να βοηθούν στις ανάγκες πυρόσβεσης, μαζί τους και drones ειδικά για αυτόν τον σκοπό, όπου μπορούν να κάνουν επικίνδυνους ελιγμούς σε σημεία δυσπρόσιτα για τον άνθρωπο. Έτσι για λόγους ασφαλείας και εξοικονόμησης πόρων είναι συχνά καλύτερο να στέλνουμε τα drones πρώτα σε μια πυρκαγιά για να παρατηρήσουμε την κατάσταση πριν από την είσοδο των ανθρώπων.
- **Δυσπρόσιτες περιοχές και κρίσιμες καταστάσεις :** Ανέκαθεν οι άνθρωποι δείχνουν ενδιαφέρον για την εξερεύνηση δυσπρόσιτων περιοχών καθώς και την μελέτη τους. Έτσι και σε αυτό το πρόβλημα έρχεται η τεχνολογία των drone να δώσει μια λύση. Για παράδειγμα, η μελέτη ενός ηφαιστείου είναι δύσκολο να γίνει, αφού είναι δύσκολη η πρόσβαση μέσω εδάφους καθώς υπάρχει έκθεση σε τοξικά αέρια και ακραίες θερμοκρασίες.
- **Εφαρμογές στο χώρο της δημοσιογραφίας :** Η ικανότητα των quadcopters να φτάσουν σε περιοχές όπου οι δημοσιογράφοι δεν μπόρεσαν να φτάσουν αύξησαν τη χρήση τους στον κόσμο της δημοσιογραφίας. Επίσης, τα drones με κάμερες επαναπροσδιορίζουν τον τρόπο που βλέπουμε τα νέα. Κάθε ερασιτέχνης αλλά και ο ίδιος ο τύπος μπορούν να στείλουν UAVs για να καταγράψουν τη δράση. Ο χώρος δράσης περιλαμβάνει εμπλοκές κυκλοφορίας, πυρκαγιές, εγκλήματα σε εξέλιξη και πολλά άλλα. Μερικά από τα βασικά οφέλη των drones σε σύγκριση με τα ελικόπτερα που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα για τους ίδιους σκοπούς είναι : μπορούν να πλησιάσουν τη σκηνή, μπορούν να απογειωθούν πολύ πιο γρήγορα και εύκολα, λιγότερη ηχορύπανση, χαμηλότερο κόστος λειτουργίας καθώς και δυνατότητα περισσότερων ελιγμών.
- **Στρατιωτική χρήση :** Τα drones έχουν πολλές χρήσεις στον αμυντικό, στρατιωτικό και σύγχρονο κόσμο πολέμου. Αυτά τα μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα χρησιμοποιούνται για σκοπό αεροπορικών επιθέσεων. Ταξιδεύουν σε ύποπτες τοποθεσίες και λειτουργούν σε ορισμένες περιοχές για να εκτελέσουν στρατιωτικές επιχειρήσεις. Τα μικρά μεγέθη και οι ισχυρές κάμερες τις καθιστούν κατάλληλες για σκοπούς ανίχνευσης βολών. Έτσι, αυτά τα αεροσκάφη είναι ικανά να μας ενημερώσουν για τις βόμβες που δεν έχουν εκραγεί σώζοντας έτσι πολλές ζωές.
- **Χαρτογράφηση :** Η χρήση drones έχει επίσης σημαντικό αντίκτυπο στο πεδίο χαρτογράφησης. Υπάρχουν τμήματα της γης που δεν είναι εύκολα προσβάσιμα για τον άνθρωπο. Ωστόσο, για το σκοπό της κατανόησης του τοπίου και της προετοιμασίας 3D χαρτών, έχουν χρησιμοποιηθεί κάμερες που πετούν. Αυτό το σύστημα είναι πλέον διαθέσιμο σε όλους για να καταγράψει εικόνες για τη χαρτογράφηση τέτοιων τοποθεσιών.

- **Παρακολούθηση της πανίδας :** Μια άλλη χρήση των quadcopters είναι η παρακολούθηση της πανίδας των δασών καθώς και άλλων περιοχών η τεχνολογία αυτή μπορεί να θεωρηθεί ιδανική για τον σκοπό αυτόν καθώς δεν ενοχλούν ούτε επηρεάζουν την άγρια φύση. Πολλά πάρκα προστασίας και καταφύγια άγριων ζώων τα χρησιμοποιούν για να εξασφαλίσουν την ασφάλεια. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σκοτάδι με κάμερα θερμικών αισθητήρων για την παρακολούθηση της άγριας ζωής όλη την ώρα. Το βίντεο από τις συσκευές αυτές μπορεί να βοηθήσει να μελετηθούν και να αναλυθούν οι συνήθειες των ζώων. Επίσης, η παρακολούθηση της άγριας πανίδας μπορεί να προκαλέσει πρόληψη της λαθροθηρίας, η οποία συγκαταλέγεται στις αιτίες για τις οποίες πολλά είδη απειλούνται με μεγάλη καθυστέρηση.
- **Εναέρια παράδοση πακέτων :** Ένα από τα πολλά καινοτόμα μοντέλα που κέντρισαν γρήγορα το ενδιαφέρον των μέσων ενημέρωσης ήταν η διανομή τροφίμων και προϊόντων μέσω αεροσκαφών. Μεγάλες εταιρείες όπως η DHL, η Amazon, η Dominos και η FedEx δοκιμάζουν με τη χρήση drone για την τοπική μεταφορά των αντικειμένων τους. Θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά την ανθρώπινη εργασία και να επιταχύνει τους χρόνους παράδοσης.

2.7 Ο ρόλος των drones στην έξυπνη γεωργία

Στις γεωργικές εφαρμογές, οι λύσεις έξυπνης γεωργίας με την χρήση μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων (UAV), έχουν βρει πρόσφορο έδαφος τα τελευταία χρόνια. Τα UAV συνδυάζουν τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, ρομπότ, τεχνητή νοημοσύνη (AI), big data και το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT). Η χρήση τους έχει επεκταθεί σε όλους τους τομείς της γεωργίας, συμπεριλαμβανομένων των ψεκασμών φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, της σποράς, της αξιολόγησης, και της χαρτογράφησης.

2.7.1 Χαρτογράφηση και ανάλυση εδάφους

Η χαρτογράφηση της βλάστησης στα χωράφια αποτελεί σημαντικό βήμα για εφαρμογές τηλεπισκόπησης στη γεωργία ακριβείας. Οι παραδοσιακές εναέρια πλατφόρμες όπως τα αεροπλάνα και οι δορυφόροι δεν είναι κατάλληλες για αυτές τις εφαρμογές λόγω των χαμηλών χωρικών και χρονικών αναλύσεων τους. Αντιθέτως, ένα UAV έχει το χαμηλότερο κόστος και μεγάλη ευελιξία διαμόρφωσής σε σύγκριση με τα αεροσκάφη που δοκιμάζονται, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση και τη δοκιμή αισθητήρων χαμηλού κόστους όπως συμβατικές ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές αλλά με αποτέλεσμα εικόνες υψηλής ευκρίνειας.

Με τους χάρτες που προκύπτουν οι γεωργοί θα μπορούν να εντοπίσουν πού και πότε να εφαρμόσουν τη βέλτιστη ποσότητα εισροών (δηλαδή λιπάσματα, φυτοφάρμακα, νερό) για τη δημιουργία περαιτέρω βιωσιμότητας. Φυσικά, κινητά ρομπότ με κάμερα και αισθητήρες τοποθετημένοι πάνω τους μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για μια τέτοια εφαρμογή. Όμως, χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνικές μέτρησης και απεικόνισης που βασίζονται σε αισθητήρες σε κάθε UAV, μπορεί να αναπτυχθεί ένα σύστημα αυτόματης όρασης σε πραγματικό χρόνο για ακριβέστερη αναγνώριση. Αυτοί οι χάρτες παρέχουν επίσης πλούσια δεδομένα ακρίβειας για ακαδημαϊκούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι ερευνητές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε λεπτομερείς μετρήσεις της κατάστασης των φυτών του δείκτη επιφανείας των φύλλων και της πυκνότητας του φυλλώματος ως προκαταρκτική μελέτη για τη δυνατότητα αυτόνομων εφαρμογών και ρομποτικής συγκομιδής [24]

2.7.2 Ανίχνευση ασθενειών και ψέκασμα χωραφιού

Οι παραδοσιακές μέθοδοι εντοπισμού παρασίτων σε μεγάλες γεωργικές εκτάσεις δεν είναι απόλυτα αποτελεσματικές. Για παράδειγμα, η έγκαιρη ανίχνευση ενός επεμβατικού επιβλαβούς οργανισμού όπως οι αρουραίοι απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα και τύχη. Προφανώς, οι συμβατικές μέθοδοι δεν είναι ακριβείς και γεωργοί πρέπει να κάνουν μια εικαστική εκτίμηση πριν βγουν σε ένα μεγάλο πεδίο για να ελέγξουν τα μολυσμένα σημεία. Για την παρακολούθηση των επιβλαβών οργανισμών, η λύση είναι να υπάρχει μια πλατφόρμα απεικόνισης UAV εξοπλισμένη με μια θερμική κάμερα και αισθητήρες ορατότητας RGB υψηλής ανάλυσης για την ακριβή αναγνώριση συμπτωμάτων των ασθενειών στις καλλιέργειες όπου τελικά διαγιγνώσκονται με συγκεκριμένα έντομα και παράσιτα. Αυτή η προσέγγιση μπορεί επίσης να περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων (DSS) με τη χρήση γεωμετρικών αριθμών εντόμων ως βάση για ένα σύστημα βασισμένο στο GIS, παρέχοντας στους διαχειριστές φυτεύσεων τη δυνατότητα να ενσωματώνουν δεδομένα απευθείας στις πλατφόρμες ακρίβειας τους.

Όταν εντοπίζονται τα παράσιτα, το ψεκαστικό UAV μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ρίψη ενός στοχευμένου φορτίου παρασιτοκτόνου. Το UAV ψεκασμού μπορεί να είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες απόστασης και ανίχνευσης φωτός όπως λέιζερ, υπερηχητική απόχρωση ή μεθόδους LiDAR για να ανιχνεύσουν το έδαφος και να ρυθμίσουν το υψόμετρο πτήσης με την ποικίλη τοπογραφία της καλλιέργειας και έτσι να εφαρμόσουν τη σωστή ποσότητα ψεκασμού υγρών για ομοιόμορφη κάλυψη. Αυτή η πρακτική θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα μειώνοντας ταυτόχρονα την ποσότητα της διεισδυτικής χημικής ουσίας ψεκασμού στο έδαφος και στα υπόγεια ύδατα. Εκτιμάται ότι ο ψεκασμός UAV είναι πέντε φορές γρηγορότερος από τον συμβατικό εξοπλισμό μηχανημάτων[24].



Εικόνα 15: Ειδικές κάμερες για ανίχνευση παρασίτων.

Πηγή: (<https://www.intechopen.com/>)

2.7.3 Εικονική σπορά με χρήση 3D μοντέλων

Οι εικονικές καλλιέργειες και η τεχνολογία UAV χαρτογράφησης μπορούν να ενσωματωθούν με τεχνικές λήψης εικόνων για την τρισδιάστατη ανασυγκρότηση του περιβάλλοντος και τη δημιουργία εικονικών καλλιεργειών. Παραδείγματα 3D ανακατασκευασμένης καλλιέργειας παρουσιάζονται και στην παρακάτω εικόνα. Οι πληροφορίες που εξάγονται από αυτά τα τρισδιάστατα μοντέλα μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη δυναμικού συστήματος διαχείρισης απογραφής και χαρτογράφησης .

Ένα μοντέλο 3D ανακατασκευής καλλιέργειας μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας μεθόδους δεδομένων εύρους ή χάρτη βάθους χρησιμοποιώντας αισθητήρες εύρους λέιζερ και όργανα όπως έναν 3D σαρωτή. Η προσέγγιση αυτή είναι ωστόσο δαπανηρή και δεν είναι προσιτή στους μικρότερους παραγωγούς. Σε αυτή τη μέθοδο, ένα UAV εξοπλισμένο με μια κανονική κάμερα RGB θα συλλέξει εικόνες από το χωράφι και την καλλιέργεια από διαφορετικές απόψεις και γωνίες. Το λογισμικό υπολογιστή θα επεξεργαστεί αυτές τις εικόνες για να δημιουργήσει ένα 3D μοντέλο και θα φιλτράρει το συγκεκριμένο μήκος κύματος για τη δημιουργία εικόνων που αντιστοιχούν στον δείκτη βλάστησης και στην υγεία φυτών. Για παράδειγμα, μια εικόνα υψηλούς κόκκινους δείκτης μπορεί να περιγράψει την περιεκτικότητα σε άζωτο και την πίεση του νερού.

Μια εικονική καλλιέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των βιομετρικών χαρακτηριστικών της, όπως για παράδειγμα το ύψος του φυτού και το πλάτος του καθώς επίσης, μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση νερού και λιπασμάτων, πράγμα που οδηγεί στη δημιουργία δυναμικών Web χαρτών και μοντέλων πρόβλεψης απόδοσης. Επιπλέον, μπορούν να δημιουργηθούν μαθηματικά μοντέλα με βάση τις έγκυρες πληροφορίες από εικονικές καλλιέργειες για την εκτίμηση της ζήτησης αζώτου και της εφαρμογής των λιπασμάτων [24].



Εικόνα 16 : Παράδειγμα φυτείας με χρήση 3D απεικόνισης
 Πηγή : (<https://www.intechopen.com/>)

2.7.4 Παρακολούθηση καλλιεργειών

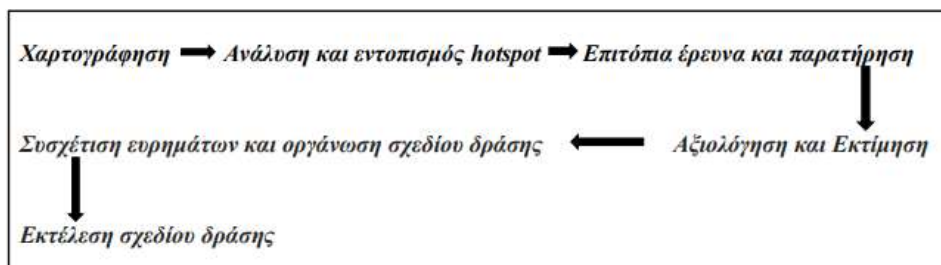
Η έλλειψη μέσων παρακολούθησης της καλλιέργειας δημιουργεί ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια στην αύξηση της παραγωγικότητας. Οι δυσκολίες αυξάνονται από την συνεχώς επιδεινούμενη μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών, οι οποίες αλλοιώνουν το μικροκλίμα και αυξάνουν το ρίσκο και το κόστος της αγροτικής παραγωγής. Μέχρι τώρα μόνο η δορυφορική απεικόνιση μας έδινε τον μοναδικό τρόπο τηλεπισκόπησης των καλλιεργειών μας. Αλλά υπάρχουν πολλές δυσχέρειες στη χρήση των δορυφόρων – οι εικόνες πρέπει να ζητηθούν πολύ ωρύτερα, μπορούν να τραβηχτούν μόνο μια φορά την ημέρα, η ανάλυση τους είναι πολύ χαμηλή για να αποδειχθούν χρήσιμες και η ατμοσφαιρικές παρεμβολές μεταβάλλουν τα δεδομένα σε κάθε λήψη. Επιπρόσθετα, οι δορυφορικές υπηρεσίες είναι πολύ ακριβές και δεν είναι παντού διαθέσιμες. Ένα από τα κύρια πεδία εφαρμογής των drones αυτή την στιγμή στην γεωργία βρίσκεται στο πεδίο της παρακολούθησης των καλλιεργειών, καθώς τα δεδομένα που μας δίνουν τα drones ενεργοποιούν τη δυνατότητα εφαρμογής πρακτικών της Γεωργίας Ακριβείας και πρώτη φορά στην ιστορία υπάρχει τρόπος προληπτικής αντιμετώπισης ασθενειών και ελλείψεων στις καλλιέργειές μας [25].

2.7.5 Άρδευση

Ειδικά drones με ενσωματωμένους οπτικούς, πολυφασματικούς ή θερμικούς αισθητήρες μπορούν να εντοπίσουν με ακρίβεια εκατοστού ποια τμήματα μιας καλλιέργειας χρειάζονται περισσότερο νερό αλλά και να παράξουν εξειδικευμένους χάρτες υψομετρικών διαφορών και μορφολογίας του εδάφους που μας βοηθούν να σχεδιάσουμε αποτελεσματικότερα την άρδευση κάθε μιας καλλιέργειας ξεχωριστά. Ακόμα και καθώς αναπτύσσεται η καλλιέργεια η δυνατότητα υπολογισμού εξειδικευμένων δεικτών βλάστησης που απεικονίζουν τόσο την βιομάζα όσο και την υγεία της καλλιέργειας, μας επιτρέπουν να εξάγουμε και εμμέσως συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα της άρδευσης και να επέμβουμε όπου χρειάζεται [25].

2.8 Ανάλυση ροής εργασιών με τη χρήση drone

Όπως βλέπουμε και στην παρακάτω εικόνα οι εργασίες που εκτελούνται με την χρήση των drones είναι μέρος ενός κύκλου εργασιών που εκτελούνται κάθε φορά.



Ξεκινώντας ως πρώτο βήμα με την χαρτογράφηση. Σε αυτό το βήμα γίνεται η επιλογή κάμερας (RGB, NIR, RE, MultiSpec, Thermal) στη συνέχεια πραγματοποιείται σχεδιασμός και οργάνωση πτήσης, εκτέλεση πτήσης και τέλος η εισαγωγή δεδομένων για επεξεργασία. Στη συνέχεια πραγματοποιείται ανάλυση και εντοπισμός hotspots. Αφού πρώτα γίνει μια γρήγορη επεξεργασία στο πεδίο που θα διαρκέσει γύρω στα δεκαπέντε λεπτά ξεκινάει η παραγωγή δείκτη NDVI που με κατάλληλες μετρήσεις εντοπίζει περιοχές προς διερεύνηση, φασματικές ανωμαλίες υψηλής ανάκλασης αλλά και χαμηλής ανάκλασης. Έπειτα η διαδικασία συνεχίζεται με επιτόπια έρευνα και παρατήρηση. Σε αυτό το βήμα πραγματοποιείται το ανέβασμα δεδομένων σε κινητό smartphone με τη χρήση δωρεάν εφαρμογών. Στη συνέχεια γίνεται πλοήγηση με τη χρήση του GPS της συσκευής και εντοπισμός των κατάλληλων περιοχών. Τέλος γίνεται η παρατήρηση της κατάστασης των φυτών με τη λήψη φωτογραφιών από το έδαφος αλλά και με τη συλλογή δειγμάτων. Ακολουθεί το στάδιο της αξιολόγησης και εκτίμησης. Σε αυτό το σημείο ο αγρότης καλεί το συνεργαζόμενο γεωπόνο για να αξιολογήσει το πρόβλημα, να εκτιμήσει τη σοβαρότητα της κατάστασης αλλά και για να οργανώσει ένα πλάνο δράσης με στόχο την ανίχνευση του προβλήματος. Ως προ τελευταίο βήμα της διαδικασίας πραγματοποιείται η συσχέτιση ευρημάτων και οργάνωση σχεδίου δράσης. Η συσχέτιση των παρατηρήσεων στο πεδίο με τους παραγόμενους δείκτες, η παραγωγή νέων χαρτών με ταξινόμηση βάσει ευρημάτων, η ζωνοποίηση της περιοχής αλλά και η οργάνωση σχεδίου δράσης (λιπάσματα, φυτοφάρμακα κτλ.) ολοκληρώνουν το βήμα αυτό. Εν τέλει διεξάγεται το στάδιο της εκτέλεσης του σχεδίου δράσης. Εδώ γίνεται η εφαρμογή του σχεδίου δράσης λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως η χωρική έκταση και η ένταση των φαινομένων ενώ σαν τελευταία ενέργεια γίνεται ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας και αξιολόγησης [26].

Κεφάλαιο Τρίτο

3.1 Υφιστάμενος ανταγωνισμός

Στα πλαίσια της ανάπτυξης των διαφόρων τεχνολογιών της γεωργίας ακριβείας έχουν δημιουργηθεί αρκετές εταιρείες τόσο στον ελλαδικό χώρο όσο και σε παγκόσμια κλίμακα συμβάλλοντας έτσι, η κάθε μια με τον τρόπο της, στην δημιουργία νέων τεχνολογιών καθώς και στην βελτίωση των ήδη υπαρχόντων, όλα αυτά σε ένα κλίμα ευγενούς άμιλλας και υγιούς ανταγωνισμού. Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται αρκετές από τις εταιρείες που έχουν ενεργό συμμετοχή στον κλάδο της έξυπνης γεωργίας.

3.2 Υφιστάμενος ανταγωνισμός στην Ελλάδα

Η γεωργία ακριβείας στον ελλαδικό χώρο βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα η ζήτηση των απαραίτητων μηχανημάτων και εξοπλισμού να βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα με αποτέλεσμα ο ανταγωνισμός να είναι και αυτός χαμηλός. Οι ήδη υπάρχουσες εταιρείες που έχουν την βάση τους και δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα δεν καταλαμβάνουν σημαντικά μερίδια στην αγορά.

- Ως μία από τις παλαιότερες εταιρείες παροχής υπηρεσιών και εξοπλισμού στον τομέα της γεωργίας είναι η “Παπαικονόμου Αγροχημικά” (www.agrology.eu). Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1982 και εδρεύει στη Θεσσαλονίκη. Οι υπηρεσίες της στοχεύουν σε συστήματα χαρτογράφησης της σοδειάς με χρήση GPS και GIS καθώς και στο σύστημα αισθητήρων που εφαρμόζεται πάνω σε ένα ψεκαστικό μηχάνημα.
- Η “TREE Company” (www.treecomp.gr) είναι επίσης μια εταιρεία που προσφέρει σύστημα χαρτογράφησης απεικόνισης και πλοήγησης στο χωράφι με σύστημα GPS. Δραστηριοποιείται προσφέροντας υπηρεσίες για τοπογραφικές εφαρμογές, περιβαλλοντικές εφαρμογές και εφαρμογές στον αέρα και τη θάλασσα.
- Η “Inventor Engineering” (www.inventorengineering.gr) από την άλλη είναι μια εταιρεία που προσφέρει υπηρεσίες εγκατάστασης, παραμετροποίησης και υποστήριξης για καλλιέργειες ακριβείας. Είναι αποκλειστικός αντιπρόσωπος της MEMSIC (www.memsic.com) στην Ελλάδα και εισάγει την τεχνολογία της Crossbow (software και hardware) που χρησιμοποιεί αποκλειστικά. Δραστηριοποιείται στον τομέα των ασύρματων δικτύων αισθητήρων και στις εφαρμογές αυτών, που είναι κάτι καινοτόμο για την Ελλάδα.

- Στον ίδιο χώρο συναντάμε και την εταιρεία “Kreyer” (www.kreyomet.com). Η οποία έχει ως έδρα την Φρανκφούρτη με σημεία πώλησης την Γαλλία, την Ισπανία και την Ελλάδα. Προσφέρει υπηρεσίες για την πρόγνωση του καιρού , την πρόγνωση ασθενειών και πλατφόρμα δεδομένων.
- Η “ScientAct” (www.scientact.com) έχει ενεργό συμμετοχή στη δημιουργία μετεωρολογικών , υδρολογικών, εδαφολογικών κατασκευών καθώς και συσκευών ειδικών στην ανάλυση της ποιότητας του αέρα. Στον τομέα της έξυπνης γεωργίας παρέχει όργανα φυσιολογίας φυτών, συστήματα μέτρησης κίνησης χυμών, συστήματα ελέγχου ψεκασμού, όργανα εντομολογίας, θαλάμους ανάπτυξης φυτών.
- Η “INTERGEO” (www.intergeo.gr) είναι ακόμα μια εταιρεία με έδρα την Θεσσαλονίκη και δραστηριοποιείται στον τομέα των γεωπεριβαλλοντικών μελετών και έργων με ιδιαίτερη εξειδίκευση στις εξυγιάνσεις ρυπασμένων εδαφών και υπόγειων νερών και διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων.
- Η “ENVISCAN” (www.enviscan.gr) από την άλλη είναι μια εταιρεία με έδρα την Αθήνα που ειδικεύεται στην περιβαλλοντική και ενεργειακή παρακολούθηση και στη διαγνωστική. Πιο συγκεκριμένα, παρέχει υπηρεσίες διενέργειας περιβαλλοντικών μετρήσεων, διεξαγωγής ενεργειακών μετρήσεων, ελέγχων και μετρήσεων για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων, συμβουλευτικές υπηρεσίες περιβαλλοντικής διαχείρισης και συμβουλευτικών υπηρεσιών σχετικά με την περιβαλλοντική νομοθεσία, το σύστημα εμπορίας ρύπων και την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Τέλος, η εταιρεία GeoSense (www.geosense.gr) εδρεύει στη Θεσσαλονίκη και δραστηριοποιείται στον τομέα των μη επανδρωμένων συστημάτων UAV / UAS , ρομποτικών συστημάτων , δεικτών GPS / GNSS, τοπογραφικού και μετρητικού εξοπλισμού, Laser σαρωτών, γεωραντάρ, θερμικών καμερών, εξειδικευμένου τεχνικού λογισμικού και γενικότερα εφαρμογών και λύσεων του αντικείμενου της γεωπληροφορικής. Επίσης παρέχει τεχνική - επιστημονική υποστήριξη και εξειδικευμένες υπηρεσίες σε πάσης φύσεως μελέτες και έργα που σχετίζονται με όλα τα παραπάνω αντικείμενα, ενώ μέσω του τμήματος Έρευνας και Τεχνολογίας εξελίσσονται και αναπτύσσονται εφαρμογές και εργαλεία σε όλα τα παραπάνω αντικείμενα.

3.3 Υφιστάμενος ανταγωνισμός σε παγκόσμια κλίμακα

Σε αντίθεση με το πλήθος των εταιρειών στην Ελλάδα που δραστηριοποιούνται στο χώρο της γεωργίας ακριβείας, οι εταιρείες με ίδιες υπηρεσίες στο εξωτερικό υπερέχουν σε αριθμό και που αυξάνει την επιθυμία να ξεχωρίσουν με μοναδικές τεχνολογίες και προϊόντα αυξάνοντας έτσι τον ανταγωνισμό μεταξύ τους. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες από αυτές:

- Η εταιρεία “CropX” (www.cropx.com) με αντικείμενο τα ag-analytics, αναπτύσσει λύσεις λογισμικού που βασίζονται στο cloud, ενσωματωμένες με ασύρματο αισθητήρα, που ενισχύει την απόδοση των καλλιεργειών και εξοικονομεί νερό και ενέργεια. Προσφέρει προηγμένη υπηρεσία λογισμικού άρδευσης με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης καλλιεργειών όπως επίσης υπηρεσίες εξοικονόμησης κόστους νερού και ενέργειας, προστατεύοντας παράλληλα το περιβάλλον. Η εταιρεία παράγει επίσης χάρτες άρδευσης οι οποίοι εφαρμόζουν αυτόματα τη σωστή ποσότητα νερού σε διαφορετικά μέρη του ίδιου χωραφιού.
- Η “Aker” (<https://aker.ag/>) με έδρα τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και συγκεκριμένα το Μιζούρι και την Μινεσότα, αναπτύσσει έξυπνα εργαλεία διαχείρισης καλλιεργειών κατά τη διάρκεια της αγροτικής. Η Aker έχει αναπτύξει ένα κατοχυρωμένο με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας computer vision και βιομετρικούς αισθητήρες, καθώς και ένα λογισμικό για την ανίχνευση, ταξινόμηση και μέτρηση της πίεσης των επιβλαβών οργανισμών, των παθογόνων παραγόντων του αέρα, των ασθενειών των καλλιεργειών και των προβλημάτων γονιμότητας.
- Στον τομέα της πολυφασματικής απεικόνισης με την χρήση σύγχρονων τεχνικών η εταιρεία “Ceres Imaging” (www.ceresimaging.net) με έδρα το Όκλαντ της Καλιφόρνιας, είναι εταιρεία που ασχολείται με την συλλογή και απεικόνιση εναέριων φασματικών εικόνων και βοηθά τους καλλιεργητές να βελτιστοποιήσουν την εφαρμογή νερού και λιπασμάτων. Οι πολυφασματικές εικόνες υψηλής ανάλυσης λαμβάνονται μέσω αεροπλάνων με μια χαμηλή πτήση, επεξεργάζονται χρησιμοποιώντας εξαιρετικά προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας εικόνας και μοντελοποίησης καλλιεργειών. Οι εικόνες που παράγονται δίνουν εξαιρετικά ακριβείς πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατάσταση του νερού και της θρεπτικής αξίας κάθε φυτού σε μια καλλιέργεια
- Η “Precision Hawk” (www.precisionhawk.com) είναι μια εταιρεία παροχής πληροφοριών που συνδυάζει μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα, τεχνολογίες τηλεανίχνευσης και προηγμένες αναλύσεις δεδομένων για τη βελτίωση των επιχειρησιακών λειτουργιών και της καθημερινής λήψης αποφάσεων. Το PrecisionHawk προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση για τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των εναέριων δεδομένων, ώστε να παρέχονται

πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών με μεγάλη έκταση δεδομένων.

- Η εταιρεία “Gamaya” (gamaya.com) μια ελβετική start-up που δραστηριοποιείται στην έξυπνη γεωργία με την ανάπτυξη υπηρεσιών διάγνωσης γεωργικών εκτάσεων, χρησιμοποιώντας πατενταρισμένη τεχνολογία απεικόνισης για να καταγράψει όλες τις πληροφορίες σχετικά με τη φυσιολογία και τη χημική σύνθεση των καλλιεργειών με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Κύριος στόχος είναι η έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών και παρασίτων, η ανίχνευση και η διάγνωση του στρες (μηχανική βλάβη, έλλειψη θρεπτικών ουσιών, υδατικό στρες, συμπύκνωση του εδάφους), παρακολούθηση της ανάπτυξης για βελτιστοποίηση της γονιμοποίησης, καθώς και πρόβλεψη απόδοσης. Η Gamaya δίνει τη δυνατότητα στους αγρότες να επιτύχουν σημαντικά οικονομικά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της απόδοσης κατά 30%, της μείωσης του κόστους κατά 40%, καθώς και της μείωσης κατά 70% των κινδύνων που σχετίζονται με ασθένειες. Όλα αυτά διευκολύνουν την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και μειώνουν τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

3.4 Πακέτα διαχείρισης γεωργικής εκμετάλλευσης

Μέσα σε όλες τις υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει μια εταιρεία με λύσεις γεωργίας ακριβείας είναι και διάφορα πακέτα γεωργικής εκμετάλλευσης προσαρμοσμένα τις περισσότερες φορές στις αντίστοιχες ανάγκες του παραγωγού. Τέτοια πακέτα συνήθως χωρίζονται ανά τιμή που μπορεί να διαθέσει ο αγρότης και μπορούν να περιλαμβάνουν μεγάλη γκάμα από υπηρεσίες και προϊόντα.

Μια τέτοια υπηρεσία προσφέρει η εταιρεία ifarma (<https://ifarma.agrostis.gr/>) με δυο διαφορετικά πακέτα διαχείρισης γεωργικής εκμετάλλευσης το standard και το premium. Το πρώτο, standard κοστολογείται στα 180 € ανά έτος, απευθύνεται κυρίως σε μικρομεσαίες εκμεταλλεύσεις και προσφέρει πλήρη διαχείριση καλλιεργειών, αποθεμάτων και οικονομικών δεδομένων, παρέχεται σε web μορφή αλλά και σε app για φορητές συσκευές. Η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται στο cloud με δυνατότητα απεριόριστων δεδομένων. Ακόμη υπάρχει δυνατότητα τεχνικής υποστήριξης σε εργάσιμες ώρες. Για το δεύτερο premium πακέτο με 340 € ανά έτος ο παραγωγός πέρα από τις δυνατότητες που προσφέρει το standard πλάνο μπορεί να εξασφαλίσει κατα παραγγελία παραμετροποίηση λογισμικού, απομακρυσμένη ή στο χώρο εκπαίδευση καθώς και προσωποποιημένη υποστήριξη. Το πακέτο αυτό απευθύνεται κυρίως σε γεωργικές επιχειρήσεις, ενώ και τα δυο πακέτα παρέχουν δωρεάν δοκιμή 30 ημερών.

Ένα άλλο πακέτο διαχείρισης γεωργικής εκμετάλλευσης προέρχεται από την εταιρεία “EOS” (<https://eos.com/>) με βάση την Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Πρόκειται για μια ηλεκτρονική πλατφόρμα που συλλέγει, επεξεργάζεται και αναλύει μεγάλα ποσά δεδομένων από δορυφόρους

χρησιμοποιώντας τους δικούς αλγορίθμους. Στο πακέτο διαχείρισης παρέχει πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με τη βλάστηση στην επιλεγμένη περιοχή, ακριβείς καιρικές προγνώσεις, προειδοποιήσεις κινδύνου καιρού, συστάσεις σχετικά με το χρόνο φύτευσης και την επιλογή καλλιεργειών, σχετικοί δείκτες βλάστησης για κάθε στάδιο της καλλιέργειας, προβλέψεις απόδοσης καλλιεργειών, χαρτογράφηση για τον περιορισμό του κόστους και τη βελτιστοποίηση των πόρων: χάρτες βλάστησης γεωχημικοί χάρτες καθώς και χάρτες παραγωγικότητας. Η τιμή ξεκινάει από 0,14€ ανά pixel (256 * 256 εικονοστοιχεία). Με zoom 18 (πλήρης ανάλυση), ένα μεμονωμένο pixel ισούται με 1,6 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Το EOS είναι μια πολύ οικονομικά αποδοτική προσφορά.

Η εταιρεία “Cropio” (<https://about.cropio.com/>) προσφέρει αρκετές λύσεις διαχείρισης των γεωργικών εκτάσεων του κάθε παραγωγού σε αυτές συγκαταλέγονται το ιστορικό του χωραφιού, οι χάρτες βλάστησης της έκτασης, ακριβείς καιρικές συνθήκες, υγρασία εδάφους επίπεδα αζώτου στο έδαφος κ.α καθώς και υπηρεσίες τηλεματικής με δυνατότητα επίβλεψης σε πραγματικό χρόνο της απόδοσης της εργασίας των μηχανημάτων, πιθανών βλαβών καθώς επίσης και το βάρος της σοδειάς. Η τιμή του Cropio κυμαίνεται από 0,90 € έως 4.5 € ανά εκτάριο (από 0,36 € έως 1,81 € ανά στρέμμα) ανά έτος, ανάλογα με το μέγεθος της γης που θέλετε να παρακολουθείτε και τη χώρα στην οποία διαμένετε.

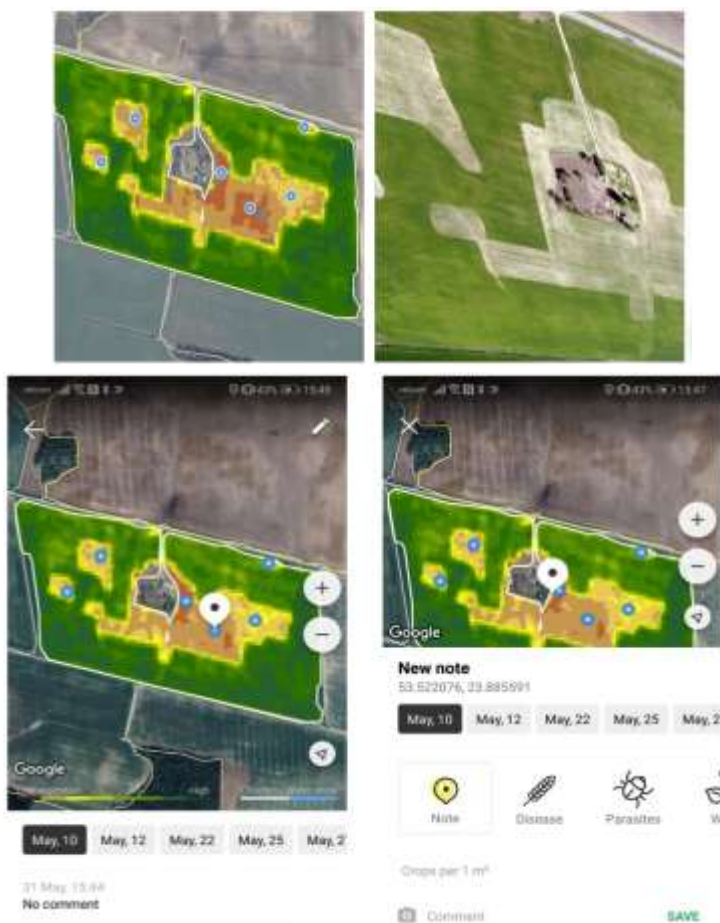
Τέλος η “Agrivi” (<https://www.agrivi.com/en/farm-management>) με τιμές που ξεκινούν από 17 € τον μήνα για κάθε χρήστη αλλά και με την δυνατότητα της δωρεάν δοκιμής, έρχεται να δώσει και αυτή λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης μεγάλων γεωργικών εκτάσεων μέσω του λογισμικού που προσφέρει καθώς βοηθά τον αγρότη να σχεδιάζει, να παρακολουθεί και να αναλύει εύκολα όλες τις δραστηριότητες στο αγρόκτημα. Η καλλιέργεια, η φύτευση, η προστασία των καλλιεργειών, η λίπανση, η άρδευση, η συγκομιδή και όλες οι άλλες δραστηριότητες διαχειρίζονται με μερικά κλικ. Επιπλέον, μπορεί να παρακολουθεί τις ποσότητες χρήσης εισροών, το κόστος και τις ώρες εργασίας για κάθε δραστηριότητα.

3.5 Εφαρμογή γεωργίας ακριβείας σε έξυπνες συσκευές

Μαζί με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και την εξέλιξη και άνοδο των έξυπνων συσκευών έρχονται και οι εφαρμογές που σχεδιάστηκαν για την εξυπηρέτηση των χρηστών μέσω αυτών των συσκευών. Πλέον, οι περισσότερες εταιρείες που αναπτύσσουν ένα λογισμικό με αντικείμενο την γεωργία ακριβείας, δημιουργούν παράλληλα και την αντίστοιχη εφαρμογή για έξυπνες συσκευές όπως για παράδειγμα smartphones και tablets. Με την ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών ο χρήστης έχει την δυνατότητα ανά πάσα στιγμή να ελέγχει την καλλιέργεια του, καθώς παρέχονται κατά κόρον οι ίδιες δυνατότητες με το λογισμικό που σχεδιάστηκε για μια σταθερή συσκευή όπως για παράδειγμα ο σταθερός υπολογιστής. Λόγω του μειωμένου όγκου αυτών των συσκευών όλη η διαδικασία γίνεται πιο γρήγορα και εύκολα, όπως για παράδειγμα μια ξαφνική αλλαγή καιρού που απαιτεί

γρήγορες κινήσεις μπορεί να αντιμετωπιστεί έγκαιρα μέσω των εφαρμογών αυτών. Στην συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένες από τις εφαρμογές που έχουν ήδη αναπτυχθεί και βρίσκονται σε χρήση.

- Η εφαρμογή “OneSoil Scouting” σχεδιάστηκε με δύο κύρια χαρακτηριστικά , την παρακολούθηση της καλλιέργειας και την προσθήκη σημειώσεων. Είναι διαθέσιμη δωρεάν για συσκευές Android αλλά και για συσκευές iOS καθώς υπάρχει και η αντίστοιχη web εφαρμογή. Η εφαρμογή αυτή δίνει στον χρήστη την δυνατότητα παρακολούθησης της καλλιέργειας του σε πραγματικό χρόνο αφού ο χρήστης την εγκαταστήσει στην συσκευή που επιθυμεί και κάνει εγγραφή στον λογαριασμό του. Στη συνέχεια επιλέγει με βάση τον χάρτη την έκταση που επιθυμεί και η εφαρμογή θα κάνει τα υπόλοιπα, όπως τον υπολογισμό του δείκτη βλάστησης NDVI στην περιοχή που έχει επιλεγεί. Η “OneSoil Scouting” συλλέγει τα δεδομένα της από δορυφορικές φωτογραφίες. Αν ο ουρανός είναι καθαρός (π.χ λιακάδα), οι φωτογραφίες ανανεώνονται ανά 3 με 5 ημέρες έτσι οι πληροφορίες είναι πάντα νέες. Η ανάπτυξη μιας τέτοιας εφαρμογής βοηθά στην αντιμετώπιση πλημμυρών, ασθενειών και άλλων παραγόντων που μπορούν να απειλήσουν μια καλλιέργεια.



Εικόνα 17 & 18 : Εικόνα αποτέλεσμα της εφαρμογής vs το ίδιο χωράφι εικόνα από drone και προσθήκη σημείωσης

Πηγή : (<https://blog.onesoil.ai/en/onesoil-scouting-app>)

- Η “eScout” μια εφαρμογή της εταιρείας FarmersEdge προσφέρει και αυτή υπηρεσίες χαρτογράφησης και παρακολούθησης των καλλιεργειών, σε καθημερινή βάση προσφέρει εικόνες των καλλιεργειών μέσω δορυφόρου. Έχει την δυνατότητα λειτουργίας σύνδεσης στο διαδίκτυο αλλά και χωρίς. Ο χρήστης επίσης έχει πρόσβαση σε πολυεπίπεδους χάρτες των καλλιεργειών του όπως για παράδειγμα χάρτης NDVI που απεικονίζει τη φυσική εξέλιξη της υγείας των καλλιεργειών, ο αναγνωριστικός χάρτης που απεικονίζει τις κύριες θέσεις μεταβλητότητας σε ένα χωράφι. Προς το παρόν διατίθεται μόνο υπό την μορφή web-εφαρμογής.



Εικόνα 19 : Παράδειγμα εφαρμογής eScout σε συσκευή tablet

Πηγή : (<https://www.farmersedge.ca/escout/>)

- Απο τις εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί δεν θα μπορούσε να λείπει και μια ελληνική, η “ifarma S” είναι μια δωρεάν εφαρμογή για συσκευές android και iOS για χρήση offline στο χωράφι, κύριο αντικείμενο της είναι η παρακολούθηση, καταγραφή και δημιουργία καλλιεργητικών εργασιών καθώς και ο ορισμός ειδοποιήσεων. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα καταγραφής εργασιών με την χρήση του GPS της φορητής συσκευής καθώς και η λήψη φωτογραφιών από την κάμερα της συσκευής.



Εικόνα 20 : Παράδειγμα εφαρμογής ifarma

Πηγή : (<https://apps.apple.com/it/app/ifarma-s/id1219218503>)

- Ακόμα μια εταιρεία που διαθέτει λογισμικό για έξυπνες συσκευές είναι η “FieldBee” η οποία παρέχει την εφαρμογή GPS για καθοδήγηση τρακτέρ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε Android smartphone ή tablet. Ο έλεγχος της οθόνης κατά την οδήγηση δίνει τη δυνατότητα να εκτέλεσης εργασιών στο χωράφι σε παράλληλες και ομοιόμορφα διαχωρισμένες γραμμές μειώνοντας έτσι τις επικαλύψεις καθώς και τα τυχόν χαμένα σημεία. Επίσης η εφαρμογή παρέχει την δυνατότητα αποθήκευσης των καταγραφών και την δημιουργία αναφορών σχετικών με την κατάσταση των χωραφιών. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τις διάφορες εφαρμογές της σε τρεις διαφορετικές έξυπνες συσκευές.



Εικόνα 21: Η εφαρμογή FieldBee σε desktop, tablet και smartphone

Πηγή : (<https://www.fieldbee.com/features/>)

- Το “AgriBus-NAVI” είναι και αυτή μια εφαρμογή καθοδήγησης GPS / GNSS για συσκευές Android που είναι εγκατεστημένη σε γεωργικά μηχανήματα και οχήματα όπως τρακτέρ, μηχανές για να βοηθήσουν στην ευθεία πορεία στο χωράφι. Με τη χρήση του στο χωράφι και με την παράλληλη παρακολούθηση της οθόνης, η καλλιέργεια μπορεί να γίνει ευθεία και σε ίσα διαστήματα. Επίσης περιλαμβάνονται οι λειτουργίες του ιστορικού εργασίας και της διαχείρισης των αγροκτημάτων. Το AgriBus-Web επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν αντίγραφα ασφαλείας δεδομένων, να αναζητούν δεδομένα σε προγράμματα περιήγησης ιστού και να χρησιμοποιούν δεδομένα σε περισσότερα από ένα τερματικά.



Εικόνα 22: Η εφαρμογή Agri-Bus NAVI σε έξυπνες συσκευές

Πηγή (https://apkpure.com/agribus-navi-gps-navigation-for-tractors/com.agri_info_design.AgriBusNavi)

- Η εφαρμογή “MyOperations” παρέχει πληροφορίες όπως ημερήσιες αναφορές, παραγωγικότητας του χωραφιού και λεπτομέρειες ποιότητας. Εξουσιοδοτεί τους χρήστες να αξιολογήσουν την αναμενόμενη έναντι της πραγματικής απόδοσής τους κατά την εκτέλεση της εργασίας, όλα εν κινήσει, από τα smartphones τους. Πραγματοποιούνται μετρήσεις των ωρών λειτουργίας του κινητήρα, της στάθμης υγρών καυσαερίων και καυσίμου ντίζελ (DEF), κατάσταση μηχανής, ταχύτητα καυσίμου, ώρες, ταχύτητα τροχού, φορτίο κινητήρα, ταχύτητα κινητήρα, κατανάλωση καυσίμου, χρόνος χρήσης, προς το μηχάνημα Ο καιρός και αναμενόμενη βροχόπτωση μέσα στις επόμενες 12 ώρες. Στοιχεία σποράς συμπεριλαμβανομένων της ποικιλίας, του τύπου καλλιέργειας, του ποσοστού στόχου, του πραγματικού ρυθμού, των συνολικών χρησιμοποιούμενων σπόρων.



Εικόνα 23 : Η εφαρμογή JohnDeere MyOperations σε smartphones

Πηγή : (<https://sloansupport.com/2016/08/31/new-myalyzer-app-from-john-deere/>)

Κεφάλαιο Τέταρτο

4.1 Πλάνο ανάπτυξης τελικού προϊόντος

Απο την σύλληψη της ιδέας για μια νέα τεχνολογία, την ανάπτυξη έως και την τελική υλοποίηση της υπάρχουν αρκετές παράμετροι που οι εταιρείες πρέπει να λάβουν υπόψη. Η κύρια πρόσδοος της επιχείρησης θα προέλθει από την πώληση ενός ολοκληρωμένου πακέτου εφαρμογής. Για κάθε νέο προϊόν ή υπηρεσία που δημιουργείται υπάρχει από πίσω ένα ολόκληρο πλάνο ανάπτυξης που εμπεριέχει τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της, τις υπηρεσίες που προσφέρθηκαν μέχρι την ολοκλήρωση της καθώς επίσης και το σύνολο των χρημάτων που δαπανήθηκαν έως το πέρας της υλοποίησης.

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η μελέτη ενός ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης καλλιεργειών με στόχο την ανάπτυξη εφαρμογών τηλεματικής παρακολούθησης/επιθεώρησης των αγροτικών καλλιεργειών σε πραγματικό χρόνο με την χρήση UAV, την διασύνδεση των γεωργικών πληροφοριών που συλλέγονται από UAV σε Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και υποδομές νέφους για την άμεση πρόσβαση και επεξεργασία τους, την έγκαιρη ανίχνευση και διάγνωση των πρώιμων σταδίων ασθενειών σε δέντρα και φυτά για τη στοχευμένη θεραπεία και ταχύτερη επαναφορά των προσβεβλημένων ειδών με την χρήση σύγχρονων μεθόδων μηχανικής μάθησης, την ενοποίηση των υποσυστημάτων σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου, διαχείρισης και ειδοποιήσεων με την χρήση φιλικών προς τον χρήστη εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας.

4.2 Το πρόγραμμα MARS

Το πρόγραμμα MARS ένα επιχειρηματικό πρότζεκτ που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας σε συνεργασία με άλλα ελληνικά πανεπιστήμια καθώς επίσης εταιρείες και αγροτικούς συνεταιρισμούς, με σκοπό την ανάπτυξη διαφόρων τεχνολογικών εργαλείων με αντικείμενο τους την γεωργία ακριβείας, προκειμένου να συνεισφέρει στην βελτίωση της γεωργικής παραγωγής. Το όνομα MARS προκύπτει από sMart fArming with dRoneS τίτλος που αντιπροσωπεύει πλήρως τις επιχειρηματικές δραστηριότητες του προγράμματος.

Το πρότζεκτ υλοποιείται στα πλαίσια του πανεπιστημίου αλλά στοχεύει στην επέκταση του ως ανώνυμη εταιρεία προκειμένου να διατηρεί ένα ικανό μέγεθος έτσι ώστε να το καθιστά ανταγωνιστικό στον χώρο των αντίστοιχων επιχειρήσεων καθώς επίσης να πληροί όλες τις προϋποθέσεις χρηματοδότησης μέσω των συνεισφορών των μετοχών καθώς επίσης και άλλων κρατικών επιχορηγήσεων. Το MARS στοχεύει να αποτελέσει μια ελληνική καινοτομία που θα

συνδυάζει τις γρήγορες πτήσεις με ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος UAV σε συνδυασμό με τεχνολογίες πληροφορικής και αγροτικής παραγωγής. Με μια σύντομη πτήση με drone θα συλλέγονται οι απαραίτητες πληροφορίες από το χωράφι χάρη στους ειδικούς αισθητήρες που είναι εξοπλισμένο, θα αναλύονται απο ειδικά προγράμματα λογισμικού και θα ερμηνεύονται από έναν ειδικό. Όλα αυτά θα πραγματοποιούνται με σκοπό να αξιοποιηθούν στο έπακρο οι δυνατότητες του χωραφιού έτσι ώστε το τελικό γεωργικό προϊόν να βγει καλύτερο, σε μεγαλύτερη ποσότητα καθώς επίσης και οικονομικότερο [27].

Ως τόπος ίδρυσης και εγκατάστασης έχει επιλεγθεί η πόλη της Κοζάνης, που βρίσκεται στην Δυτική Μακεδονία, ένα σημείο που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί κομβικό καθώς η γεωργία είναι αρκετά ανεπτυγμένη στην περιοχή όπως επίσης και στους γειτονικούς νομούς . Η συνεργασία όμως και με άλλα πανεπιστήμια όπως το πανεπιστήμιο της Κρητης επιτρέπει την συλλογή δεδομένων από δύο διαφορετικούς γεωμορφικά τόπους, πράγμα που βοηθά τον τομέα της έρευνας για την ανάπτυξη διαφόρων τεχνολογιών έτσι ώστε να καλυφθούν οι αντίστοιχες ανάγκες του κάθε τόπου.

Στα πλαίσια του πρότζεκτ MARS είναι και η ανάπτυξη διαφορετικών πακέτων λύσεων έξυπνης γεωργίας τα οποία θα περιλαμβάνουν όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό για την εφαρμογή τεχνικών γεωργίας ακριβείας στις γεωργικές καλλιέργειες, καθώς επίσης και η παροχή τεχνικών γνώσεων για την απόκτηση ή βελτίωση των γνώσεων που διαθέτει ένας αγρότης σε ό,τι αφορά την έξυπνη γεωργία, πράγμα που στοχεύει συνάμα να βελτιστοποιήσει την διαδικασία λήψης αποφάσεων σε ό,τι αφορά τις καλλιέργειες του. Αναλυτικότερα, ο κάθε αγρότης θα μπορεί να ωφεληθεί ακόμα και αν έχει λίγα στρέμματα ή μεγάλες εκτάσεις, χάριν του εξοπλισμού και των υπηρεσιών που θα περιλαμβάνονται στο αντίστοιχο πακέτο προσαρμοσμένο στις δικές του ανάγκες.

4.3 Εξοπλισμός

Όπως προαναφέρθηκε, για την δημιουργία ενός τελικού προϊόντος ή υπηρεσίας χρειάζεται και ο ανάλογος εξοπλισμός προκειμένου να συσταθεί ένα ολοκληρωμένο πακέτο έξυπνης γεωργίας. Στην προκειμένη περίπτωση για το πρόγραμμα MARS χρειάστηκε πληθώρα υλικών όπως για παράδειγμα ειδικοί αισθητήρες για εφαρμογές έξυπνης γεωργίας, drones εξοπλισμένα με ειδικές υπερφασματικές κάμερες, ηλιακά πάνελ, δρομολογητές 4G και πύλες δικτύου. Η πλειοψηφία του απαραίτητου εξοπλισμού προέρχεται απο την εταιρεία Libellium απο την οποία χρησιμοποιήθηκαν ο κόμβος και οι αισθητήρες της σειράς plug and sense οι οποιοι περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

4.3.1 Κόμβος



Εικόνα 24 : Παρουσίαση του κόμβου Plug and Sense!

Πηγή : (<http://www.libelium.com>)

Ο κόμβος Plug and Sense σχεδιασμένος για εφαρμογές έξυπνης γεωργίας χρησιμοποιείται και στις εφαρμογές του προγράμματος MARS. Αποτελείται από έξι εισόδους για σύνδεση με αισθητήρες όπου η κάθε είσοδος φέρει διαφορετικό αναγνωριστικό γράμμα από το A έως το F και αυτό γιατί ο κάθε αισθητήρας έχει διαφορετικές απαιτήσεις ισχύος (π.χ στάθμη ρεύματος, τάση) επιπλέον, διαθέτει ένα κουμπί ενεργοποίησης και απενεργοποίησης, μια θύρα USB , θύρα για σύνδεση με ηλιακό πάνελ καθώς και είσοδο που προορίζεται για την σύνδεση της κεραίας (4G) [28].

4.3.2 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των διαφόρων στοιχείων του εδάφους, του αέρα καθώς και αλλαγών του περιβάλλοντος. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικοί απο αυτούς:

- ❖ **Αισθητήρας υγρασίας φύλλωματος (LWS)** : Πολλοί μύκητες και βακτήρια προσβάλλουν τα φυτά μόνο όταν υπάρχει υγρασία στην επιφάνεια των φύλλων. Ο αισθητήρας αυτός συνδέεται στην E υποδοχή του κόμβου, ανιχνεύει την ύπαρξη και τη διάρκεια της υγρασίας στο φύλλωμα, επιτρέποντας έτσι την πρόγνωση ασθενειών και την προστασία των φυτών. Επιπλέον η ανίχνευση της υγρασίας στο φύλλωμα επιτρέπει στους χρήστες να προβλέψουν τις συνθήκες ανάπτυξης μυκήτων και βακτηρίων. Επίσης μετρά τη διηλεκτρική σταθερά της κορυφής του αισθητήρα. Η διηλεκτρική σταθερά του νερού (80) και του πάγου (5) είναι υψηλότερες από του αέρα (1), επιτρέποντας στον αισθητήρα να διαγνώσει την ύπαρξη ή μη υγρασίας. Οι μετρήσεις καταγράφονται κατά ορισμένα από το χρήστη διαστήματα ώστε να μετράται η διάρκεια της υγρασίας στο φύλλωμα [28].



Εικόνα 25 : Αισθητήρας υγρασίας φυλλώματος
Πηγή: (<http://www.libelium.com>)

- ❖ **Αισθητήρας υγρασίας εδάφους** : Είναι ένας αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας χώματος με τον οποίο μπορεί να μετρηθεί η υγρασία του χώματος σε διαφορετικά βάθη κοντά στις ρίζες του φυτού. Ουσιαστικά μετράται πόση πίεση πρέπει να εφαρμόσουν οι ρίζες για να τραβήξουν το νερό και αυτή σχετίζεται με το υδάτινο δυναμικό των φύλλων (leaf potential) στην περίπτωση της εφαρμογής της τεχνικής ποτίσματος “stress irrigation”. Παρακολουθώντας τις μετρήσεις μεταξύ των αρδεύσεων είναι δυνατόν να μετρηθεί ο ρυθμός με τον οποίο στεγνώνει το έδαφος. Ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους μειώνει το υπέρ-πότισμα ή το υπό-πότισμα και ανιχνεύει πότε ποτίστηκε η καλλιέργεια [28].



Εικόνα 26 : Αισθητήρας υγρασίας εδάφους
Πηγή : (<http://www.libelium.com>)

- ❖ **Αισθητήρας μέτρησης PH εδάφους (SEN0249)** : Με την χρήση αυτού του αισθητήρα γίνονται μετρήσεις των επιπέδων PH του εδάφους. Το εδαφος σε καθε περιοχή αποτελείται απο διαφορετικα στοιχεια, πραγμα που διαμορφωνει αναλογα τον δεικτη PH του. Η τιμή του pH του εδάφους είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών. Η κατάλληλη τιμή pH για διαφορετικά φυτά διαφέρει η μία από την άλλη. Η τιμή του pH των

τροφίμων, όπως τα φρούτα, το κρέας και τα λαχανικά είναι επίσης ένας σημαντικός δείκτης της ποιότητάς τους [29].



Εικόνα 27 : Κιτ ανιχνευτή PH εδάφους
Πηγή: (<https://www.dfrobot.com/product-1668.html>)

- ❖ **Αισθητήρας θερμοκρασίας εδάφους (Pt1000)** : Ο αισθητήρας αυτός μετρά την θερμοκρασία του εδάφους χάρη στην ειδική κατασκευή του και το ανθεκτικό ακροφύσιο που διαθέτει τοποθετείται απευθείας στο έδαφος και πραγματοποιεί την αντίστοιχη μέτρηση [28].



Εικόνα 28 : Αισθητήρας θερμοκρασίας εδάφους
Πηγή : (http://amicus.com.sg/index.php?route=product/product&product_id=4463)

- ❖ **Αισθητήρας μέτρησης ηλιακής ακτινοβολίας PAR (SQ-110)** : Ο αισθητήρας SQ-110, ειδικά βαθμονομημένος για την ανίχνευση της ηλιακής ακτινοβολίας, παρέχει στην έξοδο του μια τάση ανάλογη με την ένταση του φωτός στο ορατό εύρος του φάσματος, βασική παράμετρος στις διαδικασίες φωτοσύνθεσης. Παρουσιάζει μέγιστη ισχύ 400mV υπό μέγιστες συνθήκες ακτινοβολίας και ευαισθησία $5,00 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1} / \text{mV}$. Προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια της ανάγνωσης, αυτό πραγματοποιείται μέσω ενός μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό 16 bit. Μπορεί να διαμορφωθεί ή να διαβαστεί χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις που εφαρμόζονται στη βιβλιοθήκη API WaspSensor gr_v30 για τον πίνακα Agriculture v3.0. Η τροφοδοσία 5 V αυτού του σταδίου ελέγχεται μέσω ενός ψηφιακού διακόπτη που μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί χρησιμοποιώντας τον ψηφιακό πείρο DIGITAL7[28].



Εικόνα 29: Αισθητήρας ηλιακής ακτινοβολίας
Πηγή : (<http://www.libelium.com>)

- ❖ **Αισθητήρας μέτρησης διαμέτρου καρπού και κορμού (Ecomatik DF), (Ecomatik DC3) :**
Η λειτουργία των αισθητήρων μέτρησης διαμέτρου του καρπού DF και κορμού DC3 βασίζεται στη διακύμανση της εσωτερικής αντίστασης με την πίεση που ασκεί η ανάπτυξη του κορμού, του στελέχους, του κλαδιού ή του καρπού στον αισθητήρα. Το κύκλωμα επιτρέπει την ανάγνωση αυτής της αντίστασης σε διαμόρφωση πλήρους γέφυρας μέσω μετατροπέα αναλογικού προς ψηφιακό 16 bits του οποίου η αναφορά παρέχεται από μια αναφορά τάσης 3 V υψηλής ακρίβειας, προκειμένου να ληφθούν οι πιο ακριβείς και σταθερές μετρήσεις είναι δυνατόν [28].



Εικόνα 30 : Αισθητήρας μέτρησης διαμέτρου καρπού
Πηγή : (<http://www.libelium.com>)



Εικόνα 31 : Αισθητήρας μέτρησης διαμέτρου κορμού
Πηγή: (<http://www.libelium.com>)

4.3.3 Drones

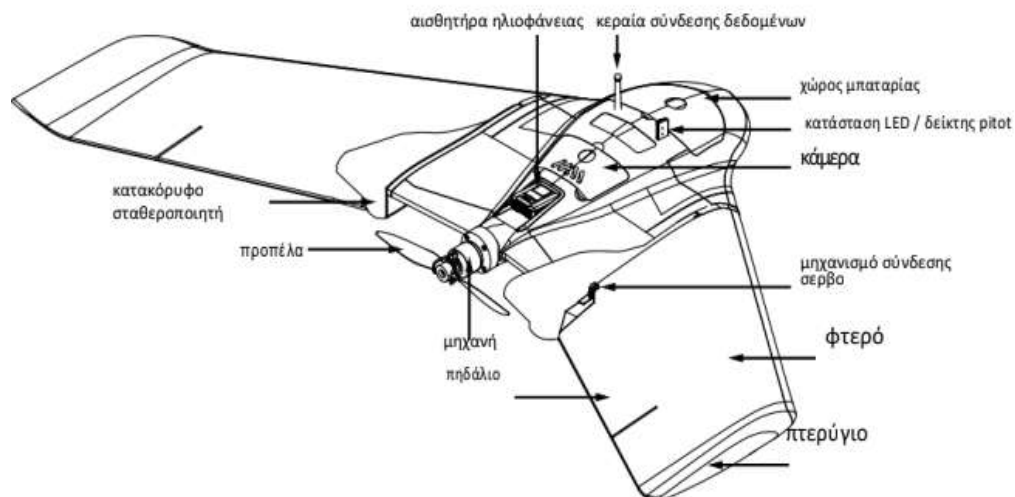
Τα ειδικά εξοπλισμένα με κάμερες μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV) που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος MARS ανήκουν στις κατηγορίες fixed wing UAV και rotary wing UAV. Ο πρώτος τύπος (fixed wing) διαθέτει προκαθορισμένη αεροτομή στατικής και σταθερά πτερύγια που επιτρέπουν την απογείωση με βάση την ταχύτητα στροφών του UAV. Ο έλεγχος ενός τέτοιου UAV επιτυγχάνεται μέσω των ανυψωτήρων, των πτερυγίων και του πηδαλίου που συνδέονται με τα πτερύγια. Ο δεύτερος τύπος (rotary wing) αποτελείται από διάφορους έλικες που παράγουν την κατάλληλη ισχύ που απαιτείται για την ανύψωση. Με βάση αυτή τη ροή αέρα και σε αντίθεση με τον πρώτο (fixed wing), αυτός ο τύπος δεν χρειάζεται ταχύτητα προς τα εμπρός για ανύψωση. Κατά συνέπεια, ο έλεγχος ενός τέτοιου UAV βασίζεται στη ροπή και την ώθηση των ελίκων. Για παράδειγμα, η ταχύτητα των διαγωνίων ελίκων καθορίζει την κίνηση εκτροπής [20].



Εικόνα 32 : Fixed-wing UAV (αριστερά) vs Rotary wing UAV (δεξιά)

Πηγή : (<http://www.geosense.gr/ebee-sq/>)

Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το drone eBee SQ της εταιρείας SenseFly οποίο αποτελείται από:



Εικόνα 33: Το eBee SQ fixed-wing UAV της SenseFly

Πηγή: (<http://www.geosense.gr/ebee-sq/>)

1. **Κεντρικό σώμα:** Αυτός είναι ο πυρήνας του eBee SQ και περιλαμβάνει όλα τα ηλεκτρονικά, τα μηχανήματα ενεργοποίησης και το υλικό επικοινωνίας που είναι εγκατεστημένα στο αεροσκάφος.
2. **Πτέρυγα:** Τα φτερά του eBee SQ είναι αποσπώμενα για αποθήκευση και αντικατάσταση. Κάθε φτερό έχει δύο αντηρίδες πτερύγια και δύο κλιπς για να το κρατήσει στη θέση του μέσα στο κεντρικό σώμα.
3. **Κατακόρυφοι σταθεροποιητές:** Αυτές οι δομές προσθέτουν αεροδυναμική σταθερότητα στο δρομέα ενώ βρίσκεται σε κατάσταση πτώσης.
4. **Ελικόπτερα :** Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του eBee SQ ενώ βρίσκεται σε εξέλιξη.
5. **Μηχανισμός σύνδεσης σερβο:** Τα ελικόπτερα συνδέονται με τους σερβοκινητήρες μέσα στο κεντρικό σώμα του κινητήρα μέσω αυτού του μηχανισμού σύνδεσης.
6. **Έλικα:** Χρησιμοποιείται για να δημιουργεί ώθηση ενώ βρίσκεται σε κατάσταση πτώσης.
7. **Χώρος μπαταρίας:** Το eBee SQ τροφοδοτείται από μια μπαταρία LiPo (πολυμερές λιθίου) που είναι αποθηκευμένη στο χώρο της μπαταρίας.
8. **Χώρος κάμερας:** Το eBee SQ διαθέτει ενσωματωμένη κάμερα Sequoia για λήψη αεροφωτογραφιών που είναι αποθηκευμένες στο χώρο της κάμερας.
9. **Αισθητήρας ηλιοφάνειας:** Ο αισθητήρας eBee SQ διαθέτει ενσωματωμένο αισθητήρα ηλιοφάνειας για τον έλεγχο των εικόνων στις συνθήκες φωτισμού περιβάλλοντος.
10. **Κεραία σύνδεσης δεδομένων:** Χρησιμοποιείται από το αυτοκινητόδρομο για επικοινωνία με το eMotion Ag λογισμικού μέσω του μόντεμ γείωσης USB.
11. **Δείκτης Pitot:** Αυτός είναι ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται από το eBee SQ για τον υπολογισμό της ταχύτητας του αέρα, του ανέμου και του υψομέτρου. Πρέπει να διατηρείται καθαρό και απαλλαγμένο από εμπόδια ώστε να λειτουργεί σωστά.
12. **Κατάσταση LED:** Αυτή η έγχρωμη λυχνία LED εμφανίζει την τρέχουσα κατάσταση του eBee SQ. Στεγάζεται κάτω από τον αισθητήρα pitot και ανάβει ολόκληρο τον ημιδιαφανή αισθητήρα σε διαφορετικά χρώματα, ανάλογα με την κατάσταση του drone.
13. **Αισθητήρας εδάφους:** Ο αισθητήρας εδάφους, που αποτελείται από έναν οπτικό αισθητήρα υψηλής ταχύτητας και το συγκρότημα φακού, χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της γειννίας του εδάφους.
14. **Ολισθαίνουσα πλάκα:** Το drone προσγειώνεται στην σκληρή, πλαστική, αντικαταστάσιμη πλάκα ολίσθησης.

Το λογισμικό που χρησιμοποιεί είναι το eMotion Ag είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο λογισμικού που επιτρέπει την αλληλεπίδραση με το eBee SQ . Η εύχρηστη διασύνδεσή του επιτρέπει την σχεδίαση μια πλοήγησης χαρτογράφησης είτε απομακρυσμένα ή απευθείας στον χώρο που θέλουμε. Μόλις ξεκινήσει η λειτουργία του δρομολογητή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ασύρματη σύνδεση του eMotion Ag με το eBee SQ για να γίνει παρακολούθηση της θέσης του, καθώς και παρακολούθηση της προόδου κατευθύνσεως του και την αποστολή εντολών σε αυτό [30].

Στην κατηγορία των πολικόπτερων ανήκει το επόμενο μη επανδρωμένο όχημα που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές έξυπνης γεωργίας. Με όνομα μοντέλου Parrot Bluegrass Fields και βάρος μόνο 1 κιλό και 800 γραμμάρια προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση για την πλήρη ανάλυση των καλλιεργειών έτσι ώστε ο σύγχρονος αγρότης να μεγιστοποιήσει την απόδοση του και να ενισχύσει την ποιότητα των καλλιεργειών του.



Εικόνα 34 : Το πολικόπτερο UAV Parrot Bluegrass Fields

Πηγή : (<https://www.parrot.com/business-solutions-us/parrot-professional/parrot-bluegrass>)

Με το συγκεκριμένο UAV μπορούμε να καλυφουμε μεγάλες εκτασεις εως και 160 στρέμματα και ύψος πτήσης τα 122 μέτρα, αν επιλέξουμε μια χαμηλή πτήση μπορούμε να επιτύχουμε μεγαλύτερη ανάλυση έως και 0,9 cm / px στα 10 μέτρα σε μία εικόνα. Η ευέλικτη δυνατότητα κάθετης απογείωσης και προσγείωσης (VTOL) εξασφαλίζει την αποτελεσματική λειτουργία, ακόμη και σε περιορισμένες περιοχές. Τρεις μπαταρίες (χρόνος πτήσης 25 λεπτών ανά μπαταρία) σας επιτρέπουν να πετάτε πιο μακρινές αποστολές με μεγαλύτερη ευκολία και σιγουριά. Είναι ανθεκτικό ακόμα και σε απαιτητικά περιβάλλοντα χρήσης ισχυρή δομή ινών άνθρακα όπου είναι κατασκευασμένο. Ο έξυπνος Parrot Skycontroller 2 ταιριάζει στις ανάγκες κάθε πιλότου. Το Parrot Bluegrass Fields είναι η μόνη ολοκληρωμένη λύση από άκρο σε άκρο που σχεδιάστηκε από την αρχή για γρήγορη, εύκολη και αποτελεσματική συλλογή και ανάλυση δεδομένων.

Το λογισμικό που χρησιμοποιεί διατίθεται σε εφαρμογή για έξυπνες συσκευές με λογισμικό iOS, η έξυπνη συσκευή “κουμπώνει” πάνω στο τηλεχειριστήριο κάνοντας έτσι τον έλεγχο πιο εργονομικό και εύκολο. Έτσι δίνεται η δυνατότητα πλήρους αυτόματης πτήσης ή εναλλακτική της χειροκίνητης πτήσης πάνω από τις καλλιεργειες. Με το Parrot Bluegrass Fields μπορούμε να δημιουργήσουμε χάρτες NDVI σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της πτήσης με αποτέλεσμα να αποκτήσουμε τα δεδομένα που χρειαζόμαστε εύκολα και πιο γρήγορα. Υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης των χαρτών NDVI για να παρακολουθείτε την εξέλιξη των καλλιεργειών σας από την ευκολία της κινητής σας συσκευής καθώς επίσης και η λήψη φωτογραφιών από επιλεγμένες περιοχές χάρη στον Parrot Skycontroller 2. Το λογισμικό που προορίζεται για σταθερές συσκευές είναι το Pix4DFields το οποίο βοηθά στον προσδιορισμό της μεταβλητότητας του πεδίου πιο γρήγορα με τη νέα μηχανή στιγμιαίας επεξεργασίας (123 στρέμματα σε 1,5 λεπτά). Δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας προκαθορισμένων ή προσαρμοσμένων χαρτών δεικτών για λεπτομερή

ανάλυση απόδοσης καλλιεργειών καθώς και προβολή και κατανόηση των τάσεων των καλλιεργειών συγκρίνοντας τα διαφορετικά επίπεδα δεδομένων πλάι-πλάι, μαζί με χάρτες οδηγίων για ακριβέστερες εφαρμογές λιπασμάτων.

Η κάμερα με την οποία είναι εξοπλισμένα τα UAV και των δύο κατηγοριών ανήκουν στην ίδια εταιρεία, τα χαρακτηριστικά της οποίας θα αναλυθούν στην επόμενη παράγραφο [31].

4.3.4 Κάμερα

Η κάμερα που χρησιμοποιήθηκε είναι η Parrot Sequoia+ Camera της εταιρείας SenseFly μία ειδικά σχεδιασμένη κάμερα για εφαρμογές γεωργίας ακριβείας. Με συνολικό βάρος 107 γραμμάρια και αισθητήρα 16 Mpx RGB που επιτρέπει φωτογράφιση των εκτάσεων σε ορατά μήκη κύματος και 4 μονοχρωματικούς αισθητήρες στενής ζώνης 1,2 Mpx (πράσινο, κόκκινο, RE και εγγύς υπέρυθρο). Με την Sequoia+ έχουμε την δυνατότητα λήψης φωτογραφιών γεωργικών εκτάσεων σε διάφορες φασματικές ζώνες οι οποίες μετρούν την κατάσταση της βλάστησης.

- Πράσινο : 550 nm μήκος κύματος , 40 nm εύρος ζώνης
- Κόκκινο : 660 nm μήκος κύματος , 40 nm εύρος ζώνης
- Κόκκινο άκρο : 735 nm μήκος κύματος , 10 nm εύρος ζώνης
- Κόκκινο κοντά σε υπέρυθρες : 90 nm μήκος κύματος , 40 nm εύρος ζώνης

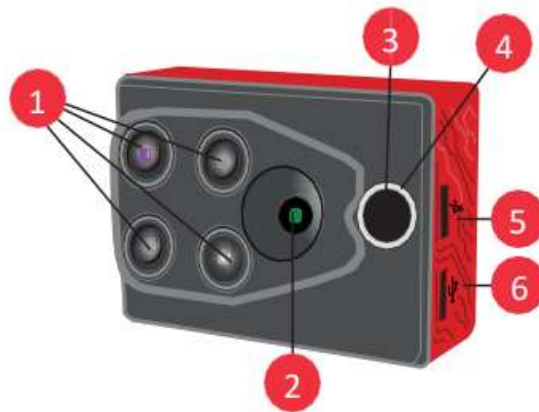
ν (NDVI, NDRE κ.λ.π) και για τη διαχείριση συστάσεων όπως οι συνταγές αζωτούχων λιπασμάτων. Οι φωτογραφίες που λαμβάνονται μπορούν να αναλυθούν χρησιμοποιώντας διάφορα λογισμικά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία χαρτών δεικτών.



Εικόνα 35 : Η κάμερα-αισθητήρας Parrot Sequoia+

Πηγή : (<http://www.geosense.gr/ebec-sq/>)

Ο πολυφασματικός αισθητήρας εγκαθίστανται κάτω από το drone κοιτάζοντας τις καλλιέργειες και τροφοδοτείται απευθείας από το drone. Στο παρακάτω σχήμα γίνεται μία περιγραφή του κάθε κομματιού του.



Εικόνα 36 : Χαρακτηριστικά πολυφασματικού αισθητήρα Parrot Sequoia+

Πηγή : (<http://www.geosense.gr/ebee-sq/>)

1. 1.2 Μpx μονοχρωματικοί αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα σε διακεκριμένες ζώνες (πράσινο, κόκκινο , κόκκινο άκρο, κοντά σε υπέρυθρες).
2. 16 Μpx αισθητήρας RGB
3. Λυχνία ένδειξης .
4. Κουμπί κλείστρου ενεργοποίηση/απενεργοποίηση λειτουργίας , χρονοκαθυστέρησης , ενεργοποίηση/ απενεργοποίηση WiFi και λήψη φωτογραφίας
5. Θύρα υποδοχής micro USB συνδέει τον αισθητήρα πολλαπλών φάσεων με τον αισθητήρα ηλιοφάνειας (επικοινωνία)
6. Θύρα συσκευής micro USB συνδέει τον πολυφασματικό αισθητήρα με το drone (ισχύς επικοινωνίας) [32]

4.3.5 Ηλιακά πάνελ

Η κύρια πηγή τροφοδότησης του συστήματος αισθητήρων είναι η ηλιακή ενέργεια η οποία συλλέγεται από ηλιακά πάνελ τοποθετημένα στις αντίστοιχες θέσεις , η εταιρεία Libelium έχει αναπτύξει μαζί με τον υπόλοιπο εξοπλισμό και τα ανάλογα πάνελ για να καλύψουν τις ανάγκες αυτές. Η νέα εξωτερική μονάδα μπαταρίας (EBM), η οποία επεκτείνει τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας του Plug & Sense. Η περίοδος επέκτασης μπορεί να είναι έως και 10 έτη ανάλογα με τον κύκλο του ύπνου και τη ραδιοφωνική δραστηριότητα. Η ημερήσια περίοδος φόρτισης είναι επιλέξιμη μεταξύ 5, 15 και 30 λεπτών με έναν περιστροφικό διακόπτη και μπορεί να συνδυαστεί με ένα ηλιακό πάνελ για να επεκτείνει ακόμη περισσότερο τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας του κόμβου. Μπορεί να συνδεθεί ηλιακός πίνακας στον συνδετήρα του ηλιακού πίνακα. Η περίοδος φορτισμού ενεργοποιείται αν υπάρχει ηλιακή ενέργεια και η EBM θα παρέχει μόνο το απαραίτητο ρεύμα για να ικανοποιήσει τη ζήτηση του κόμβου Plug & Sense!. Με αυτό τον τρόπο, το σύστημα

δεν απορροφά ενέργεια από τον ηλιακό πίνακα και εξοικονομεί ενέργεια από την μπαταρία του EBM [28].



Εικόνα 37 : Ηλιακό πάνελ και εξωτερική μπαταρία
Πηγή : (<http://www.libelium.com/>)

4.3.6 Δρομολογητές δικτύου 4G

Για τις ανάγκες της κατασκευής ενός ολοκληρωμένου συστήματος απομακρυσμένης πτήσης και παρακολούθησης χρησιμοποιήθηκαν και δρομολογητές δικτύου 4G πιο συγκεκριμένα το kit LtAP mini LTE το οποίο είναι ένα μικρό αδιάβροχο ασύρματο σημείο πρόσβασης με ενσωματωμένο κυψελοειδές μόντεμ που υποστηρίζει συνδεσιμότητα 2G, 3G και 4G (LTE) σε διεθνείς ζώνες LTE 1,2,3,7,8,20,38 και 40. Η σύνδεση στην ασύρματη υποδοχή 802.11b / g / n του LtAP mini δίνει την δυνατότητα πρόσβασης στο δίκτυο LTE από το τηλέφωνό ή οποιαδήποτε άλλη ασύρματη συσκευή. Το LtAP mini LTE διαθέτει επίσης μία θύρα Ethernet LAN 10/100 για ενσύρματες συσκευές. Η σειριακή θύρα RS232 δίνει πρόσβαση στην κονσόλα για σφαλμάρισμα. Το LtAP mini διαθέτει ένα ειδικό περίβλημα με κιτ τοποθέτησης σε τοίχο, δύο υποδοχές SIM που εναλλάσσονται μεταξύ κυψελοειδών παρόχων και ενσωματωμένη υποστήριξη GPS, καθιστώντας την τέλεια συσκευή για χρήση σε κινούμενα οχήματα όπως αυτοκίνητα, λεωφορεία ή τρένα. Η κάρτα LTE συνδέεται σε δύο εσωτερικές κεραίες με συνδέσεις u.FL, έτσι υπάρχει η δυνατότητα εξατομίκευσης και προσθήκης επιπλέον εξωτερικής κεραίας LTE για καλύτερη κάλυψη. Η μονάδα διαθέτει πολλές επιλογές τροφοδοσίας: 9-30 V PoE-in από θύρα Ethernet, υποδοχή DC και MicroUSB. Για την παρακολούθηση της τοποθεσίας του οχήματος σε πραγματικό χρόνο υπάρχει ενσωματωμένη μονάδα GPS [33].



Εικόνα 38: LtAP mini LTE kit

Πηγή: (https://mikrotik.com/product/ltap_mini_lte_kit)

4.4 Υπηρεσία μελέτης χώρου

Πριν από κάθε εγκατάσταση θα πραγματοποιείται μελέτη του χώρου εγκατάστασης από την οποία θα καταδεικνύεται η βέλτιστη τοποθέτηση των αισθητήρων ανά κατηγορία εφαρμογής. Η μελέτη του χώρου εφαρμογής θα πραγματοποιείται παρουσία τεχνικού μαζί με γεωπόνο και με εξοπλισμό σχεδιασμένο για την εκπόνηση της εργασίας αυτής. Αφου πραγματοποιηθεί η μελέτη θα δημιουργηθεί ένα πλάνο εγκατάστασης του αντίστοιχου συστήματος για τις ανάγκες του εκάστοτε πελάτη με τον αντίστοιχο εξοπλισμό. Η τιμή του πακέτου θα διαμορφώνεται αφού έχει προηγηθεί η μελέτη του χώρου καθώς οι εκτάσεις, οι ανάγκες και συνεπώς και ο εξοπλισμός διαφέρουν από πελάτη σε πελάτη. Επιπλέον υπηρεσίες που μπορεί να χρειαστεί ο πελάτης για την κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών του όπως για παράδειγμα σταθμός πρόγνωσης του καιρού θα προστίθενται στην συνολική τιμή του πακέτου.

Μια υπηρεσία μελέτης του χώρου ενδιαφέροντος μπορεί να εφαρμοστεί απομακρυσμένα μέσω ειδικών εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί από διάφορες εταιρείες όπου η επιλογή του χώρου μελέτης γίνεται μέσω ήδη προυπάρχοντων χαρτών, είτε μέσω μιας σύντομης πτήσης ενός μη επανδρωμένου αεροσκάφους (drone) πράγμα που ευνοεί δυσπρόσιτες περιοχές για τον άνθρωπο όπως για παράδειγμα ένα χωράφι κοντά σε γκρεμό, ή τελικώς με ειδικό απεσταλμένο όπου ο ο ίδιος θα πραγματοποιήσει την μελέτη και θα δημιουργήσει ένα πλάνο-πακέτο για τον τελικό πελάτη.

4.5 Υπηρεσία εγκατάστασης

Όπως προαναφέρθηκε οι ανάγκες του κάθε πελάτη είναι διαφορετικές, έτσι η ομάδα του προγράμματος MARS δημιουργεί και προσαρμόζει τα ανάλογα πακέτα έτσι ώστε να ικανοποιηθούν στο μέγιστο οι απαιτήσεις του κάθε πελάτη. Αυτό περιλαμβάνει την εγκατάσταση των αισθητήρων στα σημεία ενδιαφέροντος καθώς και αντίστοιχα την ενεργοποίηση και τον προγραμματισμό τους ανάλογα τις ανάγκες του εκάστοτε πελάτη και καλλιέργειας, παράλληλα γίνεται εγκατάσταση του

λογισμικού των εφαρμογών που θα χρησιμοποιηθούν τόσο σε υπολογιστές αλλά και σε έξυπνες συσκευές. Η υπηρεσία αυτή μπορεί να παρασχεθεί είτε επι τόπου με την παρουσία ειδικών απεσταλμένων ή απομακρυσμένα με την πλήρη καθοδήγηση ειδικών τεχνικών. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα εκμάθησης χειρισμού του εξοπλισμού και των προγραμμάτων λογισμικού σε νέους χρήστες υπό την μορφή σεμιναρίων και πρακτικών μαθημάτων.

4.6 Υπηρεσία τεχνικής υποστήριξης

Για να επιτευχθεί στο μέγιστο δυνατό η αποδοτικότητα του κάθε πακέτου θα πρέπει αποφευχθούν οι πιθανοί κίνδυνοι που μπορεί να δημιουργηθούν με την χρήση του, για την υλοποίηση αυτού του στόχου θα πρέπει να προσφέρεται υποστήριξη σε τεχνικά θέματα επιλύοντας όποιο πρόβλημα προκύψει. Θα ανταποκρίνεται επίσης σε οποιαδήποτε νέα ανάγκη του πελάτη (π.χ. επέκταση εγκατάστασης). Τέτοιες καταστάσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με την δημιουργία ηλεκτρονικής σελίδας που θα παρέχονται πληροφορίες και λύσεις για μια μεγάλη γκάμα προβλημάτων που μπορούν να παρουσιαστούν, έτσι ο ενδιαφερόμενος χρήστης θα μπορεί εύκολα να δώσει λύση σε ένα πρόβλημα που επείγει. Επιπλέον η ύπαρξη 24ωρης τεχνικής υποστήριξης, ανεξαρτήτου πακέτου πελάτη, θα ήταν άκρως χρήσιμη καθώς θα κάλυπτε ακόμα περισσότερα προβλήματα που θα μπορούσαν να προκύψουν σε περίπτωση βλάβης.

4.7 Αρχική στόχευση προγράμματος

Μέσα στα πλαίσια της στρατηγικής ανάπτυξης προϊόντων η εταιρία καλείται να αναπτύξει ένα άρτια οργανωμένο και αποδοτικό τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης, που θα αποτελέσει άξονα ανάπτυξης του προϊόντος – υπηρεσίας της εταιρείας. Παράλληλα, κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας της εταιρείας είναι το να διέπεται από μία νοοτροπία έρευνας σε όλες τις εκφάνσεις της επιχειρηματικής της δραστηριότητας, που θα διέπει όλες τις λειτουργίες της σε μια προσπάθεια για συνεχή και αδιάλειπτη βελτιστοποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών. Η συνεχής αυτή έρευνα και ανάπτυξη έχει ως στόχο :

A. Σε μετάβαση από το στάδιο της βασικής έρευνας σε αυτό της εφαρμοσμένης, με τη δημιουργία βιομηχανικού προτύπου

B. Σε αναζήτηση συνολικών λύσεων και ιδεών για την κάλυψη των αναγκών και των απαιτήσεων των δυνητικών πελατών της εταιρείας, που τα προϊόντα που κυκλοφορούν στην αγορά δε μπορούν να καλύψουν

Γ. Σε δημιουργία περισσότερων της μίας παραλλαγών της βασικής ιδέας, για παροχή customized λύσεων και ικανοποίηση των εξειδικευμένων αναγκών των πελατών της εταιρείας

Δ. Σε περαιτέρω έρευνα για μετέπειτα ανάπτυξη και βελτιστοποίηση του προϊόντος για ολοένα και περισσότερο ολοκληρωμένες λύσεις.

Ε. Σε έρευνα για ανάπτυξη νέων προϊόντων που θα ανταποκρίνονται σε ανικανοποίητες ανάγκες δυνητικών πελατών

Στ. Προετοιμασία για την είσοδο του προϊόντος στην αγορά και την πλήρη εμπορευματοποίησή του.

Το πρόγραμμα MARS ήδη δραστηριοποιείται στο χώρο των ροδακίνων και των σιτηρών. Η καλλιέργεια της ροδακινιάς χαρακτηρίζεται ως ευέλικτη καθώς είναι ένα από τα λίγα οπωροφόρα είδη που έχουν επεκταθεί τόσο γρήγορα και προσαρμόσκει σε τόσα πολλά εδαφο-κλιματικά περιβάλλοντα. Στη χώρα μας καλλιεργούνται ευρέως στη Μακεδονία και ιδιαίτερα στους νομούς Ημαθίας και Πέλλας. Η καλλιέργεια σιτηρών καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση σε όλο τον κόσμο και αποτελεί τη βάση της διατροφής του ανθρώπου. Στην Ελλάδα το σιτάρι καλύπτει το 25% των καλλιεργούμενων εκτάσεων, δηλαδή περίπου 10 εκ. στρέμματα. Με τα πακέτα που προσφέρει το MARS στοχεύει να δώσει λύσεις γεωργίας ακριβείας στους αγροτες των αντιστοιχων καλλιεργειων. Στους πίνακες που ακολουθούν βλέπουμε την εκμετάλλευση εκτάσεων αντίστοιχα.

Εκτάσεις ανά περιφέρεια καλλιέργειας ροδακίνων :

ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕ ΙΣ	ΕΚΤΑΣΗ (σε στρέμματα)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΝΔΡΩΝ
1	2	3	4
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	20,192	337,704.7	15,891,643
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ	305	1,233.0	52,765
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	15,942	304,622.3	14,170,167
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	763	14,533.5	880,417
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ	115	230.5	9,470
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	1,119	12,631.2	614,450
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	366	871.1	22,188
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	189	167.1	5,415
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	180	470.3	17,813
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	470	2,211.2	100,751
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	65	65.8	1,396
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	177	51.8	1,875
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	243	481.1	8,162
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	258	135.9	6,774

Πηγή (<https://www.statistics.gr/el/statistics/agr>)

Εκτάσεις ανά περιφέρεια καλλιέργειας σιτηρών :

Περιφέρειες και Περιφερειακές Ενότητες	Σύνολο Εκτάσεων Total Area	Σιτάρι Wheat				Κριθάρι Barley		Βρώμη Oats		Σίκαλη Rye	
		Μαλακό Common		Σκληρό Durum		1	2	1	2	1	2
		1	2	1	2						
Σύνολο Ελλάδας	8,301,886	1,267,677	366,941	3,365,430	989,832	1,293,196	376,543	492,276	109,735	117,572	26,142
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	1,121,646	261,877	79,141	377,495	112,774	117,688	32,169	13,884	3,189	15,661	3,150
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	2,654,882	482,396	133,951	1,102,401	277,144	300,939	88,879	51,350	10,024	16,741	3,585
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	1,062,604	294,502	79,895	328,812	85,550	214,060	58,593	10,827	2,173	74,442	17,020
Περιφέρεια Ηπείρου	54,572	3,257	973	327	91	1,966	564	14,795	4,012	2,109	499
Περιφέρεια Θεσσαλίας	1,786,099	141,703	49,408	944,678	342,255	337,557	112,104	84,720	20,198	6,083	1,364
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	794,093	31,940	10,058	473,949	140,646	156,091	47,711	64,093	15,316	426	92

Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	13,886	799	146	1,688	252	702	105	9,548	1,842	18	3
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	468,561	13,242	3,793	37,641	8,972	34,219	8,322	177,243	35,506	438	90
Περιφέρεια Πελοποννήσου	126,128	22,004	6,024	25,346	6,843	25,489	7,079	45,698	13,177	99	28
Περιφέρεια Αττικής	52,938	1,308	357	35,998	9,026	9,562	2,338	5,744	1,297	29	4
Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	70,773	4,459	1,340	11,058	2,660	49,749	12,184	4,513	943	146	46
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	71,505	7,269	1,226	20,667	2,910	34,970	4,917	5,559	941	371	104
Περιφέρεια Κρήτης	24,199	2,921	630	5,370	709	10,204	1,578	4,302	1,116	1,009	158

Πηγή (<https://www.statistics.gr/el/statistics/agr>)

Όπως βλέπουμε στους παραπάνω πίνακες η περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας έρχεται τρίτη και τέταρτη αντίστοιχα στην κατάταξη των εκτάσεων των συγκεκριμένων καλλιεργειών ανά περιφερειακή ενότητα. Από τα στοιχεία αυτά συμπεραίνουμε ότι υπάρχει αρκετό ενδιαφέρον καθώς και πρόσφορες συνθήκες στην καλλιέργεια των συγκεκριμένων ειδών. Η επιλογή αυτή δεν έγινε τυχαία καθώς οι εδαφολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη αυτών των καλλιεργειών.

4.8 Στρατηγική επέκτασης σε νέες αγορές

Μία από τις μεγάλες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο γεωργικός τομέας είναι η αύξηση του αριθμού και της ποικιλίας βιώσιμων οικονομικών γεωργικών επιχειρήσεων. Ένα επιχειρηματικό πλάνο παρέχει στρατηγική και στόχους. Οι περισσότερες νέες επιχειρήσεις εισέρχονται στην αγορά με την παραγωγή ενός προϊόντος και στην συνέχεια ανάλογα με την ζήτηση και την στρατηγική τους επεκτείνονται και σε άλλα προϊόντα καθώς επίσης και σε άλλους τομείς.

Έτσι και το πρόγραμμα MARS ξεκινώντας με την συμμετοχή του στην παρακολούθηση παραγωγής της καλλιέργειας ροδακίνων του συνεταιρισμού ΑΣΕΠΟΠ Βελβεντού στο Βελβεντό Κοζάνης, καθώς και της καλλιέργειας σιτηρών όπου με την εγκατάσταση συστημάτων παρακολούθησης δίνει την δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου καλλιέργειας καθώς και πρόληψης πιθανών ασθενειών. Επόμενος στόχος του MARS είναι η επέκταση του σε νέες αγορές και σε νέες καλλιέργειες, τρεις από τις οποίες παρουσιάζονται και παρακάτω.

4.8.1 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργεια αμπελώνα

Στον αμπελώνα, καταστροφικές ασθένειες και παράσιτα επηρεάζουν δυσμενώς την παραγωγή οινοποιήσιμων σταφυλιών και προκαλούν τεράστιες οικονομικές ζημιές ετησίως. Δυστυχώς, οι παραδοσιακές θεραπείες συνεπάγονται πρόσθετο κόστος για τους καλλιεργητές. Ωστόσο, η τεχνολογία αισθητήρων αλλάζει αυτό. Με βάση την επιστημονική παρατήρηση, τη μέτρηση και την απόκριση, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων επιτρέπουν πολλές νέες ευκαιρίες και καινοτομίες στον τομέα των συστημάτων πρόβλεψης. Με αυτά, η πρόληψη επιβλαβών οργανισμών και η άρδευση μπορούν να χορηγηθούν όταν είναι απαραίτητο. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η βελτιωμένη διαχείριση, η καλύτερη ποιότητα σταφυλιών και το χαμηλότερο κόστος.

Το πρόγραμμα MARS με τις τεχνολογίες και τα πακέτα που διαθέτει θα μπορούσε να έχει ενεργό ρόλο στο μέλλον στην καλλιέργεια αμπελιού. Στην χώρα μας υπάρχουν αρκετές περιοχές όπου η καλλιέργεια αμπελιού ενδείκνυται, παράγοντας αρκετές ποικιλίες κρασιού. Περιοχές όπως το Αμύνταιο Φλώρινας, η Ραψάνη Λάρισας καθώς και αρκετά νησιά όπως η Σάμος, η Κρήτη, η Λήμνος δεν θα μπορούσαν να λείπουν από τον οινοποιητικό χάρτη.

Ακολουθώντας το παράδειγμα που έδωσε η Dolphin Engineering, του Πανεπιστημίου του Λουγκάνο στην Ελβετία, καθώς και άλλες ευρωπαϊκές χώρες, το MARS θα προσφέρει υπηρεσίες που θα παρακολουθούν τις συνθήκες μικρο-καλλιέργειας των καλλιεργειών για να προβλέψουν τις ασθένειες των φυτών. Χρησιμοποιώντας ένα αποκλειστικό ασύρματο δίκτυο αισθητήρων βασισμένο στην πλατφόρμα αισθητήρων Waspote του Libelium και τους πολύπλοκους αλγόριθμους πρόβλεψης καθώς επίσης και μετρήσεις από πτήσεις που πραγματοποιούνται με drone, μπορεί να προβλέψει την εξέλιξη ορισμένων από τις πιο σοβαρές ασθένειες και επίσης να προτείνει

"just-in-time" στοχοθετημένες θεραπείες που απαιτούνται για τη διατήρηση αμπελώνων έτσι ώστε να παραμένουν υγιείς και κερδοφόροι. Επίσης θα δίνει την δυνατότητα στους αμπελουργούς να μπορούν να παρακολουθούν συνεχώς την υγεία των αμπελώνων τους. Οι κόμβοι Waspmote Smart Agriculture παρακολουθούν πολλαπλές περιβαλλοντικές παραμέτρους και μεταδίδουν τα δεδομένα αισθητήρων σε ένα κέντρο δεδομένων εξοπλισμένο με σύνολα αλγορίθμων, όπου το σύστημα αποθηκεύει και επεξεργάζεται τα δεδομένα και παρέχει προβλέψεις ως αποτελέσματα. Οι τελικοί χρήστες μπορούν να διαβάσουν τα αποτελέσματα αποκτώντας πρόσβαση στο σύστημα σε έναν υπολογιστή, tablet ή smartphone [34].

Ο κλάδος της οινοποιίας συγκροτείται από ένα μεγάλο αριθμό μικρομεσαίων επιχειρήσεων, με μικρό αριθμό εργαζομένων και σε μεγάλο βαθμό οικογενειακής μορφής. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι πολλές από τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις του κλάδου έχουν σημαντική εξαγωγική παρουσία και προσανατολισμό. Πλάι σ' αυτές δραστηριοποιείται ένας μικρός αριθμός μεγάλων επιχειρήσεων, με πολύχρονη παράδοση στο χώρο, υψηλή δυναμικότητα, μεγάλους όγκους παραγωγής, ευρύτατο δίκτυο διανομής σε όλη τη χώρα και σημαντική εξαγωγική δραστηριότητα.

Η οινοπαραγωγή θεωρείται από τους σημαντικότερους παραγωγικούς και εξωστρεφείς κλάδους της ελληνικής οικονομίας. Οι επιχειρήσεις του κλάδου παρουσιάζουν ιδιαίτερα σημαντικό εξαγωγικό προσανατολισμό, με δεδομένο ότι περί το 20% της εγχώριας παραγωγής (40% για την παραγωγή της Βόρειας Ελλάδας) κατευθύνεται στο εξωτερικό. Το κρασί αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα εξαγωγίμα αγροτικά προϊόντα της χώρας, καλύπτοντας σε αξία σταθερά πάνω από το 50% των συνολικών εξαγωγών ποτών, τα τελευταία χρόνια. Σημαντικότερη κατηγορία εξαγωγίμων προϊόντων αποτελούν τα επιτραπέζια κρασιά (περιλαμβάνονται και οι τοπικοί οίνοι που έχουν και το μεγαλύτερο ποσοστό). Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τον καταμερισμό των αμπελουργικών εκτάσεων στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία βλέπουμε πως υπάρχει αναπτυγμένη δραστηριότητα στον τομέα της αμπελουργίας κατι που δημιουργεί πρόσφορο έδαφος για την χρήση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας [35].

Περιφέρειες και Περιφερειακ ές Ενότητες	Σύνολο αμπελιών			Αμπέλια για κρασί				
	Εκτάσεις	Παραγωγή			Εκτάσεις	Παραγωγή		
		σταφυλιών που	επιτραπέζι ων σταφυλιών	σταφίδω v		σταφυλιών που γλευκοποιήθηκαν	επιτραπέζι ων σταφυλιών	σταφίδω v

		γλευκοποι ήθηκαν						
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	18,076	14,709	1,059	0	17,021	14,539	356	0
Κοζάνης	5,503	4,409	703	0	5,175	4,397	324	—
Γρεβενών	1,547	1,024	30	0	1,351	942	—	—
Καστοριάς	1,190	606	269	0	750	567	33	—
Φλώρινας	9,836	8,670	56	0	9,745	8,632	—	—
Σύνολο Ελλάδας	903,609	531,009	244,336	52,192	512,659	464,071	9,241	7

Πηγή: (<https://www.statistics.gr/el/statistics>)

4.8.2 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες φαρμακευτικής κάνναβης

Η ιατρική καλλιέργεια κάνναβης είναι μια νεοσυσταθείσα βιομηχανία έτσι, υπάρχει πρόσθετη έμφαση στους καλλιεργητές όσον αφορά τη συμμόρφωση και τη διαφάνεια. Η εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας σε τέτοιες καλλιέργειες κρίνεται απαραίτητη. Τα ιατρικά φυτά κάνναβης απαιτούν την ακριβή ισορροπία του φωτός, της θερμοκρασίας, του περιβάλλοντος και των συνθηκών του εδάφους. Ο μελλοντικός πελάτης θα χρειαστεί έναν δημοσιονομικά βιώσιμο τρόπο διαχείρισης των δραστηριοτήτων του, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει ανάγκη παρακολούθησης και ρύθμισης των μεταβαλλόμενων συνθηκών καλλιέργειας έτσι ώστε να επιτευχθεί περαιτέρω βελτίωση των καλλιεργειών [36]. Για να επιτευχθεί η ακρίβεια της καλλιέργειας, είναι απαραίτητο να επενδύσουμε στην πιο σύγχρονη τεχνολογία για την άμεση ενημέρωση των καλλιεργειών. Το έργο MARS μπορεί να συμβάλλει θετικά στην επίτευξη έξυπνης καλλιέργειας σε ιατρικές φυτείες κάνναβης επενδύοντας σε βέλτιστες πρακτικές για την επίτευξη μέγιστης απόδοσης και υψηλής ποιότητας αποτελέσματα που προσφέρουν το καλύτερο ποιοτικό προϊόν στη βιομηχανία.

Τα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν σε πολλαπλούς κύκλους καλλιέργειας για τον εντοπισμό των παραμέτρων του φωτός, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του χρόνου που επιτρέπουν σε κάθε καλλιέργεια να αναπτυχθεί στις μέγιστες δυνατότητές της. Όλες οι πληροφορίες που παρακολουθούνται από τους αισθητήρες αποστέλλονται μέσω του πρωτοκόλλου Xbee 802.15 στο Gateway Meshlium όπου συλλέγονται δεδομένα και αποστέλλονται στο MQTT. Η πλατφόρμα όπου

ο χειριστής ιατρικής μαριχουάνας μπορεί να οπτικοποιήσει και να αναλύσει τις πληροφορίες είναι ο πίνακας εργαλείων Sensorinsight.

Έπειτα από την εφαρμογή τεχνικών έξυπνης καλλιέργειας ο καλλιεργητής φαρμακευτικής κάνναβης ελπίζει να δει μεταξύ 15% και 20% αύξηση των κερδών κατά τα επόμενα 2 χρόνια με την ανάπτυξη ασύρματων αισθητήρων δικτύου. Με την χρήση ασύρματων δικτύων αισθητήρων επιτυγχάνεται εξοικονόμηση νερού, ηλεκτρικής τροφοδοσίας, χημικών ουσιών και βελτιστοποίησης κύκλου καλλιέργειας των φυτειών [36].

Όπως δείχνουν πρόσφατες έρευνες, η παγκόσμια αύξηση πωλήσεων φαρμακευτικής νόμιμης κάνναβης αναμένεται να φτάσει το 24% . Η νέα έκθεση αναφέρει λεπτομερώς την ανάπτυξη μέχρι το 2024 στη νόμιμη βιομηχανία κάνναβης. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε την αύξηση των πωλήσεων καθώς και των κερδών στην βιομηχανία της φαρμακευτικής κάνναβης απο το 2014 εως μια μελλοντική πρόβλεψη εσόδων για το 2024.

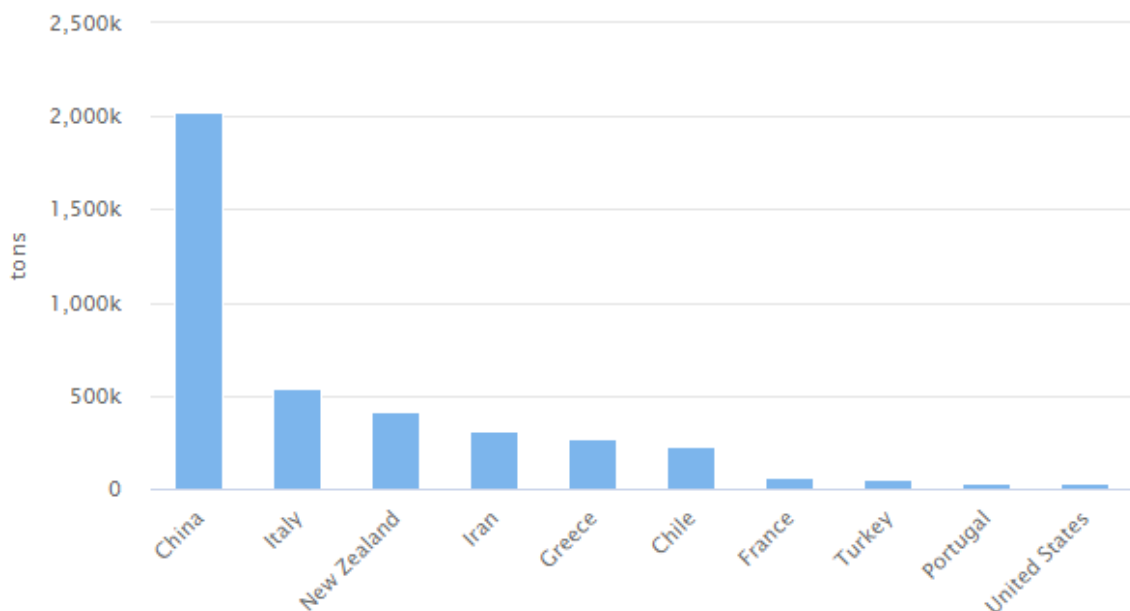
Έτος	Κέρδη
2014	\$3.4 δις
2015	\$4.8 δις
2016	\$6.7 δις
2017	\$9.1 δις
2018	\$10.9 δις
2019	\$14.9 δις
2020	\$19.3 δις
2021	\$24.4 δις
2022	\$30.7 δις
2023	\$36.2 δις
2024	\$40.6 δις

Πηγή : (<https://www.fool.com/investing/2019/06/23/the-most-important-marijuana-growth-chart-youll-ev.aspx>)

Όπως παρατηρούμε τα προβλεπόμενα έσοδα από τις καλλιέργειες μέσα στα επόμενα χρόνια είναι ανοδικά.

4.8.3 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες ακτινιδίου

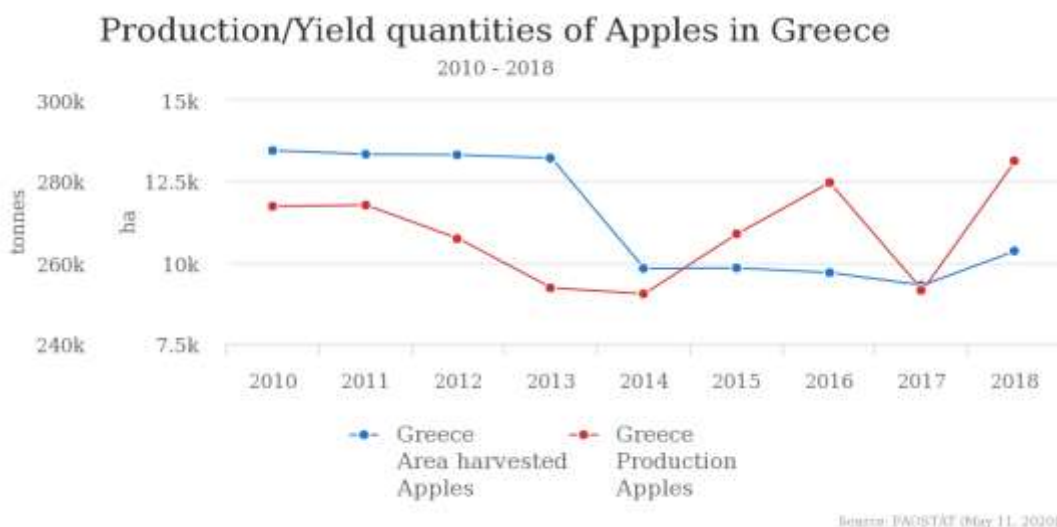
Το ακτινίδιο με καταγωγή από την Κίνα κατατάσσεται συνεχώς το καταναλωτικό κοινό λόγω των αντιοξειδωτικών δράσεων του και της πλούσιας περιεκτικότητας του σε βιταμίνη Ε. Οι ελληνικές καλλιέργειες ακτινιδίου κατακτούν ολοένα και περισσότερο τις αγορές του κόσμου. Η ακτινιδιά είναι φυτό δικοτυλήδονο και αναρριχώμενο. Μοιάζει με αμπέλι αλλά οι κλιματισίδες του περιελάσσονται και αυξάνονται πολύ γρήγορα. Πρόκειται για ένα από τα πιο ευαίσθητα φρούτα καθώς είναι ένα φυτό αρκετά ευπαθές σε αντίξοες ατμοσφαιρικές συνθήκες και έχει ανάγκη από ειδική προστασία τα δύο πρώτα έτη της ζωής του. Καλή ανάπτυξη της ακτινιδιάς πραγματοποιείται σε περιβάλλον σκιαζόμενο ή όπου επικρατεί καιρός νεφελώδης με αρκετή υγρασία. Μεγάλη σημασία όμως, έχουν και οι ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες της θέσης που πρόκειται να εγκατασταθεί ο ακτινιδιώνας, παράλληλα με το κλίμα που επικρατεί στην ευρύτερη περιοχή αυτού. Το ελληνικό ακτινίδιο καλλιεργείται κυρίως στην Βόρεια Ελλάδα στην Πιερία, στην Καβάλα, στην Άρτα, στην Φθιώτιδα και σε άλλες περιοχές. Για να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή ποιότητα, το πρόγραμμα MARS με πακέτα ειδικά διαμορφωμένα για καλλιεργητές ακτινιδίου δίνει την δυνατότητα να αναπτύξουν μια καλή στρατηγική έξυπνης καλλιέργειας για την επίτευξη εμπορεύσιμων προϊόντων και τη μείωση των απωλειών προϊόντων. Για παράδειγμα, διάφορες γεωργικές οργανώσεις αναπτύσσουν τεχνολογίες αιχμής στις καλλιέργειες τους για τη βελτίωση των διαδικασιών, τη διατήρηση υψηλών ποιοτικών προτύπων και τη διευκόλυνση των καθημερινών εργασιών των γεωργών. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή ακτινιδίων παγκοσμίως [38].



Εικόνα 39 : Γράφημα παραγωγής ακτινιδίων σε παγκόσμια κλίμακα
Πηγή : (<http://www.factfish.com/statistic/kiwi+fruits,+production+quantity>)

4.8.4 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες μήλων

Το μήλο είναι φρούτο, καρπός του δέντρου μηλιά (επιστ.: *Μηλέα η ήμερος*, λατ. *Malus domestica*) της οικογένειας των Ροδοειδών (Rosaceae). Είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και ευρύτατα καλλιεργούμενα φρούτα. Το δέντρο είναι φυλλοβόλο και φτάνει τα 5-12 μέτρα ύψος με φύλλα που έχουν ελλειψοειδές σχήμα και μυτερή άκρη. Ανθίζει την άνοιξη με άσπρα άνθη, 2.5-3.5 cm σε διάμετρο, με πέντε πέταλα και η εποχικότητα του ξεκινά τον Αύγουστο και τελειώνει τον Οκτώβριο. Η μηλιά είναι το πιο διαδεδομένο οπωροφόρο παγκοσμίως, αντιπροσωπεύει το 50% των φυλλοβόλων οπωροφόρων δέντρων, με παγκόσμια ετήσια παραγωγή περί τα 60 εκατομμύρια τόνους. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής μήλων παγκοσμίως αποτελείται από επιτραπέζιες ποικιλίες. Μέχρι το 1940 η παραγωγή μήλων στην Ελλάδα ήταν πολύ μικρή. Σήμερα η καλλιεργούμενη έκταση είναι περίπου 150.000 στρέμματα και η ετήσια παραγωγή ανέρχεται σε 350.000 τόνους, αποτελώντας τη δεύτερη σπουδαιότερη καλλιέργεια από τα φυλλοβόλα οπωροφόρα μετά τη ροδακινιά. Η καλλιέργεια της μηλιάς σε μορφή συστηματικών οπωρώνων εντοπίζεται κυρίως στην κεντρική και δυτική Μακεδονία, στη Θεσσαλία και στην Πελοπόννησο [39]. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση δέντρων μηλιάς βρίσκεται στην περιοχή του Βερμίου. Καλλιεργείται επίσης στους νομούς Ημαθίας, Πέλλας, Καστοριάς, Μαγνησίας, Λάρισας και Αρκαδίας. Η παραγωγή των μήλων τα τελευταία δέκα χρόνια έχει γνωρίσει σημαντική αύξηση στην παραγωγή των μήλων, όπως παρατηρείται στο διάγραμμα της περιόδου 2010-2018, έχοντας ως στόχο την χρήση σύγχρονων μεθόδων καλλιέργειας και τη χρήση λιγότερων χημικών λιπασμάτων. Έτσι το πρόγραμμα MARS στοχεύει την μετέπειτα επέκταση του και σε αυτή την υποσχόμενη αγορά βοηθώντας στην εξέλιξη των μεθόδων καλλιέργειας με τα σύγχρονα πακέτα έξυπνης γεωργίας που προσφέρει, όπως επίσης και στη διατήρηση των πιο οικολογικών και βιολογικών προϊόντων που θα παραχθούν. Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η παραγωγή μήλων στην Ελλάδα μεταξύ του 2010 έως 2018.

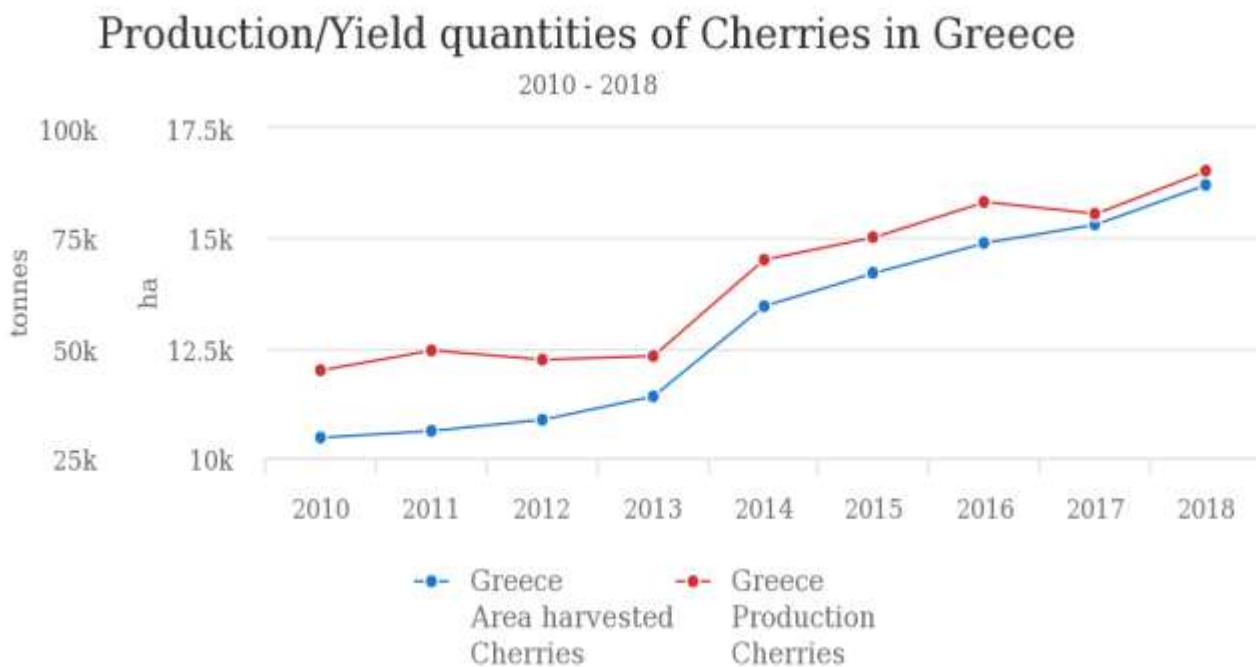


Εικόνα 40: Γράφημα παραγωγής μήλων στην Ελλάδα
Πηγή: (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>)

4.8.5 Εφαρμογή του MARS σε καλλιέργειες κερασιών

Τα κεράσια είναι οι καρποί του δέντρου της κερασιάς, ενός φυλλοβόλου δέντρου, που ανήκει στην οικογένεια των ροδοειδών, είναι αγγειόσπερμο δικότυλο φυτό, με ύψος που φτάνει τα 20 μέτρα. Τα κεράσια έφτασαν στην Ελλάδα, Ιταλία και την υπόλοιπη Ευρώπη, από τη Μικρά Ασία. Στην Ελλάδα παράγονται στην Πιερία, την Έδεσσα, τη Ροδόπη, τα Γρεβενά, και σε άλλα μέρη της βόρειας Ελλάδας και θεωρούνται εξαιρετικής ποιότητας. Η Τουρκία είναι πρώτη στον κόσμο σε παραγωγή κερασιών. Ακολουθούν οι Η.Π.Α., το Ιράν, η Ουκρανία και η Γερμανία. Η χώρα μας κατέχει την 10η θέση στον κόσμο σε παραγωγή κερασιών, με 43.000 τόνους το χρόνο.

Οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας, η συνεργασία συλλογικών σχημάτων και η οργάνωση σε επίπεδο προώθησης και διάθεσης αποτελούν το τρίπτυχο για την περαιτέρω ανάπτυξη της παραγωγής. Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία, στην χώρα μας καλλιεργούνται παραπάνω από 134.500 στρέμματα, μιας και συνεχώς μεγαλώνει το ενδιαφέρον των Ελλήνων παραγωγών [40]. Στους παρακατω πίνακες βλέπουμε την καλλιέργεια των κερασιων καθώς και την ανοδική της πορεία τα τελευταία χρόνια, γεγονός που θα ευνοηθεί ιδιαίτερα απο μια συνεργασία με εταιρεία λύσεων έξυπνης γεωργίας όπως η MARS.



Εικόνα 41: Γράφημα παραγωγής κερασιών στην Ελλάδα
Πηγή: (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>)

4.9 Προσφερόμενα πακέτα

Όπως έχει αναφερθεί και στις προηγούμενες παραγράφους οι ανάγκες του κάθε χωραφιού και συνεπώς του κάθε γεωργού είναι διαφορετικές, έτσι οι λύσεις που παρέχουν οι διάφορες εταιρείες και επιχειρηματικά πρότζεκτ πρέπει να προσαρμόζονται ανάλογα τις ανάγκες του κάθε πελάτη. Στη συνέχεια προτείνονται δύο πακέτα λύσεων έξυπνης γεωργίας προσαρμοσμένα να καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος αναγκών.

Τα πακέτα αυτά διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες την Standard και την Premium. Ο διαχωρισμός αυτός προκύπτει από τις ανάγκες και το μέγεθος και το είδος των εκτάσεων ενδιαφέροντος. Ο τεχνικός εξοπλισμός είναι ο ίδιος και στα δύο πακέτα ενώ η διαφορά τους εντοπίζεται στις προσφερομενες υπηρεσίες του καθενός. Έτσι, έχουμε το πρώτο πακέτο προσαρμοσμένο για μικρότερες και μικρομεσαίες εκμεταλλεύσεις καθώς και μικρούς συνεταιρισμούς σε αντίθεση με το δεύτερο που απευθύνεται σε μεγαλύτερους συνεταιρισμούς και αγροτικές επιχειρήσεις. Η πτήση του ειδικού UAV στο πρώτο πακέτο θα πραγματοποιείται από ειδικό απεσταλμένο, ενώ στο δεύτερο θα υπάρχει η δυνατότητα ενοικίασης του και πτήσης απο τους ίδιο τον πελάτη καθώς στο πακέτο Premium περιλαμβάνεται και η δυνατότητα εκπαίδευσης μέσω σεμιναρίων. Ένα ακόμα πλεονέκτημα του Premium πακέτου έναντι του Standard είναι η παροχή της επιπλέον προσαρμογής στις ανάγκες του πελάτη καθώς επίσης και η 24ωρη τεχνική υποστήριξη που περιλαμβάνεται έναντι της υποστήριξης σε εργάσιμες ώρες που παρέχεται στο Standard ενώ, και τα δύο πακέτα παρέχουν την εγκατάσταση και παραμετροποίηση των αισθητήρων, την web εφαρμογή και εφαρμογή για κινητές συσκευές που συνοδεύεται καθώς επίσης και χώρο στο cloud για την αποθήκευση των δεδομένων. Η επιλογή της δωρεάν δοκιμής είναι διαθέσιμη και για τα δύο πακέτα με την μόνη τους διαφορά στο πρώτο πακέτο η δωρεάν δοκιμή διαρκεί για 30 μέρες ενώ στο δεύτερο η διάρκεια της καλύπτει διάστημα 2 μηνών.

Για τους αγρότες με καλλιέργειες καρποφόρων δέντρων όπως για παράδειγμα καλλιέργειες ροδακίνων, ακτινιδίων κερασιών κ.α, ιδανική λύση θεωρείται το πακέτο που θα περιλαμβάνει και τους αισθητήρες μέτρησης καρπού και κορμού. Οι πίνακες παρακάτω δίνουν τον εξοπλισμό, τις υπηρεσίες και τελικά τις τιμές των πακέτων.

Εξοπλισμός πακέτων:

Προϊόν	Περιγραφή
Σύστημα αισθητήρων για γεωργία ακριβείας	Plug & Sense! SA-PRO LoRaWAN EU + 9249-P Leaf Wetness Probe + PAPS-ESP External solar panel 7V - 500mA (power accessory for P&S!) + 1x PCS-B Programming Cloud Service Basic License (1 Year)

Αισθητήρας μέτρησης pH εδάφους	SEN0249 DFRobot
Αισθητήρας μέτρησης διαμέτρου καρπού	Ecomatik DF
Αισθητήρας μέτρησης ηλιακής ακτινοβολίας	PAR SQ-110
Αισθητήρα μέτρησης διαμέτρου κορμού	Ecomatik DC3
Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας εδάφους, θερμοκρασίας	9324-P Soil moisture 4,5 m Probe + 9255-P Soil/Water temperature (Pt-1000) Probe
Ηλιακό πάνελ	SRM-25P Φωτοβολταϊκά Πάνελ
Ηλιακό πάνελ	Power VRLA 12V 20AH
Ηλιακό πάνελ	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ PWM 12-24V 40A dual USB
Δρομολογητής 4G	MikroTik LtAP mini LTE kit
Πύλη δικτύου LoRA I	LoRa Gateway LORIX One IP65 outdoor EU 868Mhz

Προσφερόμενες υπηρεσίες πακέτων:

Standard	Premium
Κατάλληλο για μικρομεσαίες εκμεταλλεύσεις. Μεμονωμένο παραγωγό ή μεμονωμένες περιπτώσεις επιθεωρήσεων	Κατάλληλο για μεγαλύτερες εκμεταλλεύσεις. Ομάδες παραγωγών, συνεταιρισμούς, εταιρείες γεωργικών υπηρεσιών, γεωπόνου
Πτήση UAV	Πτήση με ενοικίαση UAV
Τεχνική υποστήριξη σε εργάσιμες ώρες	Προσωποποιημένη υποστήριξη
Ανίχνευση ασθενειών	Ανίχνευση ασθενειών
Εγκατάσταση και παραμετροποίηση αισθητήρων	Εγκατάσταση και παραμετροποίηση αισθητήρων
Web και εφαρμογή για φορητές συσκευές	Web και εφαρμογή για φορητές συσκευές
Δυνατότητα αποθήκευσης απεριόριστων δεδομένων στο cloud	Δυνατότητα αποθήκευσης απεριόριστων δεδομένων στο cloud
ΔΩΡΕΑΝ δοκιμή 30 ημερών	Δυνατότητα περαιτέρω προσαρμογής του

	πακέτου στις ανάγκες του πελάτη
-	Δυνατότητα παρακολούθησης ειδικών σεμιναρίων εκπαίδευσης
-	Προσωποποιημένη υποστήριξη
-	ΔΩΡΕΑΝ δοκιμή 2 μηνών
ΤΙΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ 6.110,14 € 509,22 € /μήνα	ΤΙΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ 6.721,67 € 560,14 € /μήνα

Για αγρότες με καλλιεργειες φυτών όπως τα σιτηρά και μελλοντικά η φαρμακευτική κάνναβη οι αισθητήρες κορμού και καρπού δεν θα περιλαμβάνονται στο πακέτο και έτσι η τελική τιμή τους θα διαμορφώνεται σύμφωνα με τους παρακάτω πίνακες.

Εξοπλισμός πακέτων:

Προϊόν	Περιγραφή
Σύστημα αισθητήρων για γεωργία ακριβείας	Plug & Sense! SA-PRO LoRaWAN EU + 9249-P Leaf Wetness Probe + PAPS-ESP External solar panel 7V - 500mA (power accessory for P&S!) + 1x PCS-B Programming Cloud Service Basic License (1 Year)
Αισθητήρας μέτρησης pH εδάφους	SEN0249 DFRobot
Αισθητήρας μέτρησης ηλιακής ακτινοβολίας	PAR SQ-110
Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας εδάφους, θερμοκρασίας	9324-P Soil moisture 4,5 m Probe + 9255-P Soil/Water temperature (Pt-1000) Probe
Ηλιακό πάνελ	SRM-25P Φωτοβολταϊκά Πάνελ
Ηλιακό πάνελ	Power VRLA 12V 20AH
Ηλιακό πάνελ	PΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ PWM 12-24V 40A dual USB
Δρομολογητής 4G	MikroTik LtAP mini LTE kit
Πύλη δικτύου LoRA I	LoRa Gateway LORIX One IP65 outdoor EU 868Mhz

Προσφερόμενες υπηρεσίες πακέτων:

Standard	Premium
Κατάλληλο για μικρομεσαίες εκμεταλλεύσεις και μικρούς συνεταιρισμούς	Κατάλληλο για μεγαλύτερες εκμεταλλεύσεις και αγροτικές επιχειρήσεις
Πτήση UAV	Πτήση με ενοικίαση UAV
Τεχνική υποστήριξη σε εργάσιμες ώρες	Τεχνική υποστήριξη όλο το 24ωρο
Ανίχνευση ασθενειών	Ανίχνευση ασθενειών
Εγκατάσταση και παραμετροποίηση αισθητήρων	Εγκατάσταση και παραμετροποίηση αισθητήρων
Web και εφαρμογή για φορητές συσκευές	Web και εφαρμογή για φορητές συσκευές
Δυνατότητα αποθήκευσης απεριόριστων δεδομένων στο cloud	Δυνατότητα αποθήκευσης απεριόριστων δεδομένων στο cloud
ΔΩΡΕΑΝ δοκιμή 30 ημερών	Δυνατότητα περαιτέρω προσαρμογής του πακέτου στις ανάγκες του πελάτη
-	Δυνατότητα παρακολούθησης ειδικών σεμιναρίων εκπαίδευσης
-	Προσωποποιημένη υποστήριξη
-	ΔΩΡΕΑΝ δοκιμή 2 μηνών
ΤΙΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ 4.132,81 € 344,40 € /μήνα	ΤΙΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ 4.546,09€ 378,84 € /μήνα

Όπως βλέπουμε και στους παραπάνω πίνακες η διαφορά τιμών μεταξύ των πακέτων είναι εμφανής. Αυτό προκύπτει από τον στόχο του MARS να προσφέρει πακέτα υπηρεσιών προσαρμοσμένα όσο το δυνατόν περισσότερο στις ανάγκες του κάθε αγρότη, με αποτέλεσμα τα περιεχόμενα των πακέτων να διαφέρουν ανά περίπτωση και συνεπώς διαμορφώνοντας την τελική τιμή ολόκληρου του πακέτου.

Κεφάλαιο Πέμπτο

5.1 Τεχνοοικονομική μελέτη

Οι τεχνοοικονομικές μελέτες αποτελούν την έρευνα και την ανάλυση ενός προτεινόμενου επιχειρηματικού εγχειρήματος και καθορίζουν τις δυνατότητες επιτυχίας του. Οι μελέτες αυτές αναπτύσσουν μία ολοκληρωμένη πρόταση η οποία περιλαμβάνει την περιγραφή της υπηρεσίας - προϊόντος για την δημιουργία του τελικού προϊόντος και την οικονομική ανάλυση των στοιχείων της.

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να προσδιοριστούν οι παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την επιτυχή λειτουργία μιας επιχείρησης που προσφέρει λύσεις γεωργίας ακριβείας και περιλαμβάνει ένα αριθμό στρεμμάτων που εξυπηρετούνται ετησίως, την τιμολόγηση των υπηρεσιών, και πολλούς άλλους παράγοντες. Έτσι, πραγματοποιείται η ανάπτυξη ενός οικονομικού μοντέλου που εφαρμόζεται στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος MARS με σκοπό την καλύτερη διαχείριση των εκτάσεων με εφαρμογή τεχνικών έξυπνης γεωργίας. Το μοντέλο αυτό επεκτείνεται στο να υπολογίζει την αξία των ερευνητικών πληροφοριών που παρέχονται από ερευνητές γεωργίας ακριβείας καθώς και την οικονομικότητα των εφαρμογών τους. Στους σκοπούς του προγράμματος περιλαμβάνεται πέραν από την δημιουργία λύσεων και πακέτων γεωργίας ακριβείας και η καθ' αυτού ανάπτυξη του σαν επιχειρηματικό εγχείρημα, η επέκταση των εγκαταστάσεων του, η αύξηση του πελατολογίου του και συνεπώς η αύξηση των εσόδων του.

5.2 Περιγραφή παρούσας κατάστασης

Δεδομένης της αβεβαιότητας όσον αφορά τη ζήτηση για υπηρεσίες γεωργίας ακριβείας στον ελλαδικό χώρο, θα ήταν ωφέλιμο ένας δυνητικός ιδιοκτήτης επιχείρησης να εισέλθει στην αγορά αυτή με τη μικρότερη δυνατή δαπάνη κεφαλαίου, αλλά να είναι σε θέση να εκτελέσει τις απαραίτητες υπηρεσίες. Έχοντας αυτό υπόψη, οι υπηρεσίες που θα μπορούσαν να προσφερθούν περιλαμβάνουν δειγματοληψία εδάφους και χαρτογράφηση χωραφιού με την χρήση σύντομων πτήσεων drone, κατασκευή βάσεων δεδομένων, εγκατάσταση και συντήρηση εξοπλισμού.

Το πρόγραμμα MARS, όπως προαναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, πραγματοποιείται στα πλαίσια της δράσης εθνικής εμβέλειας “ΕΡΕΥΝΩ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ” και συμμετέχουν τα πανεπιστημιακά ιδρύματα Δυτικής Μακεδονίας, το Πολυτεχνείου Κρήτης, οι συνεταιρισμοί, Βελβεντού ΑΣΕΠΟΠ και ο αγροτικός συνεταιρισμός Γρεβενών καθώς και οι επιχειρήσεις AGROSENSE & GEOSSENSE. Το έργο MARS μέχρι και την ολοκλήρωση του προγράμματος θα παραμείνει στις εγκαταστάσεις των πανεπιστημιακών κτιρίων για την έρευνα και την ανάπτυξη των λύσεων γεωργίας ακριβείας αλλά στην συνέχεια θα μεταφερθεί σε αυτόνομες εγκαταστάσεις. Σκοπός των εταιρών που συμμετέχουν θα είναι η δημιουργία ενός εταιρικού

σχήματος αξιοποίησης με στόχο τόσο την διερεύνηση νέων καλλιεργειών όσο και του πελατολογίου της.

Τα βήματα που πρέπει να ληφθούν για να εξεταστεί η σκοπιμότητα της λειτουργίας μιας τέτοιας επιχείρησης γεωργίας ακριβείας είναι να προσδιοριστούν πρώτα οι κύριες επιχειρηματικές λειτουργίες της επιχείρησης. Στην συνέχεια θα πρέπει να καθοριστεί εάν υπάρχει επαρκής διαθέσιμη αγορά έτσι ώστε να λειτουργήσει, με άλλα λόγια θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια έρευνα αγοράς σε ο,τι αφορά τη ζήτηση ανάλογων λύσεων έξυπνης γεωργίας. Τέλος να διεξαχθεί μια οικονομική ανάλυση έτσι ώστε να καθοριστεί το ύψος των ετήσιων αυξήσεων που είναι απαραίτητες για την ορθή λειτουργία της, ποιες υπηρεσίες και ποιο το εύρος τιμών θα παρέχονται και τέλος ποιο το ύψος του χρηματικού ποσού θα μπορούσε να δανειστεί έτσι ώστε να λειτουργεί με επιτυχία.

5.3 Ανάλυση SWOT

Με τον όρο ανάλυση SWOT αναφερόμαστε στην τεχνική στρατηγικού σχεδιασμού που χρησιμοποιείται για να βοηθήσει ένα άτομο ή έναν οργανισμό να εντοπίσει τα πλεονεκτήματα, τις αδυναμίες, τις ευκαιρίες και τις απειλές που σχετίζονται με τον ανταγωνισμό των επιχειρήσεων ή τον προγραμματισμό των σχεδίων. Σκοπός του είναι να διευκρινίσει τους στόχους του επιχειρηματικού εγχειρήματος ή του σχεδίου και να προσδιορίσει τους εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες που είναι ευνοϊκοί και δυσμενείς για την επίτευξη των στόχων αυτών [41].

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται μερικά από τα δυνατά και αδύναμα σημεία της έξυπνης γεωργίας καθώς και οι ευκαιρίες και οι απειλές που προκαλούνται από εξωτερικό παράγοντα. Στα δυνατά της συγκαταλέγονται οι λόγοι που θα οδηγήσουν έναν αγρότη ή αγροτική επιχείρηση να υιοθετήσει αντίστοιχες λύσεις έξυπνης γεωργίας. Η αύξηση της παραγωγής με την ταυτόχρονη βελτίωση της ποιότητας παραγωγής χωρίς τη συνεχή φυσική παρουσία του αγρότη είναι αναμφίβολα ένα από τα δυνατά σημεία της γεωργίας ακριβείας. Σε αυτά θα μπορούσε να προστεθεί επίσης και η μείωση του χημικού αποτυπώματος στο περιβάλλον καθώς μειώνεται η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και άλλων γεωργικών φαρμάκων με αποτέλεσμα την προστασία του περιβάλλοντος. Εν αντιθέσει με τα δυνατά σημεία της, υπάρχουν και μερικοί παράγοντες που εντάσσονται στην κατηγορία των αδύναμων σημείων όπως για παράδειγμα το υψηλό κόστος εξοπλισμού που είναι απαραίτητος για την εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας σε αυτό συμβάλλει και η μικρή αγορά προμηθευτών στην χώρα κάτι που οδηγεί σε μονοπώλια και συνεπώς στην αύξηση των τιμών μεταπώλησης. Ένας ακόμα παράγοντας που συγκαταλέγεται στα αδύναμα σημεία είναι και η έλλειψη των απαραίτητων γνώσεων έξυπνης γεωργίας από τους Έλληνες παραγωγούς. Υπάρχουν όμως αρκετές ευκαιρίες στην εφαρμογή μεθόδων έξυπνης γεωργίας που αξίζει να αναφερθούν όπως για παράδειγμα, η δημιουργία νέων τεχνολογιών επιφέρει και την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Παρά όλες τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει ο χώρος αυτός στην Ελλάδα, γίνονται προσπάθειες με κάποια επιδοτούμενα προγράμματα, όπως το MARS, να αυξηθεί η

δημοτικότητα της καθώς επίσης και να εφαρμοστεί η προώθηση με αποτέλεσμα να συμβάλλει σημαντικά στην τεχνολογική πρόοδο της χώρας στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και τέλος, ο απομακρυσμένος έλεγχος θα δώσει λύσεις σε πολλές έκτακτες ανάγκες.

ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΑΔΥΝΑΜΑ ΣΗΜΕΙΑ
Αύξηση της ποιότητας παραγωγής	Υψηλό κόστος εξοπλισμού
Αύξηση της ποσότητας παραγωγής	Έλλειψη απαραίτητων γνώσεων από τους Έλληνες αγρότες
Μείωση χημικού αποτυπώματος στο περιβάλλον	Μικρή αγορά προμηθευτών στην χώρα
Μείωση αλόγιστης χρήσης φυσικών πόρων	Μη διαδεδομένη εφαρμογή ανάλογων τεχνικών στον ελλαδικό χώρο
Δυνατότητα καλύτερου ελέγχου εκτάσεων	
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας	Κλιματική αλλαγή
Επιδότησεις	Οικονομική κρίση
Δημιουργία νέων τεχνολογιών	Πιθανή διακοπή επιδοτήσεων
Καλύτερη διαχείριση εκτάσεων	Μείωση ενδιαφέροντος σε συγκεκριμένες καλλιέργειες
Αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών	

5.4 Ανθρώπινο δυναμικό

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το ερευνητικό πρόγραμμα MARS υλοποιείται στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΕΡΕΥΝΩ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ που συνεργάζονται δυο πανεπιστημιακά ιδρύματα, δυο εταιρείες και δυο αγροτικοί συνεταιρισμοί. και έτσι αποτελείται από προσωπικό που ήδη εργάζεται σε αυτά. Οι μελλοντικοί στόχοι του προγράμματος όμως το θέλουν να λειτουργεί ανεξάρτητα και αυτόνομα απο τις πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις, κάτι που συνεπάγεται και με την αύξηση του ανθρώπινου δυναμικού που θα απασχολείται σε αυτό. Μετά το πέρας της χρηματοδότησης και τη λήξη του προγράμματος τον Ιούλιο του 2021 έχει ως στόχο την δημιουργία ενός εταιρικού σχήματος αξιοποίησης τύπου spin off.

Το ανθρώπινο δυναμικό σε μια επιχείρηση ή έναν οργανισμό αποτελεί κινητήρια δύναμη για την υλοποίηση και την επίτευξη των στόχων τους. Έτσι ένας από τους στόχους είναι η απασχόληση περίπου 10 με 30 εργαζομένων εκ των οποίων ένα υψηλό ποσοστό 70% θα προέρχεται από εξειδικευμένους τομείς ανώτατης εκπαίδευσης όπως ο τομέας της Πληροφορικής, αλλά και άλλων επιστημονικών κλάδων όπως της Γεωπονικής, της Γεωλογίας και της Βιολογίας. Στο ανθρώπινο δυναμικό που θα προσληφθεί θα περιλαμβάνεται και το ακαδημαϊκό προσωπικό δηλαδή, υποψήφιοι διδάκτορες και μεταδιδάκτορες καθώς και προσωπικό ήδη καταρτισμένο στους συγκεκριμένους τομείς. Η προσέλκυση και η επιλογή εργαζομένων με υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης και εξειδίκευσης, η προσφορά του κατάλληλου εργασιακού περιβάλλοντος και η δια βίου μάθηση σε κάθε εργαζόμενο, με την πραγματοποίηση σεμιναρίων ή ειδικών μαθημάτων για την απόκτηση οποιασδήποτε εξειδίκευσης όπου απαιτείται, ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε θέσης και του τομέα εργασίας, αποτελούν προτεραιότητα. Η συνεργασία με διάφορα πανεπιστήμια της χώρας αποσκοπεί στην συνεργασία με ακόμα περισσότερα, και θα δίνεται η δυνατότητα πρακτικής άσκησης στους φοιτητές τους.

Η κατανομή των εργαζομένων μπορεί να γίνει σε διάφορους τομείς ανάλογα με την ειδικότητα του καθενός.

Υπεύθυνος Λογιστηρίου

- ❖ Απασχόληση ατόμου με ειδικότητα λογιστή ως υπεύθυνος λογιστηρίου.
- ❖ Ανάλυση των οικονομικών στοιχείων της επιχείρησης από οικονομολόγο .

Ερευνητική Ομάδα

- ❖ Έρευνα και εύρεση νέων τεχνολογιών.
- ❖ Βελτίωση των ήδη υπαρχόντων τεχνολογιών

Γεωπόνος

- ❖ Ανάλυση και ερμηνεία των στοιχείων που συλλέγονται καθώς επίσης συμβολή στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.
- ❖ Επίβλεψη του χώρου τόσο πριν την εγκατάσταση του συστήματος όσο και μετέπειτα.

Data analyst

- ❖ Συλλογή και αποθήκευση δεδομένων για αριθμούς πωλήσεων, έρευνα αγοράς, logistics κ.α.
- ❖ Παροχή τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης για την διασφάλιση της ποιότητας και της ακρίβειας αυτών των δεδομένων
- ❖ Επεξεργασία, σχεδιασμός και παρουσίαση τρόπων έτσι ώστε οι άνθρωποι, οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί να λάβουν καλύτερες αποφάσεις

Digital analyst

- ❖ Ανάλυση στατιστικών στοιχείων και αναζήτηση τρόπων με τους οποίους η εταιρεία μπορεί να βελτιώσει τις διαδικτυακές της προσπάθειες μάρκετινγκ.
- ❖ Διαφημίσεις στα κοινωνικά μέσα, διαφημίσεις banner ιστότοπου και την επωνυμία στο διαδίκτυο.

Υπεύθυνος ποιότητας

- ❖ Έλεγχος όλων των σταδίων παραγωγής
- ❖ Αξιολόγηση τελικού προϊόντος έτσι ώστε να συναντά τις προσδοκίες του πελάτη.

Web developer

- ❖ Υπεύθυνος για την κωδικοποίηση, το σχεδιασμό και τη διάταξη ενός ιστότοπου σύμφωνα με τις προδιαγραφές μιας εταιρείας.
- ❖ Απαιτείται ένα ορισμένο επίπεδο γραφιστικής και προγραμματισμού υπολογιστών.
- ❖ Βοήθεια με τη συντήρηση του ιστότοπου της εταιρείας όταν αυτός δημιουργηθεί .

Marketing

- ❖ Αύξηση του πελατολογίου της επιχείρησης.
- ❖ Αύξηση των εσόδων της επιχείρησης.

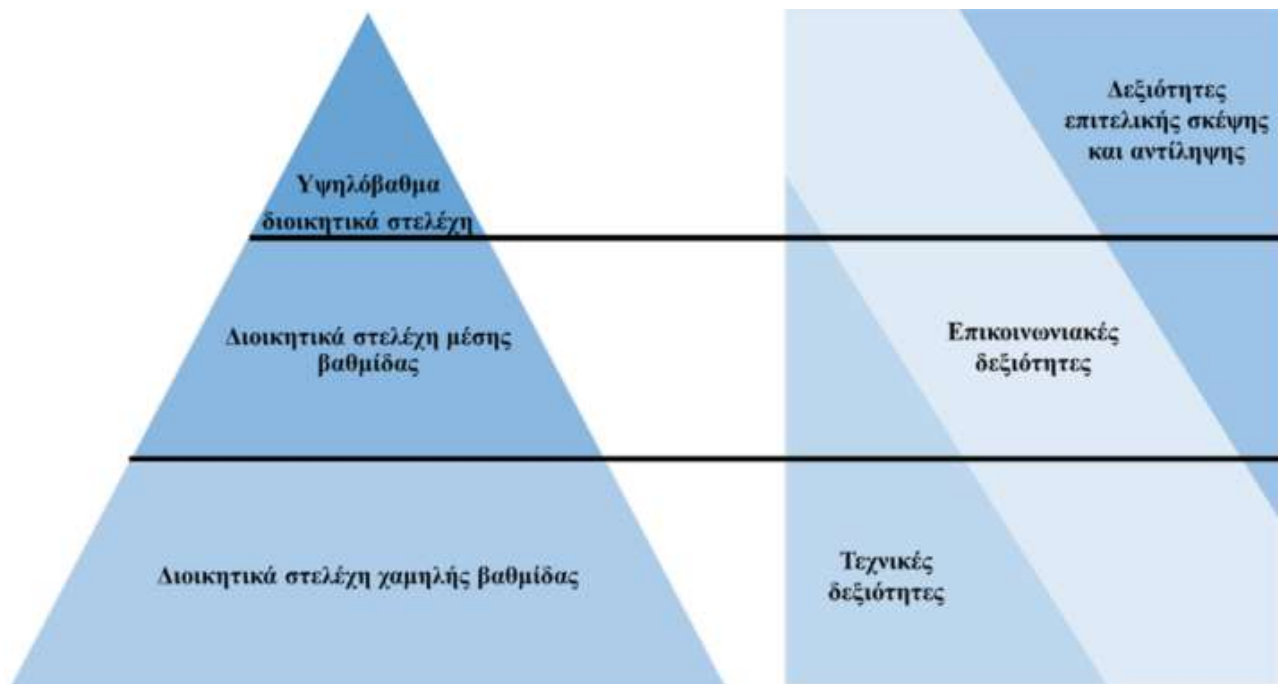
Το διοικητικό κομμάτι της επιχείρησης θα χωρίζεται βάσει των δεξιοτήτων που διαθέτουν οι εργαζόμενοι σε αυτές σύμφωνα με τον Robert L. Katz (1974) [42]. Ο διαχωρισμός αυτός θα διακρίνεται σε τρεις βαθμίδες. Πιο αναλυτικά, η χαμηλότερη βαθμίδα θα αποτελείται από διοικητικά στελέχη με τεχνικές δεξιότητες. Οι τεχνικές δεξιότητες, περιλαμβάνουν τη χρήση εξειδικευμένων γνώσεων και τεχνογνωσίας στην εκτέλεση εργασιών και έργων. Παραδείγματα αυτών των δεξιοτήτων είναι η μηχανική, ο προγραμματισμός ηλεκτρονικών υπολογιστών, και η λογιστική. Επιπλέον, οι τεχνικές δεξιότητες σχετίζονται συνήθως με «πρακτικές» εργασίας, διαδικασίες ή φυσικά αντικείμενα.

Στην επόμενη, μέση βαθμίδα θα απασχολούνται διοικητικά στελέχη με κύριο στοιχείο τους τις επικοινωνιακές δεξιότητες. Οι επικοινωνιακές δεξιότητες είναι εκείνες που χτίζουν τη συνεργασία μέσα στην ομάδα που διοικεί το εκάστοτε στέλεχος. Αυτές περιλαμβάνουν τη συνεργασία, τις συμπεριφορές και την επικοινωνία σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο, που σε συνολικό επίπεδο αποτελούν τη συνεργασία του διοικητικού στελέχους με τους ανθρώπους.

Τέλος, στην ανώτερη βαθμίδα θα απασχολούνται τα υψηλόβαθμα στελέχη με δεξιότητες επιτελικής σκέψης και αντίληψης. Οι δεξιότητες επιτελικής σκέψης και αντίληψης περιλαμβάνουν την ικανότητα του στελέχους να βλέπει την οργάνωση ως σύνολο. Ένας διευθυντής με τέτοιου είδους δεξιότητες είναι σε θέση να κατανοήσει πώς οι διάφορες λειτουργίες του οργανισμού

συμπληρώνουν η μια την άλλη, πώς η οργάνωση αλληλεπιδρά με το περιβάλλον της και πώς οι αλλαγές σε ένα μέρος του οργανισμού μπορεί να έχουν επιπτώσεις στον υπόλοιπο οργανισμό.

Στην εικόνα που ακολουθεί βλέπουμε την ιεραρχία των διοικητικών βαθμίδων:



Εικόνα 42: Οι δεξιότητες που είναι αναγκαίες στα διαφορετικά επίπεδα διοικητικών στελεχών
Πηγή: (ΕΜΠ (2015), Οργάνωση και Διοίκηση Επιχειρήσεων για Μηχανικούς)

Καθώς ένα στέλεχος κινείται από βαθμίδες διοίκησης χαμηλότερου επιπέδου σε αντίστοιχες ανώτερου επιπέδου, οι δεξιότητες επιτελικής σκέψης και αντίληψης αποκτούν μεγαλύτερη σημασία και αντίστροφα οι τεχνικές δεξιότητες γίνονται λιγότερο σημαντικές (Εικόνα 39). Αυτό συμβαίνει διότι τα διοικητικά στελέχη κατά την εξέλιξή τους σε έναν οργανισμό ασχολούνται όλο και λιγότερο με εργασίες που σχετίζονται με την παραγωγική δραστηριότητα ή τεχνικούς τομείς, καθώς συμμετέχουν περισσότερο στην καθοδήγηση του οργανισμού ως σύνολο. Ωστόσο, επικοινωνιακές δεξιότητες είναι εξαιρετικά σημαντικές στη διοικητική λειτουργία και επομένως αποτελούν τον κοινό παρονομαστή όλων των επιπέδων διοίκησης.

5.5 Ανάλυση κόστους επένδυσης

Για την δημιουργία και στην συνέχεια την διατήρηση μια εταιρείας ή ενός οργανισμού χρειάζεται και ο υπολογισμός του ύψους μια πάγιας επένδυσης έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες της και να εξασφαλίζεται η συνέχιση της λειτουργίας της. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση δεικτών. Ένας από αυτούς είναι και ο δείκτης κόστους, στον οποίο περιλαμβάνονται τα οικονομικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του κόστους όπως για παράδειγμα, οι τιμές

των υλικών, η ενοικίαση ή αγορά των εγκαταστάσεων, τα άυλα πάγια καθώς και τα απρόβλεπτα έξοδα. Ο δείκτης κόστους μεταβάλλεται χρονικά και έτσι χρησιμοποιείται για την αναγωγή των δεδομένων στο χρόνο που γίνεται η μελέτη.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα έξοδα για την εγκαθίδρυση της εταιρείας. Πιο αναλυτικά περιλαμβάνεται το κόστος για την αγορά εξοπλισμού δηλαδή το ποσό δημιουργίας ενός data center εξοπλισμένου με υπολογιστές και μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας την αγορά αισθητήρων και το κόστος για την αγορά των απαραίτητων επίπλων όπως για παράδειγμα γραφείων, καρεκλών κ.α . Στα άυλα πάγια συμπεριλαμβάνονται τα έξοδα τα οποία διατίθενται για την έρευνα και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και επειδή πρόκειται για μια εταιρεία που βασίζεται στον τομέα της έρευνας το κεφάλαιο που θα επενδυθεί θα είναι αρκετά μεγάλο. Όσον αφορά την διάθεση των κτιριακών εγκαταστάσεων δηλαδή, η μέση τιμή ενοικίου για ένα γραφείο 120 τ.μ στην πόλη της Κοζάνης κυμαίνεται στα 550€ / μήνα. Τέλος στα απρόβλεπτα έξοδα συμπεριλαμβάνονται τα ποσά που θα προκύψουν από την ίδρυση της εταιρείας και αυτά καταλαμβάνουν το 5% δαπανών παγίων στοιχείων.

ΚΟΣΤΗ	ΠΟΣΟ
Αγορά εξοπλισμού	15.800€
Ενοικίαση Κτιρίου	6.600€ / έτος
Αγορά επίπλων	20.000€
Ανακαίνιση	7.000€
Λοιπός εξοπλισμός	9.000€
Άυλα πάγια	65.000€
Σύνολο:	123.400€
Απρόβλεπτα έξοδα 5% επι του συνόλου	6.170€
Συνολικό ποσό	129.570€

Ο πιο ασφαλής τρόπος για την εκτίμηση κόστους είναι οι προσφορές των προμηθευτών εξοπλισμού και που μπορεί να υλοποιηθεί με την πραγματοποίηση μιας έρευνας αγοράς, που έχει ως αποτέλεσμα την συλλογή διαφόρων προσφορών για κάθε τομέα ενδιαφέροντος.

5.6 Έρευνα αγοράς

Για την απόκτηση του απαραίτητου εξοπλισμού κάθε εταιρεία πρέπει να βρει τον καταλληλότερο προς εκείνη προμηθευτή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί άμεσα με την πραγματοποίηση μιας έρευνας ή αλλιώς έρευνας αγοράς. Η έρευνα αγοράς ορίζεται ως η κάθε οργανωμένη προσπάθεια συλλογής πληροφοριών που σχετίζεται με τις ανάγκες μιας συγκεκριμένης αγοράς στόχου, το μέγεθος της, αλλά και με τις ανταγωνιστικές επιχειρήσεις που παρέχουν το αντικείμενο ή υπηρεσία ενδιαφέροντος.

Στην περίπτωση μας, το πρόγραμμα MARS μετά από πραγματοποίηση ανάλογης έρευνας συνεργάζεται με αρκετές εταιρείες διαφορετικού περιεχομένου. Για την αγορά των ειδικών αισθητήρων που χρησιμοποιούνται καθώς επίσης και όλου του συναφή εξοπλισμού επέλεξε την εταιρεία Libelium για την προμήθευσή τους. Η εταιρεία αυτή επιλέχθηκε διότι ανάμεσα στις υπόλοιπες που ερευνήθηκαν παρέχει τον πιο ανθεκτικό εξοπλισμό καθώς και την μεγαλύτερη ποικιλία των αισθητήρων που απαιτούνται. Για την αγορά των πολυφασματικών αισθητήρων καθώς και των μη επανδρωμένων αεροσκαφών (drone) επιλέχθηκε η εταιρεία Geosense, παρέχοντας και αυτή με την σειρά της τον απαιτούμενο εξοπλισμό σε προσιτές τιμές σε σύγκριση με άλλες αντίστοιχες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ίδιο κλάδο. Η Geosense έχει ως έδρα την Ελλάδα με αποτέλεσμα να ενισχυεται η ελληνική αγορά που στο συγκεκριμένο τομέα οι επιλογές είναι αρκετά περιορισμένες.

5.7 Προβλέψεις εσόδων

Πρωταρχικός στόχος κάθε εταιρείας, οργανισμού και επιχειρηματικού προγράμματος είναι η αύξηση των εσόδων τους. Σε αυτό εμπλέκονται αρκετοί παράγοντες όπως για παράδειγμα η αύξηση των πωλήσεων, η επέκτασή τους σε νέες αγορές, η αύξηση του πελατολογίου τους, η μείωση των εξόδων τους κ.α. Το πρόγραμμα MARS παρέχει πακέτα που καλύπτουν τη μεγαλύτερη γκάμα αναγκών των δυνητικών πελατών του. Στον πρώτο χρόνο λειτουργίας του προγράμματος ως ανεξάρτητη επιχείρηση στόχος είναι η πώληση 5 πακέτων γεωργίας ακριβείας, τα οποία θα προέρχονται από καλλιέργειες που έχουν πραγματοποιηθεί ήδη από το πιλοτικό της πρόγραμμα (σιτηρά, ροδάκινα) καθώς έχει δημιουργηθεί και το μοντέλο ανίχνευσης ασθενειών στις καλλιέργειες αυτές. Μελλοντικά, στόχος του ερευνητικού τμήματος της εταιρείας είναι η επέκταση του μοντέλου ανίχνευσης και σε άλλες καλλιέργειες άρα και η επέκταση σε άλλες καλλιέργειες. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί από τον δεύτερο χρόνο λειτουργίας της εταιρείας. Έτσι, τα προβλεπόμενα έσοδα της επιχείρησης κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας της θα προέρχονται από τους ήδη υπάρχοντες πελάτες δηλαδή, από καλλιέργειες σιτηρών και ροδακίων. Πιο αναλυτικά για την καλλιέργεια των ροδακίων έχει ως στόχο την πώληση 2 πακέτων (ένα από την εκάστοτε κατηγορία) και αντίστοιχα 3 πακέτα από την καλλιέργεια σιτηρών, καθώς οι παραγωγοί είναι περισσότεροι και οι εκτάσεις είναι μεγαλύτερες. Από τον δεύτερο χρόνο λειτουργίας της και έπειτα,

η επιχείρηση προσβλέπει στην επέκταση του πελατολογίου της και συνεπώς στην δημιουργία εσόδων από άλλες καλλιέργειες όπως για παράδειγμα, καλλιέργεια αμπελιού, καλλιέργεια ακτινιδίου και μήλου, οι οποίες γνωρίζουν σημαντική ανάπτυξη στον ελλαδικό χώρο. Στον τρίτο χρόνο λειτουργίας προβλέπεται να έχει νομιμοποιηθεί η καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης και έτσι το πρόγραμμα MARS στοχεύει στην επέκταση του και σε αυτήν τη καλλιέργεια με την πώληση 2 πακέτων όπως επίσης και η πιλοτική δοκιμή του σε καλλιέργειες κερασιού.

Καλλιέργειες	2021	2022	2023	2024	METABΟΛΗ %
Ροδάκινα	€12,832.28	€19,553.95	€32,386.23	€46,440.63	161.40%
Σιτηρά	€13,224.99	€22,317.17	€22,317.17	€35,128.88	126.16%
Αμπέλι		€18,942.89	€31,775.17	€37,885.78	86.97%
Φαρμ. Κάνναβη			€8,265.62	€17,357.80	110.00%
Ακτινίδια		€19,553.95	€32,386.23	€45,829.57	107.13%
Μήλα		€6,721.67	€13,443.34	€26,275.62	195.45%
Κεράσια			€12,221.22	€18,331.83	50.00%
ΣΥΝΟΛΟ	€26,057.27	€87,089.63	€152,794.98	€227,250.11	€493,191.99

Για τον υπολογισμό των τιμών του παραπάνω πίνακα χρησιμοποιήθηκαν προσεγγιστικά στοιχεία που συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές. Αναλυτικότερα, για τον υπολογισμό των πακέτων που θα πουληθούν κατά το πρώτο έτος και τον καταμερισμό τους πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω υπολογισμοί με τιμές πακέτων 6.110,61 € και 4.132,81 € για το STANDARD πακέτο και 6.721,67€ και 4.546,09 € για το PREMIUM:

2021			
Καλλιέργεια	Πακέτα	Τιμή	Σύνολο
Ροδάκινα	1	€6,721.67	€12,832.28
	1	€6,110.61	
Σιτηρά	2	€4,546.09	€13,224.99
	1	€4,132.81	
Σύνολο			€26,057.27

Αντιστοίχως για τον δεύτερο χρόνο λειτουργίας το MARS στοχεύει στην επέκταση σε νέες αγορές έτσι εισάγονται οι καλλιέργειες του αμπελιού των ακτινιδίου και του μήλου έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

2022			
Καλλιέργειες	Πακέτα	Τιμή	Σύνολο
Ροδάκινα	2	€6,721.67	€19,553.95
	1	€6,110.61	
Σιτηρά	4	€4,546.09	€22,317.17
	1	€4,132.81	
Αμπέλι	1	€6,721.67	€18,942.89
	2	€6,110.61	
Ακτινίδια	2	€6,721.67	€19,553.95
	1	€6,110.61	
Μήλα	1	€6,721.67	€6,721.67
Σύνολο			€87,089.63

Στον τρίτο χρόνο λειτουργίας προβλέπεται αύξηση πωλήσεων στις ήδη υπάρχουσες καλλιέργειες όπως επίσης και δοκιμαστική εφαρμογή πακέτων έξυπνης γεωργίας σε καλλιέργειες φαρμακευτικής κάνναβης, μιας αρκετά υποσχόμενης καλλιέργειας καθώς επίσης πωλήσεις πακέτων σε καλλιέργειες κερασιού. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα προβλεπόμενα έσοδα μετά την είσοδο των δύο νέων καλλιεργειών.

2023			
Καλλιέργειες	Πακέτα	Τιμή	Σύνολο
Ροδάκινα	3	€6,721.67	€32,386.23
	2	€6,110.61	
Σιτηρά	4	€4,546.09	€22,317.17
	1	€4,132.81	
Αμπέλι	2	€6,721.67	€31,775.17
	3	€6,110.61	
Ακτινίδια	3	€6,721.67	€32,386.23
	2	€6,110.61	
Μήλα	2	€6,721.67	€13,443.34
Κεράσια	2	€6,110.61	€12,221.22

Φαρμ. Κάνναβη	2	€4,132.81	€8,265.62
Σύνολο			€152,794.98

Για τον τέταρτο χρόνο λειτουργίας της εταιρείας ο πίνακας προβλεπόμενων εσόδων θα διαμορφωθεί ως εξής:

2024			
Καλλιέργειες	Πακέτα	Τιμή	Σύνολο
Ροδάκινα	6	€6,721.67	€46,440.63
	1	€6,110.61	
Σιτηρά	5	€4,546.09	€35,128.88
	3	€4,132.81	
Αμπέλι	2	€6,721.67	€37,885.78
	4	€6,110.61	
Ακτινίδια	5	€6,721.67	€45,829.57
	2	€6,110.61	
Μήλα	3	€6,721.67	€26,275.62
	1	€6,110.61	
Κεράσια	3	€6,110.61	€18,331.83
Φαρμ. Κάνναβη	2	€4,546.09	€17,357.80
	2	€4,132.81	
Σύνολο			€227,250.11

Μετά το πέρας των 4 χρόνων λειτουργίας και την εισαγωγή των δυνητικών καλλιεργειών στόχος της εταιρείας είναι η διατήρηση των εσόδων και η σταδιακή αύξηση τους με νέες μελέτες και εφαρμογές και σε άλλες καλλιέργειες.

Τα έσοδα αυτά μπορούν να επιτευχθούν με την συνεργασία της εταιρείας με διάφορους αγροτικούς συνεταιρισμούς στην χώρα μας. Ήδη υπάρχει συνεργασία με τον συνεταιρισμό ΑΣΕΠΟΠ Βελβεντού για την καλλιέργεια ροδάκινου και τον Αγροτικό Συνεταιρισμό Γρεβενών για την καλλιέργεια σιτηρών. Μελλοντικές συμβάσεις μπορούν να γίνουν και με συνεταιρισμούς ιδίου ή και μεγαλύτερου μεγέθους. Μερικοί από αυτούς είναι:

- ❖ **A.Σ Νέστος:** Ο αγροτικός συνεταιρισμός Νέστος ιδρύθηκε το 1988 με έδρα την Καβάλα έχει κύρια καλλιέργεια το σπαράγγι, τα τελευταία χρόνια όμως έχει δυναμική παρουσία σε καλλιέργειες όπως το ροδάκινο, το ακτινίδιο, το νεκταρίνι, και το δαμάσκηνο. Ο “Α.Σ. ΝΕΣΤΟΣ” κατάφερε να αποκτήσει αναγνωρισιμότητα στις διεθνείς αγορές με την ποιότητα των προϊόντων του. Διαθέτοντας άριστες συνθήκες περιβάλλοντος καθώς η περιοχή στην οποία δραστηριοποιείται είναι προστατευόμενη από τη συνθήκη RAMSAR. Μια πιθανή συνεργασία με τον εν λόγω συνεταιρισμό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί αρκετά προσοδοφόρα καθώς τα πακέτα του MARS καλύπτουν τις ανάγκες της παραγωγής των προϊόντων του και επιπλέον εξασφαλίζουν τα πρότυπα ποιότητας που είναι απαραίτητα βοηθώντας έτσι στην αύξηση της παραγωγής και παράλληλα στη διατήρηση της υψηλής ποιότητας των προϊόντων.
- ❖ **COOP MESSI:** Ο αγροτικός συνεταιρισμός Μέσσης είναι ένας από τους πιο δυναμικούς και ταχέως αναπτυσσόμενους συνεταιρισμούς στην Ελλάδα. Με προνομιακή θέση στον κάμπο της Ημαθίας, ο συνεταιρισμός έχει αποκτήσει τεράστια εμπειρία και τεχνογνωσία όχι μόνο στην παραγωγή αλλά και στην εξαγωγή προϊόντων υψηλών προδιαγραφών και άριστης ποιότητας. Με 450 μέλη και 550.000 δέντρα φρούτων ο συνεταιρισμός έχει αναδειχθεί από τους μεγαλύτερους στη χώρα. Με καλλιέργειες όπως το ροδάκινο το νεκταρίνι το ακτινίδιο το κεράσι το μήλο κ.α, ο αγροτικός συνεταιρισμός MESSI αποτελεί ιδανικό μελλοντικό πελάτη του MARS για πώληση πακέτων τόσο για τις ήδη υπάρχουσες καλλιέργειες όσο και δοκιμαστικά για νέες καλλιέργειες όπως το μήλο και το ακτινίδιο.
- ❖ **A.Σ Κίσαβος:** Ο αγροτικός συνεταιρισμός Κίσαβος ιδρύθηκε το 2012 από μια ομάδα 21 παραγωγών στην Αγία Λάρισα. Τα κύρια προϊόντα που παραγονται είναι το μήλο, το κεράσι και τα κάστανα. Η συνολικής ιδιοκτησία καλλιεργήσιμης γης ανέρχεται σε 3.500 τόνους μήλα, 3000 τόνους κεράσια και 100 τόνους κάστανα. Ο συνεταιρισμός έχει επιδείξει μεγάλη εμπορική δραστηριότητα με παρουσία τόσο στην εγχώρια αγορά όσο και σε αγορές του εξωτερικού. Σήμερα είναι από τις πιο δυναμικές επιχειρήσεις της περιοχής και σχεδιάζει να αναπτυχθεί αυξάνοντας τις ιδιόκτητες καλλιεργήσιμες εκτάσεις και τη συνολική παραγωγή ενώ παράλληλα φιλοδοξεί να επεκταθεί και σε νέες αγορές.
- ❖ **ΘΕΣγη :** Ο Συνεταιρισμός ΘΕΣγη ιδρύθηκε το 2013 από μια ομάδα αγροτών. Η έδρα του βρίσκεται στην Λάρισα και οι δραστηριότητες του εκτείνονται σε όλη την γεωγραφική περιοχή της Θεσσαλίας. Ο ΘΕΣγη αποτελείται από 54 μέλη έχοντας στη διάθεση του πάνω από 25.000 στρέμματα καλλιεργήσιμης έκτασης. Μία από τις κύριες δραστηριότητες του Συνεταιρισμού είναι οι εκτατικές καλλιέργειες με την μεγαλύτερη έκταση να καταλαμβάνουν τα δημητριακά. Τα μέλη του Συνεταιρισμού που αποτελούν την Ομάδα Παραγωγών Δημητριακών, καλλιεργούν σκληρό-μαλακό σιτάρι, κριθάρι και καλαμπόκι. Το MARS ήδη συνεργάζεται με τον συνεταιρισμό Γρεβενών για καλλιέργειες σιτηρών, έτσι μια

συνεργασία με τον εν λόγω συνεταιρισμό μπορεί να αποδειχθεί μια αρκετά προσοδοφόρα επέκταση.

- ❖ **Gerania Wines:** Ο Αμπελουργικός Συνεταιρισμός Μεγάρων - Gerania Winery ιδρύθηκε το 1908 και είναι ο πρώτος συνεταιρισμός που συστάθηκε στην Ελλάδα. Ο αμπελώνας των Μεγάρων εκτείνεται από τους πρόποδες του όρους Γεράνεια και ανεβαίνει σε ένα υψόμετρο περίπου στα 350 μετρα. Το μικροκλίμα και η γεωγραφική έκταση των αμπελώνων συντελούν στην ποιοτική διαμόρφωση και το χαρακτήρα των τοπικών οίνων.
- ❖ **Κτήμα Καριπίδη:** Το 1908 η οικογένεια Καριπίδη εγκαθίσταται στη Βούναινα Κραννώνος της Θεσσαλίας και το ενδιαφέρον των μελών της για αμπελοκαλλιέργεια είναι άμεσο. Με αμπελώνες που εκτείνονται σε 200 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης και 7 ποικιλίες κρασιού, το κτήμα Καριπίδη εφαρμόζει σύγχρονους και καινοτόμους τρόπους καλλιέργειας έτσι ώστε να επιτευχθεί ανώτερη ποιότητα αμπελιών και εν συνεχεία παραγωγής κρασιού.
- ❖ **Οινοποιεία Τσάνταλη:** Η οικογένεια Τσάνταλη είναι μια από τις παλαιότερες οικογένειες οινοποιών της Ελλάδας. Με ιστορία 125 χρόνων, εκτάσεις καλλιέργειας που φτάνουν τα 2.500 στρέμματα και συνεργασία με 1.000 αμπελουργούς καταλαμβάνει μια απο τις ηγετικές θέσεις στο χώρο της οινοποιίας στην χώρα μας. Οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας έχουν αποτελέσει κλειδί για την κατάκτηση σημαντικών διακρίσεων στο χώρο της οινοποιίας. Έτσι μια συνεργασία με το MARS θα επιφέρει σημαντικά οφέλη και στις δύο πλευρές.

Στον παρακάτω πίνακα διαμορφώνονται οι τιμές των εσόδων σε συνεργασία με τους προαναφερθείς συνεταιρισμούς. Για τον καταμερισμό των πακέτων λήφθηκε υπόψη το μέγεθος τους καθώς και οι ποσότητες παραγωγής των προϊόντων τους.

Υπάρχουσες συμβάσεις με συνεταιρισμούς	2021	2022	2023	2024	ΜΕΤΑΒΟΛΗ %	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΣΕΠΟΠ ΒΕΛΒΕΝΤΟΥ	€34,310.79	€34,310.79	€50,649.26	€70,255.43	86.33%	€189,526.27
Αγροτικός Συνεταιρισμός Γρεβενών	€33,296.23	€44,741.81	€44,741.81	€66,592.46	83.21%	€189,372.31
Μελλοντικές πιθανές συνεργασίες						
Αγροτικός Συνεταιρισμός Νέστος		€35,944.64	€53,916.96	€71,889.28	83.33%	€161,750.88
COOP MESSI		€50,649.26	€50,649.26	€86,593.90	70.97%	€187,892.42
ΘΕΣ γη		€11,445.58	€11,445.58	€22,891.16	100.00%	€45,782.32
Αγροτικός Συνεταιρισμός Κίσαβος			€50,649.26	€66,987.73	32.26%	€117,636.99

Οινοποιείο Τσάνταλη	€17,972.32	€35,944.64	€35,944.64	100.00%	€89,861.60
Κτήμα Καριπίδη		€16,338.47	€32,676.94	100.00%	€49,015.41
Αμπελουργικός Συνεταιρισμός Μεγάρων	€32,676.94	€32,676.94	€32,676.94	0.00%	€98,030.82
Συνεταιρισμός Κερασιών Μοσχοποτάμου			€16,338.47	0.00%	€16,338.47
ΣΥΝΟΛΟ					€1,145,207.49
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑ ΧΡΟΝΙΑ	€67,607.02	€227,741.34	€347,012.18	€502,846.95	334.14%

*Οι τιμές από συνεταιρισμούς με καλλιέργειες φαρμακευτικής κάνναβης απουσιάζουν διότι εκκρεμεί απόφαση νομιμοποίησης της καλλιέργειας της.

Τα συνολικά έσοδα της επιχείρησης μετά από πωλήσεις πακέτων τόσο σε συνεταιρισμούς αλλά και σε μεμονωμένους αγρότες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

	2021	2022	2023	2024
Παραγωγοί	€26,057.27	€87,089.63	€152,794.98	€227,250.11
Συνεταιρισμοί	€67,607.02	€227,741.34	€347,012.18	€502,846.95
ΣΥΝΟΛΟ	€93,664.29	€314,830.97	€499,807.16	€730,097.06

5.8 Προβλέψεις εξόδων

Έξοδα είναι οι οικονομικές θυσίες που γίνονται από την επιχείρηση με τη θέλησή της, για να πραγματοποιηθεί ο σκοπός της, όπως ο μισθός των εργαζομένων (με το μισθό αυτό εξασφαλίζεται η εργασία με τη βοήθεια της οποίας η επιχείρηση θα πραγματοποιήσει τις πωλήσεις των αγαθών της, από τις οποίες θα προέλθουν κέρδη), τα ενοίκια του καταστήματος, η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος [43].

Μεταβλητά Έξοδα:

Μεταβλητά έξοδα ονομάζονται τα έξοδα μιας επιχείρησης για την παραγωγή ενός προϊόντος ή υπηρεσίας. Έτσι, σύμφωνα με τις προβλέψεις των εξόδων που αφορούν το πρόγραμμα MARS τα έξοδα μοιράζονται σε τέσσερις κατηγορίες. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά οι κατηγορίες των εξόδων καθώς και τι υπόκειται σε αυτές

- ❖ **Μισθοί προσωπικού:** Η εταιρεία έχει ως στόχο την απασχόληση 10 έμμισθων εργαζομένων με το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να είναι πτυχιούχοι των κλάδων Πληροφορικής και Γεωπονίας. Εκτιμάται ότι οι μισθοί προσωπικού κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας θα ανέλθουν στις 101.514 ευρώ λαμβάνοντας υπόψη τις τωρινές τιμές του κατώτατου μισθού οι οποίες είναι τα 850 ευρώ για τους εργαζόμενους με πτυχίο τα 586,08 ευρώ για τους ανειδίκευτους εργαζόμενους και τα 1.100 ευρώ για τους εργαζόμενους με διδακτορικό. Στον επόμενο χρόνο προβλέπεται αύξηση αυτών της τάξης του 7% και επιπλέον 5% για τα επόμενα χρόνια λειτουργίας.

	Κατηγορία Εργαζομένου	2021	2022	2023	2024
Μισθοδοσία προσωπικού	€1,100.00	€39,600.00	€42,372.00	€44,490.60	€46,715.13
	€850.00	€40,800.00	€43,656.00	€45,838.80	€48,130.74
	€586.50	€21,114.00	€22,591.98	€23,721.58	€24,907.66
ΣΥΝΟΛΟ		€101,514.00	€108,619.98	€114,050.98	€119,753.53

- ❖ **Έξοδα διοίκησης και διάθεσης:** Στα έξοδα διοίκησης και διάθεσης συμπεριλαμβάνονται τα έξοδα που πραγματοποιούνται από την ίδια τη διοίκηση και έχουν ως σκοπό την οικονομική διαχείριση της. Σε αυτά συγκαταλέγονται οι μισθοδοσίες του διοικητικού προσωπικού. Το νέο εταιρικό σχήμα θα απασχολεί τρία άτομα από το σύνολο των εργαζομένων σε θέσεις διοίκησης. Τα άτομα αυτά θα διαθέτουν διδακτορική διατριβή και ο μισθός τους θα ανέρχεται στα 1.500 ευρώ μηνιαίως για τον πρώτο χρόνο λειτουργίας. Στα έξοδα διάθεσης συμπεριλαμβάνονται αυτά που εξυπηρετούν τους σκοπούς της προώθησης των προϊόντων και των υπηρεσιών της επιχείρησης στους τελικούς καταναλωτές. Τα έξοδα αυτά υπολογίζεται ότι θα φτάσουν τις 93.000 ευρώ κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας ενώ προβλέπεται αύξηση 7% τον δεύτερο και 5% τα επόμενα χρόνια. Ο πίνακας που παρουσιάζεται παρακάτω περιλαμβάνει τις τιμές αυτές.

Κατηγορία	2021	2022	2023	2024
Έξοδα διοίκησης	€54,000.00	€57,780.00	€60,669.00	€63,702.45
Έξοδα διάθεσης	€39,000.00	€41,730.00	€43,816.50	€46,007.33
ΣΥΝΟΛΟ	€93,000.00	€99,510.00	€104,485.50	€109,709.78

- ❖ **Ετήσια κόστη συντήρησης:** Στα ετήσια κόστη συντήρησης συμπεριλαμβάνεται το κόστος συντήρησης των λογισμικών προγραμμάτων που χρησιμοποιεί η εταιρεία με στόχο τη διατήρηση της παροχής των υπηρεσιών που προσφέρει, κάτι που συνεπάγεται στην διατήρηση των εσόδων της. Λαμβάνοντας υπόψη τα τρέχοντα στοιχεία και τιμές που επικρατούν στην αγορά το κόστος αυτό υπολογίζεται στις 5.000 ευρώ κατά τον πρώτο χρόνο. Στον επόμενο χρόνο λειτουργίας το κόστος αναμενεται να έχει μια αύξηση της τάξης του 7% αύξηση που οφείλεται στην πιο εντατική χρήση των ψηφιακών συστημάτων έξυπνης γεωργίας για την κάλυψη μεγαλύτερων γεωργικών εκτάσεων και 5% στα επόμενα χρόνια λειτουργίας της. Στον παρακάτω πίνακα περιλαμβάνονται οι τιμές αυτές.

	2021	2022	2023	2024
Κόστος συντήρησης	€5,000.00	€5,350.00	€5,617.50	€5,898.38

- ❖ **Απρόβλεπτα έξοδα:** Στην παρούσα τεχνοοικονομική μελέτη το ποσοστό των απρόβλεπτων εξόδων καταλαμβάνει το 1% επί των μεταβλητών δαπανών.

Σταθερά έξοδα:

Σταθερά έξοδα καλούνται εκείνα που δεν ακολουθούν τις μεταβολές της παραγωγικής δραστηριότητας, παραμενουν σταθερα εως εναν ορισμενο βαθμο της δραστηριότητας αυτής και στη συνέχεια μεταβάλλονται. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας εξόδων είναι ότι η μεταβλητότητα τους σχετίζεται κυρίως με τον χρόνο και όχι με τις μεταβολές της δραστηριότητας. Για παράδειγμα, το ενοίκιο των εγκαταστάσεων παραμένει σταθερό για το διάστημα ισχύος του συμβολαίου μίσθωσης, οι τόκοι των πιθανών ενεργών δανείων που πληρώνονται ανά μήνα ή εξάμηνο κ.α. Πιο αναλυτικά βλέπουμε παρακάτω τις διάφορες κατηγορίες των σταθερών εξόδων.

- ❖ **Έξοδα θέρμανσης:** Στα έξοδα θέρμανσης περιλαμβάνεται το ποσό που διαθέτει κάθε έτος η εταιρεία για την θέρμανση των κτιριακών εγκαταστάσεων της. Στο MARS στα έξοδα αυτά είναι η θέρμανση του γραφείου της εταιρείας με τηλεθέρμανση, στην πόλη της Κοζάνης. Το ποσό αυτό ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 98 ευρώ τον μήνα και περίπου 1.176 ευρώ τον χρόνο.
- ❖ **Έξοδα ΔΕΗ:** Στα έξοδα ηλεκτροδότησης περιλαμβάνεται η κατανάλωση ρεύματος σε κιλοβατώρες που καταναλώνεται απο την εταιρεία μηνιαίως. Το ποσό αυτό ετησίως φτάνει τις 2.961 ευρώ.
- ❖ **Έξοδα ασφάλειας:** Τα έξοδα ασφάλειας περιλαμβάνουν την ασφάλεια πυρκαγιάς, κλοπής και ζημιών που έχει ασφαλίσει η εταιρεία. Το ποσό του συμβολαίου ασφάλειας ανέρχεται στις 16.500 ευρώ τον χρόνο.
- ❖ **Έξοδα τηλεπικοινωνίας:** Για την καλύτερη εξυπηρέτηση των αναγκών επικοινωνίας και ίντερνετ η επιλογή εταιρικού πακέτου είναι ιδανική. Οι ανάγκες αυτές περιλαμβάνουν την εξυπηρέτηση πελατών της εταιρείας καθώς και την επικοινωνία εργαζομένων. Η παροχή internet υψηλών ταχυτήτων είναι και αυτή από τα κύρια ζητούμενα του συμβολαίου καθώς αποτελεί αναγκαίο εργαλείο για την επίτευξη των στόχων της. Έτσι το πακέτο ανέρχεται στα 266,73 ευρώ τον μήνα και συνολικά στις 3.200,76 ευρώ τον χρόνο.
- ❖ **Συνδρομή σε επιμελητήρια:** Η εταιρεία είναι υποχρεωμένη να εγγραφεί και να καταβάλει ετησίως το ποσό των 50 ευρώ στο Εμπορικό και Τεχνικό επιμελητήριο της Ελλάδας

Ο πίνακας που παρουσιάζεται παρακάτω περιλαμβάνει συγκεντρωτικά τα στοιχεία των εξόδων της επιχείρησης κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας της αλλά και τις προβλέψεις εξόδων για τα επόμενα χρόνια τρία χρόνια.

Είδος Δαπάνης	2021	2022	2023	2024
Μεταβλητές Δαπάνες				
Μισθοδοσία Προσωπικού	€101,514.00	€108,619.98	€114,050.98	€119,753.53
Κόστος Συντήρησης	€5,000.00	€5,350.00	€5,617.50	€5,898.38
Κόστος Διοίκησης και Διάθεσης	€93,000.00	€99,510.00	€104,485.50	€109,709.78
ΣΥΝΟΛΟ	€199,514.00	€213,479.98	€224,153.98	€235,361.69
Απρόβλεπτα έξοδα 1%	€1,995.14	€2,134.80	€2,241.54	€2,353.62
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ	€201,509.14	€215,614.78	€226,395.52	€237,715.31

Σταθερές Δαπάνες				
Έξοδα θέρμανσης	€1,176.00	€1,176.00	€1,176.00	€1,176.00
Έξοδα ΔΕΗ	€2,961.00	€2,961.00	€2,961.00	€2,961.00
Έξοδα ασφάλειας	€16,500.00	€16,500.00	€16,500.00	€16,500.00
Έξοδα τηλεπικοινωνίας	€3,200.76	€3,200.76	€3,200.76	€3,200.76
Συνδρομές σε επιμελητήρια	€50.00	€50.00	€50.00	€50.00
ΣΥΝΟΛΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76
ΣΥΝΟΛΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ	€225,396.90	€239,502.54	€250,283.28	€261,603.07

5.9 Αποσβέσεις

Η απόσβεση στη λογιστική είναι η διαδικασία σύμφωνα με την οποία επιμερίζονται και κατανέμονται κόστη τα οποία προκύπτουν κατά την διάρκεια της χρήσης ενός παγίου περιουσιακού στοιχείου μέσα στον χρόνο. Τέτοια κόστη μπορεί να είναι η φυσική φθορά ενός μηχανήματος ή κτιρίου, απαξίωση ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή ή η κάποιου λογισμικού κτλ. Η απόσβεση θεωρείται μη ταμειακό έξοδο γιατί το ποσό των εισπράξεων που αντιστοιχεί στην απόσβεση παραμένει στην επιχείρηση και δεν εκταμιεύεται υπέρ κάποιου τρίτου, όπως συμβαίνει με τους μισθούς, τα εργατικά, τα ενοίκια κτλ [44].

Η διενέργεια των αποσβέσεων είναι υποχρεωτική και οι συντελεστές απόσβεσης, οι οποίοι ακολουθούνται υποχρεωτικά από όλες τις επιχειρήσεις ανά κατηγορία παγίου καθορίζονται με βάση το άρθρο 3 του Νόμου 4110/2013. Με την νέα ρύθμιση απλοποιείται η διαδικασία απόσβεσης των παγίων στοιχείων της επιχείρησης. Αναλυτικότερα, οι συντελεστές απόσβεσης περιορίζονται σε λιγότερες κατηγορίες, καταργείται ο ανώτερος και κατώτερος συντελεστής απόσβεσης, καθώς επίσης και η φθίνουσα μέθοδος απόσβεσης. Οι αποσβέσεις διενεργούνται με τη μέθοδο της σταθερής απόσβεσης επί της αξίας κτήσης των παγίων περιουσιακών στοιχείων, προσαυξημένης με τις δαπάνες προσθηκών και βελτιώσεων. (Υποπερίπτωση γγ' περίπτωσης στ' άρθρου 31 Κ.Φ.Ε). Ο υπολογισμός των αποσβέσεων γίνεται σε ετήσια βάση και δεν επιτρέπεται η μεταφορά αποσβενόμενων ποσών μεταξύ οικονομικών χρήσεων. Για νέα πάγια στοιχεία η απόσβεση αρχίζει από το μήνα κατά τον οποίο αυτά άρχισαν να χρησιμοποιούνται ή τέθηκαν σε λειτουργία και υπολογίζεται σε τόσα δωδέκατα, όσοι και οι μήνες μέχρι το τέλος της διαχειριστικής χρήσης. (Υποπερίπτωση δδ' περίπτωσης στ' άρθρου 31 Κ.Φ.Ε). Τα γήπεδα/ οικόπεδα δεν υπόκεινται σε απόσβεση (μηδενικός συντελεστής απόσβεσης) καθώς θεωρείται ότι οι εδαφικές εκτάσεις δεν χάνουν την αξία τους. Για τους υπολογισμούς των τιμών των αποσβέσεων της επιχείρησης λαμβάνουμε υπόψη ότι τα πάγια της επιχείρησης θα αποκτηθούν με ημερομηνία 31/12/2020 και θα τεθούν σε λειτουργία την 1/1/2021.

	Ποσό	Συντελεστής Απόσβεσης	Ετήσια Απόσβεση
Εξοπλισμός Η/Υ, αισθητήρες	€15,800.00	20.00%	€3,160.00
Ανακαίνιση	€7,000.00	4.00%	€280.00
Έπιπλα	€20,000.00	10.00%	€2,000.00
Λοιπός εξοπλισμός	€9,000.00	10.00%	€900.00
Άυλα πάγια	€65,000.00	10.00%	€6,500.00
ΣΥΝΟΛΟ	€116,800.00		€12,840.00

Έτσι σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα η απόσβεση του εξοπλισμού θα γίνει σε 5 χρόνια , η απόσβεση των για την ανακαίνιση των κτιριακών εγκαταστάσεων θα γίνει σε 25 χρόνια, η απόσβεση από την αγορά των επίπλων και του λοιπού εξοπλισμού θα γίνει σε 10 χρόνια και τέλος η απόσβεση των άυλων παγίων θα γίνει επίσης σε 10 χρόνια

5.10 Φορολογία

Υπολογισμός φόρου: Την παρούσα χρονική περίοδο η φορολογία για τις Ανώνυμες Εταιρείες (Α.Ε) ανέρχεται στο 24% επί των κερδών τους ανεξαρτήτως του ύψους τους. Η τιμή του φορολογικού συντελεστή αναμένεται να παραμείνει στα ίδια επίπεδα τα επόμενα έτη. Έτσι οι φόροι της εταιρείας διαμορφώνονται σύμφωνα με τους παρακάτω πίνακες, όπου παρουσιάζονται τα στοιχεία των συνολικών δαπανών μαζί με την τιμή απόσβεσης κάθε έτους και στην συνέχεια τα έσοδα μετά την προσθήκη του φόρου.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ						
Είδος Δαπάνης	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	6ο-25ο έτος
Μεταβλητά έξοδα	€201,509.14	€215,614.78	€226,395.52	€237,715.31	€249,601.08	€249,601.08
Σταθερά έξοδα	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76
Αποσβέσεις	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00
ΣΥΝΟΛΟ	€238,236.90	€252,342.54	€263,123.28	€274,443.07	€286,328.84	€286,328.84

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΟΥ						
	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	6ο-25ο έτος
Έσοδα	€93,664.29	€314,830.97	€499,807.16	€730,097.06	€766,601.91	€804,932.01
Συνολικές Δαπάνες	€238,236.90	€252,342.54	€263,123.28	€274,443.07	€286,328.84	€286,328.84
Κέρδη προ φόρου	-€144,572.61	€62,488.43	€236,683.88	€455,653.99	€480,273.07	€518,603.17
Συντελεστής Φορολογίας	24.00%	24.00%	24.00%	24.00%	24.00%	24.00%
Φόρος	-€34,697.43	€14,997.22	€56,804.13	€109,356.96	€115,265.54	€124,464.76
Καθαρό κέρδος	-€109,875.18	€47,491.21	€179,879.75	€346,297.03	€365,007.53	€394,138.41

Όπως βλέπουμε και στον παραπάνω πίνακα το καθαρό κέρδος κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας θα είναι αρνητικό αν λάβουμε υπόψη ότι η εταιρεία συνεργάζεται μόνο με δύο συνεταιρισμούς και τα έξοδα της είναι υπαρκτά. Απο τον δεύτερο χρόνο και έπειτα παρατηρούμε αύξηση του καθαρού κέρδους κάτι που επιτυγχάνεται με αυξήσεις των πωλήσεων και διεύρυνση του πελατολογίου της.

Υπολογισμός καθαρών ταμειακών ροών: Επόμενο βήμα στην υλοποίηση της τεχνοοικονομικής μελέτης είναι ο υπολογισμός της καθαρής ταμειακής ροής της επιχείρησης, με σημαντικό ρόλο σε αυτό το κομμάτι να παίζουν οι αποσβέσεις της. Οι αποσβέσεις αποτελούν μη ταμειακό έξοδο και συνεπώς δεν θεωρούνται ταμειακή ροή για την επιχείρηση. Θα ληφθούν υπόψη όμως για τον υπολογισμό του φόρου εισοδήματος, αφού μειώνουν τα κέρδη προ φόρου και συνεπώς το ποσό του φόρου εισοδήματος. Τα πάγια στοιχεία της επιχείρησης αποσβένονται ολοκληρωτικά έχοντας μηδενική υπολειμματική αξία στο τελευταίο έτος της επένδυσης [45]. Ο πίνακας που παρουσιάζεται παρακάτω παρουσιάζει τα στοιχεία των ταμειακών καθαρών ροών.

Υπολογισμός Ταμειακών Ροών							
Έτος	0	1	2	3	4	5	6+
Κόστος Επένδυσης	€129,570.00	-	-	-	-	-	-
Έσοδα	€0.00	€93,664.29	€314,830.97	€499,807.16	€730,097.06	€766,601.91	€804,932.01
Μεταβλητές Δαπάνες	€0.00	€201,509.14	€215,614.78	€226,395.52	€237,715.31	€249,601.05	€262,081.11
Σταθερές Δαπάνες	€0.00	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76	€23,887.76
Αποσβέσεις	€0.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00
Κέρδη προ φόρων	€0.00	€144,572.61	€62,488.43	€236,683.88	€455,653.99	€480,273.07	€518,603.17
Φόρος	€0.00	-€34,697.43	€14,997.22	€56,804.13	€109,356.96	€115,265.54	€124,464.76
Καθαρά κέρδη	€0.00	€109,875.18	€47,491.21	€179,879.75	€346,297.03	€365,007.53	€394,138.41
Αποσβέσεις	€0.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00	€12,840.00
Καθαρή ταμειακή ροή	-€129,570.00	-€97,035.18	€60,331.21	€192,719.75	€359,137.03	€377,847.53	€406,978.41

Υπολογισμός καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ): Για την αξιολόγηση των επενδύσεων έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι αξιολόγησης. Η πιο συχνή σε χρήση είναι η μέθοδος υπολογισμού καθαρής παρούσας αξίας των συνολικών ταμειακών ροών της επένδυσης. Για τον υπολογισμό των καθαρών ταμειακών ροών πραγματοποιείται η πράξη έσοδα – έξοδα του κάθε έτους και συνεπώς υπολογίζεται η καθαρή ταμειακή ροή του αντίστοιχου έτους. Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι το άθροισμα των παρούσων αξιών των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Μετράει το πλεόνασμα ή την έλλειψη ταμειακών ροών, σε όρους παρούσας αξίας, σε σχέση με το κόστος κεφαλαίων (cost of funds) που χρησιμοποιήθηκαν για μια επένδυση [46].

Καθαρή Παρούσα Αξία = Παρούσα Αξία – Κόστος επένδυσης

- μηδενική καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ = 0) σημαίνει ότι τα έσοδα από το έργο αποπληρώνουν την αρχική επένδυση, χωρίς όφελος ή ζημιά για τον επενδυτή.

- θετική καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ>0) σημαίνει ότι η επένδυση είναι κερδοφόρα.
- αρνητική καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ<0) σημαίνει ότι η επένδυση καταλήγει σε ζημία.

Ο τύπος για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας δίνεται από την παρακάτω εικόνα

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Ταμειακές Εισροές}}{(1+r)^t} - \text{Αρχική Επένδυση}$$

t = Χρονική περίοδος
N = Χρονική διάρκεια της επένδυσης
r = Προεξοφλητικό επιτόκιο

Εικόνα 43: Τύπος υπολογισμού ΚΠΑ

Πηγή: (<https://www.euretirio.com/>)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία υπολογισμού της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ).

Υπολογισμός Καθαρής Παρούσας Αξίας			
Έτη	Καθαρή Ταμειακή Ροή (CFt)	Συντελεστής Προεξόφλησης	Προεξοφλημένη Ταμειακή Ροή
1	-€97,035.18	1.1	€41,356.20
2	€60,331.21	1.21	€49,860.50
3	€129,719.75	1.331	€97,460.37
4	€359,137.03	1.4641	€245,295.42
5	€377,847.53	1.61051	€234,613.59
6	€406,978.41	1.771561	€229,728.70
7	€406,978.41	1.9487171	€208,844.28
8	€406,978.41	2.14358881	€189,858.43
9	€406,978.41	2.357947691	€172,598.57
10	€406,978.41	2.59374246	€156,907.79
11	€406,978.41	2.853116706	€142,643.45
12	€406,978.41	3.138428377	€129,675.86
13	€406,978.41	3.452271214	€117,887.15

14	€406,978.41	3.797498336	€107,170.14
15	€406,978.41	4.177248169	€97,427.40
16	€406,978.41	4.594972986	€88,570.36
17	€406,978.41	5.054470285	€80,518.51
18	€406,978.41	5.559917313	€73,198.64
19	€406,978.41	6.115909045	€66,544.22
20	€406,978.41	6.727499949	€60,494.75
21	€406,978.41	7.400249944	€54,995.22
22	€406,978.41	8.140274939	€49,995.66
23	€406,978.41	8.954302433	€45,450.60
24	€406,978.41	9.849732676	€41,318.73
25	€406,978.41	10.83470594	€37,562.48
ΣΥΝΟΛΟ			€2,819,977.03

Απ'ότι βλέπουμε και στον πίνακα το τελικό ποσό της ΚΠΑ ανέρχεται στα 2.819.977,03€ και είναι θετικό (>0). Συνεπώς συμπεραίνουμε πως η επένδυση είναι κερδοφόρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). *Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(24), 6148–6150.
2. Schulze ED, et al. (2009) *Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance*. Nat Geosci 2:842–850.
3. Wikipedia, Internet of Things (IoT), Last update 19 June 2020, at 17:58
4. Karim, F., Karim, F., & frihida, A. (2017). *Monitoring system using web of things in precision agriculture*. Procedia Computer Science, 110, 402–409.
5. Krit, S., Balas, V. E., Elhoseny, M., Benlamri, R., & Bălaș, M. M. (2020). *Sensor network methodologies for smart applications*. Hershey, PA: Information Science Reference, an imprint of IGI Global.
6. Wikipedia contributors, Cloud Computing, Last update 19 June 2020, at 12:03
7. Νικολαΐδης Νίκος, *Πως η Τεχνητή Νοημοσύνη θα αλλάξει τον τρόπο λήψης αποφάσεων στις επιχειρήσεις* , Άρθρο στο: heyoliver.com/blog.
8. Startupper (2020). *Το μέλλον της γεωργίας: Ρομποτική, Cloud Computing και Blockchain*. Άρθρο: στο startupper.gr
9. Γαβριήλ Εμμανουήλ (2018), *Έξυπνες Εφαρμογές Σε Σύγχρονο Αγροτόσπιτο* , Πτυχιακή εργασία
10. Αποστολοπούλου Βικτωρία (2017), *Τα οφέλη της έξυπνης γεωργίας, εργαλεία για την αποτελεσματικότητα της*. Άρθρο στο: <https://www.yraithros.gr/>
11. Gupta, M., Abdelsalam, M., Khorsandroo, S., & Mittal, S. (2020). *Security and Privacy in Smart Farming: Challenges and Opportunities*. IEEE Access, 8, 34564–34584.
12. GrindGIS (2018), *Remote Sensing Applications in Agriculture*, Article on <https://grindgis.com/>
13. Βαϊόπουλος, Α. Δ. Νικολακόπουλος, Γ. Κ. Σκιάνης, Αιμ. Γ. (2012) *Τηλεπισκόπηση*, 336 , ISBN: 9789605080273

14. Λαϊάκη Τατιάνα (1996), *Εφαρμογή της τηλεπισκόπησης στο χώρο των αγροοικοσυστημάτων(Βοσκότοποι) για το νησί της Λέσβου*, Πτυχιακή Εργασία
15. Σκιανής Γεώργιος, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Αρχές Τηλεπισκόπησης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
16. Pansharpening, Φωτογραμμετρία 2 (Αναλυτική Φωτογραμμετρία), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
17. Ξενούλης Ν. Μιχαήλ (2011). *Χαρτογράφηση της αναβλάστησης του φυσικού οικοσυστήματος της περιοχής Πάρνηθας Αττικής με χρήση δορυφορικών παρατηρήσεων και γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων*, Μεταπτυχιακή Διατριβή
18. Φούντας Σπύρος , Γέμτος Θεοφάνης. (2015), *Γεωργία Ακριβείας*, ISBN: 978-960-603-135-9
19. Food Organization for the United Nations (2018) *E-AGRICULTURE IN ACTION: DRONES FOR AGRICULTURE*, ISBN 978-92-5-130246-0s
20. Radoglou-Grammatikis, P., Sarigiannidis, P., Lagkas, T., & Moscholios, I. (2020). A *Compilation of UAV Applications for Precision Agriculture*. *Computer Networks*, 107148, doi: 10.1016/j.comnet.2020.107148
21. Wikipedia contributors, Unmanned aerial vehicle, Last update: 17 June 2020, at 05:40
22. Fintan Corrigan (2020), *How Do Drones Work And What Is Drone Technology*, Article published on: <https://www.dronezon.com/>, Last update: June 7, 2020
23. Oliver McClintock (2019) *Drone Uses & Applications*, Article published on: <https://mydeardrone.com/>
24. Ramin Shamshiri, R., A. Hameed, I., K. Balasundram, S., Ahmad, D., Weltzien, C., & Yamin, M. (2019). *Fundamental Research on Unmanned Aerial Vehicles to Support Precision Agriculture in Oil Palm Plantations*. *Agricultural Robots - Fundamentals and Applications*. doi:10.5772/intechopen.80936
25. *Τα drones μετασχηματίζουν τη σύγχρονη γεωργία*, Άρθρο στο <https://www.gaiarobotics.gr/>
26. GeoSense, Μη Επανδρωμένα αεροσκάφη, *DRONES & Γεωργία Ακριβείας*, Άρθρο στο <http://www.geosense.gr/>, Τελευταία ενημέρωση 2016.

27. Smart fArming with dRoneS (MARS) ιστοσελίδα προγράμματος, <https://project-mars.eu/>
28. Libelium, Smart Agriculture 3.0 Technical Guide, Document version: v7.8 - 02/2020
29. Product information found at:
https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_Spear_Tip_pH_Sensor___Meter_Kit__For_Soil_And_Food_Applications__SKU__SEN0249
30. SenseFly (2018), *Εγχειρίδιο χρήστη eBee SQ Drone*, Αναθεώρηση 1.9 / Σεπτέμβριος 2018
31. Parrot Bluegrass presentation manual
32. SenseFly (2019), *Sequoia+ Camera Εγχειρίδιο χρήστη*, Αναθεώρηση 1.3 / Μάρτιος 2019
33. Product information found at https://mikrotik.com/product/ltap_mini_lte_kit
34. Libelium (2015), Precision Agriculture: Predicting Vineyard Conditions, Preventing Disease, Article published on: <http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/>
35. Ένωση οινοπαραγωγών του αμπελώνα της Βορείου Ελλάδος (2004), *Μελέτη ανάπτυξης της αμπελοκαλλιέργειας στο Ν. Κοζάνης (περιοχές Σιάτιστας-Γαλατινής-Εράτυνας-Πελεκάνου, Κοζάνης-Αιάνης, Μεσιανής-Ροδίτη και Βαλβενδού*
36. Libelium (2016), Indoor Precision Farming in American medical marijuana plantations, Article published on: <http://www.libelium.com/indoor-precision-farming-in-american-medical-marijuana-plantations/>
37. Sean Williams (2019), The Most Important Marijuana Growth Chart You'll Ever See, Article found on: <https://www.fool.com/investing/2019/06/23/the-most-important-marijuana-growth-chart-youll-ev.aspx>
38. Μαυρομάτης Αθανάσιος (2017), #28 Ακτινίδιο: πρακτικές και βελτίωση, Άρθρο στο: <https://www.yraithros.gr/ekdoseis/aktinidio-kalliergitikes-praktikes-veltiosi/>
39. Wikipedia contributors, Μήλο, Τελευταία ενημέρωση στις 13 Απριλίου 2020
40. Οι πληροφορίες για την καλλιέργεια της κερασιάς βρέθηκαν στο: <http://kalagias.weebly.com/kappaepsilononrhoalphasigmaiotaalpha.html>
41. Wikipedia contributors. SWOT analysis. Last update: May 23 2020

42. Katz, Robert L (1974). “Skills of an Effective Administrator.” Harvard Business Review 52: 90-102
43. Ο ορισμός του Εξόδου βρέθηκε στο: <https://www.euretirio.com/exodo/>
44. Ο ορισμός της Απόσβεσης βρέθηκε στο: <https://www.euretirio.com/aposvesi-depreciation/>
45. Ο ορισμός των Ταμειακών ροών βρέθηκε στο: <https://www.euretirio.com/xrimatoroes-cash-flow/>
46. Ο ορισμός Καθαρής Παρούσας Αξίας βρέθηκε στο: <https://www.euretirio.com/kathari-parousa-axia-kpa-npv/>

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

- Μηχανή αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκε: <https://www.google.com/>
- Για τον υπολογισμό των πινάκων χρησιμοποιήθηκε: Microsoft Excel
- Για τον υπολογισμό των περαιτέρω πράξεων χρησιμοποιήθηκε το : <https://web2.0calc.com/>
- Για τον υπολογισμό των ποσοστών χρησιμοποιήθηκε το: <https://www.helppost.gr/ypologismos/pososta-tois-ekato/>
- Οι συντελεστές απόσβεσης βρέθηκαν στο: <https://www.taxheaven.gr/circulars/27493/arora>