



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

*Τμήμα : Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών*

*Διπλωματική Εργασία*

*Μελέτη σκοπιμότητας επένδυσης σύγχρονων τεχνολογιών  
για τη γεωργία υψηλής ακρίβειας σε καλλιέργειες κρόκου*

*Ιωάννης Σειτανίδης*

*Επιβλέπων Καθηγητής : Σταματία Μπίμπη*

*Κοζάνη, 2021*

---

## Περίληψη

---

Η εργασία αυτή αποτελεί μια βιβλιογραφική μελέτη αναφορικά με τη σκοπιμότητα της εφαρμογής σύγχρονων τεχνολογιών όπως οι τεχνολογίες *Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων* (ΑΔΑ) στον τομέα της γεωργίας και πιο συγκεκριμένα στην παραγωγή Κρόκου, με στόχο τη βελτίωση συνολικά της διαδικασίας παραγωγής και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών καλλιέργειας. Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας και της οικονομικής σκοπιμότητας της υιοθεσίας γεωργίας ακριβείας στην καλλιέργεια κρόκου. Πιο συγκεκριμένα, στις ενότητες που ακολουθούν συνοψίζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης που διεξήχθη σε ένα ευρύ σύνολο επιστημονικών δημοσιεύσεων σε γνωστά περιοδικά και συνέδρια του χώρου για την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τα ακόλουθα:

1. Το μοντέλο αποφάσεων στο οποίο είναι αναγκαίο να στηριχτεί ένας αγρότης – παραγωγός.
2. Στη μελέτη αυτή αναλύονται τα κόστη, τα έξοδα, οι κίνδυνοι και τα ρίσκα μίας τέτοιας επένδυσης. Πιο συγκεκριμένα τα έξοδα για την απόκτηση, συντήρηση αλλά και υποστήριξη του εξοπλισμού και τους κινδύνους που θα εμφανιστούν με την χρήση αυτού.
3. Αναφέρονται τα πλεονεκτήματα που θα επιφέρει μία επένδυση στον τομέα της Γεωργίας με την χρήση τεχνολογιών ακριβείας. Αυτά τα πλεονεκτήματα θα είναι είτε οικονομικά είτε περιβαλλοντικά. Αναλύονται οι τεχνικές αύξησης της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας.
4. Παρουσιάζονται και αναλύονται οικονομικοί όροι που θα βοηθήσουν για την εξαγωγή ενός οικονομικού συμπεράσματος της εφαρμογής της κάθε επένδυσης. Για την βελτιστοποίηση εγκυρότητας στοιχείων που παραθέτει η εργασία αυτή, πραγματοποιήθηκε μία Οικονομοτεχνική Μελέτη σε ένα υπολογιστικό φύλλο (Excel) που έχει ως αποτέλεσμα ένα πιο ολοκληρωμένο συμπέρασμα της οικονομικής αποδοτικότητας της επένδυσης.



---

## Abstract

---

This work is a bibliographic study, regarding the feasibility of the application of asynchronous technologies and wireless sensor networks on agriculture and specifically in crocus production, with the purpose of improving the production procedure and the optimization of the cultivation process. The purpose of this study is the evaluation of the economical sustainability and economic feasibility of the use of precision agriculture on the crocus cultivation. Specifically, the results of this bibliographic review are summed up in the following units, that took place on a wide set of scientific publications on well-known journals and conferences in the field to draw conclusions regarding the following:

1. The decision model on which it is necessary for a farmer-producer to rely on.
2. In this study the costs, expenses and risks of such an investment are analyzed. More specifically the expenses for the acquisition, maintenance and support of the equipment and the risks that may occur while using it.
3. The advantages that come with the investment in the field of agriculture with the use of precision technologies. These advantages can either be economical or environmental. The techniques of increasing productivity and efficiency are analyzed.
4. Financial terms that will help to draw a financial conclusion of the implementation of each investment are presented and analyzed. In order to optimize the validity of data assigned by this work, an economic-technical study was carried out on an Excel, which result in a more complete conclusion of the economic return on investment.



---

## Λέξεις Κλειδιά

---

- Οικονομική Βιωσιμότητα
- Οικονομική Σκοπιμότητα
  - Γεωργία Ακριβείας
  - Καλλιέργεια Κρόκου
- Οικονομοτεχνική Μελέτη



## Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο

*“ Μελέτη σκοπιμότητας επένδυσης σύγχρονων τεχνολογιών για τη γεωργία υψηλής ακρίβειας σε καλλιέργειες κρόκου”*

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Μπίμπη Σταματία

αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Ονοματεπώνυμο Φοιτητή & Επιβλέποντα/ες, Έτος, Πόλη

Copyright (C) Σεϊτανίδης Ιωάννης, Μπίμπη Σταματία, 2021 , Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή:



---

---

## Πίνακας Περιεχομένων

---

---

|   |    |
|---|----|
| 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....   | 11 |
| 1.1 Παραγωγή Κρόκου (Κοζάνης).....  | 11 |
| 1.2 Γεωργία Ακριβείας.....  | 13 |
| 1.3 Στόχος της Εργασίας.....  | 15 |
| 2.Σχέδιο Επένδυσης.....   | 17 |
| 2.1 Μοντέλο Αποφάσεων.....  | 17 |
| 2.2 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της γεωργίας ακριβείας με συστήματα<br>διαχείρισης σε μικρές εκμεταλλεύσεις της Μεσογείου..... | 23 |
| 2.3 Ανάλυση SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).....   | 25 |
| 3.Περιγραφή Φορέων Επένδυσης.....   | 29 |
| 3.1 Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων Έρευνας Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας<br>(ΕΛΚΕ ΠΔΜ).....   | 29 |
| 3.2 Αναγκαστικός Συνεταιρισμός Κροκοπαραγωγών Κοζάνης.....  | 29 |
| 3.3 Παραγωγός Κρόκου.....   | 30 |
| 3.3 Μελλοντική ΕΠΕ.....   | 31 |
| 4.Ρίσκα και Απειλές Επένδυσης.....  | 33 |
| 4.1 Απειλές ψηφιακών τεχνολογιών.....   | 33 |
| 4.2 Ρίσκο Περιβαλλοντικών κινδύνων.....   | 36 |
| 4.3 Ρίσκο Μη Ορθής Χρήσης των Πόρων.....  | 37 |
| 4.4 Οικονομικό Ρίσκο.....   | 39 |
| 5. Τεχνικά Στοιχεία.....  | 41 |
| 5.1 Απαιτούμενος Εξοπλισμός.....  | 41 |
| 5.1.1 Αισθητήρες.....   | 41 |
| 5.1.2 Μικροεπεξεργαστής.....  | 55 |
| 5.1.3 Μονάδα Ασύρματης Επικοινωνίας.....  | 55 |



|  |    |
|--|----|
| 5.1.4 Μονάδα Πομποδέκτη.....   | 56 |
| 5.1.5 Μη επανδρωμένα εναέρια αεροσκάφη (drones).....                           | 56 |
| 5.2 Μ.Ο Τιμών Εξοπλισμού.....  | 61 |
| 5.3 Λογισμικό (Software).....  | 62 |
| 5.4 Απαιτούμενες Γνώσεις.....  | 66 |
| 6. Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Αξιολόγηση της Επένδυσης.....                 | 67 |
| 6.1 Αποδοτικότητα Επένδυσης.....   | 67 |
| 6.2 Απαιτούμενος Εξοπλισμός Ανάπτυξης.....                                     | 69 |
| 6.3 Δαπάνες Λειτουργίας.....   | 74 |
| 6.4 Οικονομοτεχνική Μελέτη.....  | 78 |
| 7. Υλοποίηση Ιστοσελίδας Υπολογισμού Οικονομικής Αποδοτικότητας Επένδυσης..... | 86 |
| 7.1 Σκοπός της Ιστοσελίδας.....  | 86 |
| 7.2 Τεχνολογίες και Εργαλεία.....  | 87 |
| 8. Συμπεράσματα.....   | 90 |
| 9. Βιβλιογραφία.....   | 92 |



---

## Κατάλογος Εικόνων

---

|   |    |
|---|----|
| Εικόνα 1 Σύστημα Γεωργίας Ακριβείας.....  | 14 |
| Εικόνα 2 Μοντέλο Αποφάσεων.....   | 18 |
| Εικόνα 3 Μεθοδολογία Έρευνας.....   | 24 |
| Εικόνα 4 Χρήση Λιπασμάτων .....   | 25 |
| Εικόνα 5 Αισθητήρες Υγρασίας .....  | 43 |
| Εικόνα 6 Αισθητήρες Θερμοκρασίας .....  | 44 |
| Εικόνα 7 Αισθητήρες Βροχής.....   | 46 |
| Εικόνα 8 Αισθητήρες Μέτρησης pH.....  | 47 |
| Εικόνα 9 Αισθητήρες Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας .....                                   | 48 |
| Εικόνα 10 Αισθητήρες Ατμοσφαιρικής Πίεσης .....                                     | 49 |
| Εικόνα 11 Αισθητήρες Ταχύτητας Ανέμου .....   | 50 |
| Εικόνα 12 Αισθητήρες Ηλιακής Ακτινοβολίας.....                                      | 51 |
| Εικόνα 13 Αισθητήρες Μέτρησης Φωτός .....   | 52 |
| Εικόνα 14 Αισθητήρες Εικόνας.....   | 53 |
| Εικόνα 15 Αισθητήρες Μέτρησης co2 .....   | 54 |
| Εικόνα 16 Drones .....  | 60 |
| Εικόνα 17 Υιοθέτηση της Γεωργίας Ακριβείας ανά μέγεθος Καλλιεργήσιμου Εδάφους ..... | 69 |
| Εικόνα 18 Καθαρή Παρούσα Αξία .....   | 81 |
| Εικόνα 19 Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης.....   | 82 |
| Εικόνα 20 Κόστος Επένδυσης.....   | 83 |
| Εικόνα 21 Κόστος Παραγωγής.....   | 84 |
| Εικόνα 22 Υπολογισμός IRR, NPV, Λόγος Ωφέλειας/Κόστους.....                         | 84 |
| Εικόνα 23 Γράφημα IRR, NPV .....  | 85 |
| Εικόνα 24 Γράφημα Ωφέλειας/Κόστους .....  | 85 |
| Εικόνα 25 Ιστοσελίδα - Αρχική Σελίδα.....   | 88 |
| Εικόνα 26 Ιστοσελίδα - Υπολογισμός NPV .....  | 89 |
| Εικόνα 27 Ιστοσελίδα – Υπολογισμός Λόγου Ωφέλειας/Κόστους.....                      | 89 |





---

## Κατάλογος Πινάκων

---

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 1 Ανάλυση SWOT .....                           | 28 |
| Πίνακας 2 Αισθητήρες Υγρασίας.....                     | 42 |
| Πίνακας 3 Αισθητήρες Θερμοκρασίας .....                | 44 |
| Πίνακας 4 Αισθητήρες Βροχής .....                      | 46 |
| Πίνακας 5 Αισθητήρες Μέτρησης pH.....                  | 47 |
| Πίνακας 6 Αισθητήρες Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας.....      | 48 |
| Πίνακας 7 Αισθητήρες Ατμοσφαιρικής Πίεσης.....         | 49 |
| Πίνακας 8 Αισθητήρες Ταχύτητας Ανέμου.....             | 50 |
| Πίνακας 9 Αισθητήρες Ηλιακής Ακτινοβολίας .....        | 51 |
| Πίνακας 10 Αισθητήρες Μέτρησης Φωτός .....             | 52 |
| Πίνακας 11 Αισθητήρες Εικόνας .....                    | 53 |
| Πίνακας 12 Αισθητήρες Μέτρησης CO2 .....               | 54 |
| Πίνακας 13 Μικροεπεξεργαστές .....                     | 55 |
| Πίνακας 14 Μονάδα Ασύρματης Επικοινωνίας .....         | 55 |
| Πίνακας 15 Μονάδα Πομποδέκτη.....                      | 56 |
| Πίνακας 16 Drones .....                                | 60 |
| Πίνακας 17 Μ.Ο Τιμών Υλικού Εξοπλισμού .....           | 62 |
| Πίνακας 18 Κόστος Ανάπτυξης.....                       | 73 |
| Πίνακας 19 Λειτουργικά Έξοδα (σε καθημερινή βάση)..... | 75 |
| Πίνακας 20 Δαπάνες Ανάπτυξης και Λειτουργίας .....     | 76 |



---

## Πίνακας Συντομογραφιών

---

|      |  |
|------|--|
| GPS  | Global Positioning System                  |
| IoT  | Internet of Things                         |
| NDVI | Normalized Difference Vegetation Index     |
| UVAs | Unmanned Aerial Vehicles                   |
| WSN  | Wireless Sensor Networks                   |
| ICT  | Information and Communication Technologies |
| RPAS | Remotely Piloted Aircraft Systems          |
| SWOT | Strengths Weaknesses Opportunities Threats |
| VPN  | Virtual Private Network                    |
| VLAN | Virtual Local Area Network                 |



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σύγχρονα αγροκτήματα και οι γεωργικές εργασίες λειτουργούν πολύ διαφορετικά από ότι λειτουργούσαν πριν από μερικές δεκαετίες, κυρίως λόγω των εξελίξεων στην τεχνολογία, οι οποίες περιλαμβάνουν τη χρήση αισθητήρων, έξυπνων συσκευών, μηχανημάτων τεχνολογίας και πληροφοριών. Στις μέρες μας, ο τομέας της γεωργίας γενικά, χρησιμοποιεί τακτικά εξελιγμένες τεχνολογίες όπως μη επανδρωμένα αεροσκάφη, αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας (και πολλών ακόμα μετρήσεων), αεροφωτογραφίες και τεχνολογία GPS[1], αλλά δεν έχουν εφαρμοστεί ακόμα στην παραγωγή κρόκου. Αυτές οι προηγμένες συσκευές, τα αυτόματα συστήματα και γενικά η υιοθεσία της γεωργίας ακριβείας, μπορούν να βοηθήσουν τις παραγωγικές μονάδες κρόκου να είναι πιο κερδοφόρες, αποτελεσματικές, ασφαλέστερες και ταυτόχρονα πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Η Γεωργία Ακριβείας περιλαμβάνει την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών στις υφιστάμενες γεωργικές πρακτικές, προκειμένου να αυξηθεί η αποδοτικότητα της παραγωγής και η ποιότητα των γεωργικών προϊόντων. Σχεδόν κάθε πτυχή της γεωργίας μπορεί να επωφεληθεί από τις τεχνολογικές εξελίξεις - από τη φύτευση και την άρδευση έως τη φυτοπροστασία και τη συγκομιδή.

### 1.1 Παραγωγή Κρόκου (Κοζάνης)

Η παραγωγή κρόκου είναι η σημαντικότερη καλλιέργεια στο Νομό Κοζάνης. Ένα στρέμμα επιφέρει κατά μέσο όρο περίπου 800 γρ. κρόκου ανά έτος. Η ετήσια παραγωγή στην περιοχή είναι περίπου 6-8 τόνοι κρόκου (saffron), οι οποίοι με τη βοήθεια του συνεταιρισμού, εξάγονται κυρίως στις αγορές του εξωτερικού. Ο κροκοπαραγωγός θα βγάλει ένα αξιόλογο μερίδιο από το ετήσιο εισόδημά του. Ως δεδομένο της περιοχής της Κοζάνης, είναι ότι η πλειοψηφία των παραγωγών έχουν την ενασχόληση αυτή ως δευτερεύον εισόδημα. Ένας τυπικός καλλιεργητής από τους 1500 που υπάρχουν στο Ν.Κοζάνης, μπορεί να λάβει από 20% έως 40% του εισοδήματός του μέσα σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό αποδεικνύει ότι η ενασχόληση με την παραγωγή του φυτού αυτού, είναι αρκετά σημαντική για τους παραγωγούς της περιοχής. Ο κρόκος είναι το πιο πολύτιμο καρύκευμα του κόσμου. Είναι γεγονός ότι πολλές φορές ανταγωνίζονταν γραμμάριο με γραμμάριο το κόστος του χρυσού. Στις μέρες μας, ένα γραμμάριο στο λιανικό εμπόριο κοστίζει περισσότερο από 3.00 €, άρα δικαίως αποκαλείται "κόκκινος χρυσός"[2]. Το υψηλό κόστος του οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η παραγωγή του κρόκου ακόμη και σήμερα εξακολουθεί να καλλιεργείται



και να περισυλλέγεται χωρίς την χρήση μηχανημάτων, αλλά με χειρωνακτικές εργασίες. Η ποιότητα του κρόκου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μέρος που καλλιεργείται, αλλά και από την μέθοδο επεξεργασίας που εφαρμόζεται από τον εκάστοτε παραγωγό. Στο εμπόριο υπάρχει μεγάλη γκάμα ποιότητας. Εάν το προϊόν τείνει να έχει το χρώμα του καφέ, τότε θα είναι ως επί το πλείστον παλιό, ή ακόμη και νοθευμένο. Η πιο ασφαλής μέθοδος για να αγοράσει κάποιος "νήματα" κρόκου, είναι να επιλέξει ένα φημισμένο εμπορικό οίκο, έτσι ώστε να είναι σχεδόν βέβαιος ότι αγοράζει ποιοτικό και αυθεντικό προϊόν χωρίς κάποια νοθεία. Το χρώμα του είναι βαθύ σκούρο κόκκινο και η μυρωδιά του είναι χαρακτηριστική και έως κάποιο βαθμό έντονη. Η χώρα μας, και πιο συγκεκριμένα σε μεγάλο βαθμό ο Ν.Κοζάνης, κάνει εξαγωγές κρόκου από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, διαθέτοντας σχεδόν το 100% της παραγωγής στις χώρες της Ευρώπης, της Αμερικής και της Ασίας. Οι πιο συχνόι πελάτες του Ελληνικού κρόκου είναι οι χώρες της Ισπανίας, της Ιταλίας και της Γαλλίας. Αυτές οι χώρες απορροφούν περισσότερο από 80% της συνολικής παραγωγής της χώρας μας. Η ίδρυση του Αναγκαστικού Συνεταιρισμού Κροκοπαραγωγών Κοζάνης το 1971 αναμφισβήτητα υπήρξε σταθμός για την εξέλιξη και ανάπτυξη της παραγωγής κρόκου. Έπειτα από την ίδρυση του συνεταιρισμού, σε μικρό χρονικό διάστημα, η παραγωγή κρόκου εξελίχθηκε σε μία δυναμική καλλιέργεια που σήμερα καλύπτει περισσότερα από 10.000 στρέμματα. Η καλλιέργεια του κρόκου έχει τρομερό ενδιαφέρον τόσο για την οικονομία των παραγωγών, οι οποίοι εξοικονομούν μία αξιόλογη καθαρή πρόσοδο και ένα καλύτερο γεωργικό εισόδημα, όσο και για την εθνική οικονομία, που εξασφαλίζει κάθε χρόνο από την εξαγωγή του κρόκου συνάλλαγμα εκατομμυρίων ευρώ [3]. Συγκρίνοντας το εισόδημα και την καθαρή πρόσοδο που επιφέρει η παραγωγή κρόκου με όλες τις υπόλοιπες στο Νομό Κοζάνης και ιδιαίτερα με την ασύμφορη πλέον καλλιέργεια των σιτηρών, υπάρχει η διαπίστωση ότι υπερτερεί κατά πολύ, γεγονός που μας επιτρέπει να θεωρούμε δεδομένο ότι τα περιθώρια επέκτασής της είναι αρκετά μεγάλα, πόσο μάλλον εάν πραγματοποιηθεί η υιοθέτηση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας που μελετάται στην εργασία αυτή.

Την παρούσα στιγμή, αν και οι μέθοδοι καλλιέργειας, συλλογής και επεξεργασίας του κρόκου παραμένουν ως επί το πλείστον σχεδόν ίδιες, η εκμετάλλευσή του κρίνεται σημαντική και παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά [4]:

- Απασχολεί περίπου 1500 αγροτικές οικογένειες στο Νομό Κοζάνης.



- Αποδίδει ετήσιο οικογενειακό εισόδημα  $\pm 400$  € ανά στρέμμα, που με τις καλύτερες παραγωγικές και κλιματολογικές συνθήκες δεν θα κάλυπτε το κόστος οποιασδήποτε άλλης καλλιέργειας.
- Είναι καλλιέργεια χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις.
- Δεν έχει ανάγκη μεγάλων εκτάσεων.
- Δεν αποτελεί πλεονάζουσα παραγωγή σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.
- Έχει σημαντικές χρησιμότητες, οι οποίες μπορούν να εφαρμοσθούν περαιτέρω.

## 1.2 Γεωργία Ακριβείας

Ο ορισμός της Γεωργίας Ακριβείας είναι η διαχείριση των αγροτεμαχίων σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέγουμε τα οποία χρησιμοποιούμε με τον βέλτιστο τρόπο, έτσι ώστε να εκμεταλλευτούμε όλα τα χαρακτηριστικά των χωραφιών με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας και του κέρδους. Πέρα από τον προφανή λόγο της χρήσης της γεωργίας ακριβείας που είναι το μέγιστο κέρδος του παραγωγού, υπάρχουν και οι παρακάτω: [5]

- Βέλτιστη εφαρμογή γεωργικών πρακτικών και μεθόδων
- Μείωση της χρήσης χημικών (λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων) αλλά και μείωση χρήσης γεωργικών μηχανημάτων, άρα μείωση ρύπων (περιβαλλοντικό όφελος)
- Παραγωγή υγιεινού προϊόντος (βιολογική καλλιέργεια)

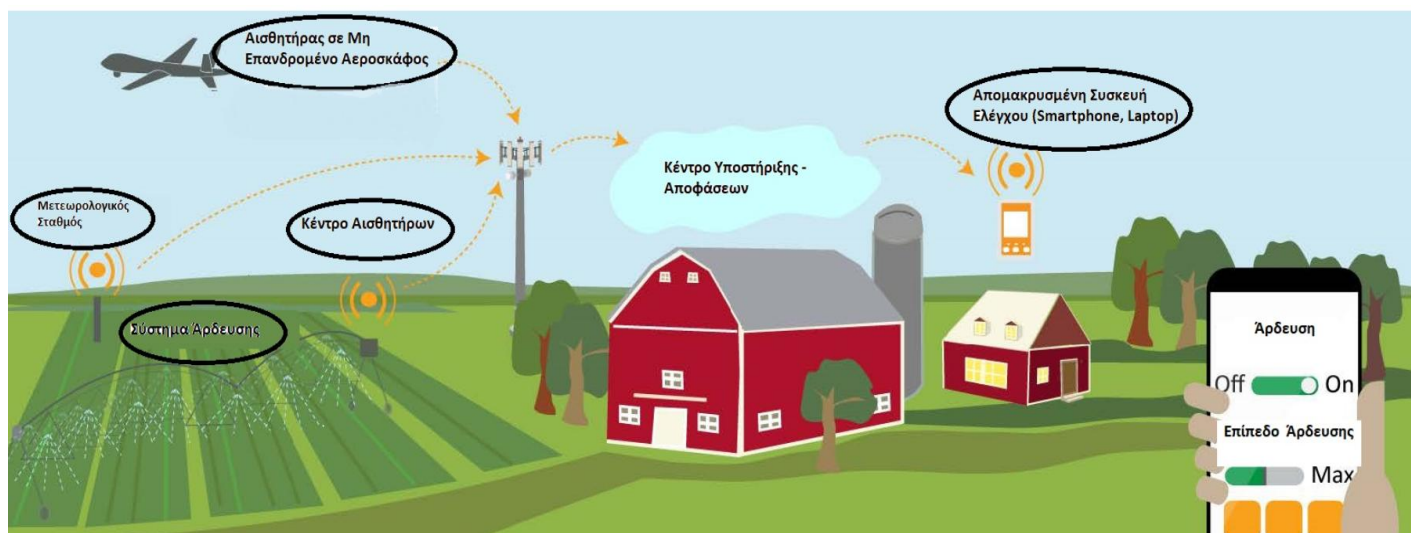
Για την εφαρμογή και την υιοθέτηση της γεωργίας ακριβείας, είναι απαραίτητη η συλλογή δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, συλλέγονται παρατηρήσεις, αναλύσεις εδάφους, χαρακτηριστικά παραγωγής και αρκετά από αυτά εκτελούνται με την χρήση της τηλεπισκόπησης και διαφόρων ειδών αισθητήρες. Έπειτα από την συλλογή έρχεται το επόμενο βήμα, που είναι η επεξεργασία των συλληφθέντων δεδομένων. Η επεξεργασία των δεδομένων αυτών υλοποιείται με την χρήση κατάλληλων λογισμικών. Τρίτο και βασικό βήμα είναι η εφαρμογή αυτών των πληροφοριών στην παραγωγή, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι. Εν τέλει, τα αποτελέσματα της παραγωγής αξιολογούνται έτσι ώστε να είναι σε θέση ο παραγωγός να βελτιώσει ή να προβεί σε πιθανές αλλαγές για να αυξήσει την παραγωγικότητα των επόμενων καλλιεργειών.

Οι εφαρμογές γεωργίας ακριβείας δεν στοχεύουν μόνο σε μεγάλες, συμβατικής γεωργίας εκμεταλλεύσεις, αλλά θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την τόνωση άλλων κοινών ή αυξανόμενων τάσεων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, όπως η οικογενειακή γεωργία



(μικρές ή συγκρότημα εκμεταλλεύσεων), και πιο συγκεκριμένα στην παραγωγή κρόκου, όπου και εξετάζεται το αν και πόσο οικονομικά αποδεκτή είναι μία επένδυση στον τομέα της παραγωγής του. Η υιοθεσία της γεωργίας ακριβείας επιτυγχάνεται με την χρήση συγκεκριμένων μεθόδων :

- Ενσωματωμένοι υπολογιστές και συσκευές πλοήγησης GPS σε οχήματα, που βοηθούν στην αποφυγή σφαλμάτων κατά την εφαρμογή της παραγωγικής διαδικασίας.
- Ψηφιακοί χάρτες των αγροτεμαχίων με μεταβλητά χαρακτηριστικά που βοηθούν στην αύξηση της παραγωγικότητας.
- Εφαρμογές μεταβαλλόμενου ρυθμού, που υπολογίζουν τη δόση λιπασμάτων για κάθε μεμονωμένη περιοχή του αγροτεμαχίου.
- Τα Drone και οι δορυφόροι βοηθούν στην παρακολούθηση της παραγωγικής μονάδας από απόσταση.
- Οι ασύρματοι αισθητήρες καιρού μαζί με άλλους αισθητήρες βοηθούν στον προσδιορισμό της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της πίεσης και δεκάδων άλλων χαρακτηριστικών που έχουν στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας.
- Οι υπολογιστές, τα smartphone και οι εφαρμογές συμβάλλουν στην ανάλυση πληροφοριών, τη συντήρηση της τεκμηρίωσης και τη διαχείριση της παραγωγής με περισσότερη αποτελεσματικότητα.



Εικόνα 1 Σύστημα Γεωργίας Ακριβείας



### 1.3 Στόχος της Εργασίας

Αυτή η βιβλιογραφική έρευνα έγινε με στόχο την παρουσίαση μίας μελέτης σκοπιμότητας που αφορά την υιοθεσία της τεχνολογίας γεωργίας ακριβείας στην παραγωγή κρόκου. Ως μελέτη σκοπιμότητας ορίζεται η διαδικασία εντοπισμού εισροών και εκροών, προβλημάτων και ευκαιριών, στοχοθέτησης, εξεύρεσης κατάλληλων λύσεων καθώς και της στάθμισης των μειονεκτημάτων και των πλεονεκτημάτων των διάφορων εναλλακτικών[6]. Εάν η μελέτη δείχνει ότι η επιχειρηματική ιδέα είναι βιώσιμη, το επόμενο στάδιο είναι η υλοποίηση της. Τα αποτελέσματα της μελέτης βιωσιμότητας συμβάλλουν στον αναλυτικό σχεδιασμό και μειώνουν τον χρόνο συλλογής πληροφοριών κατά την διάρκεια υλοποίησης του επιχειρηματικού σχεδίου. Σκοπός της οικονομοτεχνικής μελέτης είναι να εξετάσει την βιωσιμότητα της επένδυσης, εντοπίζοντας παράλληλα πιθανές αδυναμίες.

Στη μελέτη αυτή παρουσιάζεται και αναλύεται αρχικά ένα μοντέλο αποφάσεων που θα πρέπει να συμβουλευτεί ο υποψήφιος παραγωγός – επενδυτής. Έπειτα αναφέρεται η πολύτιμη βοήθεια αλλά και συνδρομή των φορέων που βοήθησαν για να τεθεί εις πέρας το Project “Παρακολούθηση καλλιέργειας κρόκου Κοζάνης με Μη επανδρωμένα Ιπτάμενα Οχήματα” ώστε να υλοποιηθεί η μελέτη σκοπιμότητας της επένδυσης αυτής. Στη συνέχεια γίνεται μια λεπτομερής περιγραφή των ρίσκων και των απειλών που θα υπάρξουν κατά την εφαρμογή της επένδυσης, αλλά ταυτόχρονα παρουσιάζονται και πιθανές λύσεις που θα μειώσουν ή ακόμα και θα εξαφανίσουν τέτοιου είδους εμπόδια. Για να μπορέσει μία οικονομοτεχνική μελέτη να θεωρηθεί έγκυρη, πρέπει να αναφέρονται και τα έξοδα της επένδυσης. Στην μελέτη αυτή επίσης αναφέρονται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί εξοπλισμών που υπάρχουν αυτήν την χρονική περίοδο στο εμπόριο, με τις ενδεικτικές τους τιμές. Υπάρχουν όμως διάφοροι μέθοδοι για την εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από τις οικονομικές καταστάσεις μιας υποψήφιας επιχείρησης. Έπειτα η μελέτη καταλήγει στο κεφάλαιο της χρηματοοικονομικής ανάλυσης, όπου με την χρήση των δημοφιλέστερων μαθηματικών τύπων που υπολογίζουν την οικονομική αποδοτικότητα μίας επένδυσης αλλά και την βοήθεια του προγράμματος Excel, υπάρχει η δυνατότητα να εξαχθεί μία πιο ολοκληρωμένη άποψη για το αν είναι οικονομικά αποδεκτή μία επένδυση σαν και αυτή. Το αρχείο Excel (Οικονομοτεχνική Μελέτη Επένδυσης) είναι αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης σκοπιμότητας της επένδυσης αυτής. Πιο συγκεκριμένα, στο έγγραφο Excel (Οικονομοτεχνική Μελέτη Επένδυσης) «αφήνουμε» την θεωρία και «εστιάζουμε» στην πράξη, δηλαδή υπολογίζονται όλα τα πιθανά κόστη και έσοδα, έτσι ώστε να γίνει εξαγωγή συμπεράσματος. Επιπλέον θετικό στοιχείο του



υπολογιστικού φύλλου Οικονομοτεχνική Μελέτη, είναι ότι κάθε υποψήφιος επενδυτής – αγρότης θα έχει την δυνατότητα να προσαρμόσει τα οικονομικά χαρακτηριστικά της παραγωγικής του μονάδας αλλά και της επένδυσης του, έτσι ώστε να γίνει εξαγωγή συμπεράσματος της οικονομικής αποδοτικότητας. Εν κατακλείδι στην τελευταία ενότητα, γίνεται μία παρουσίαση των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξε η μελέτη αυτή.





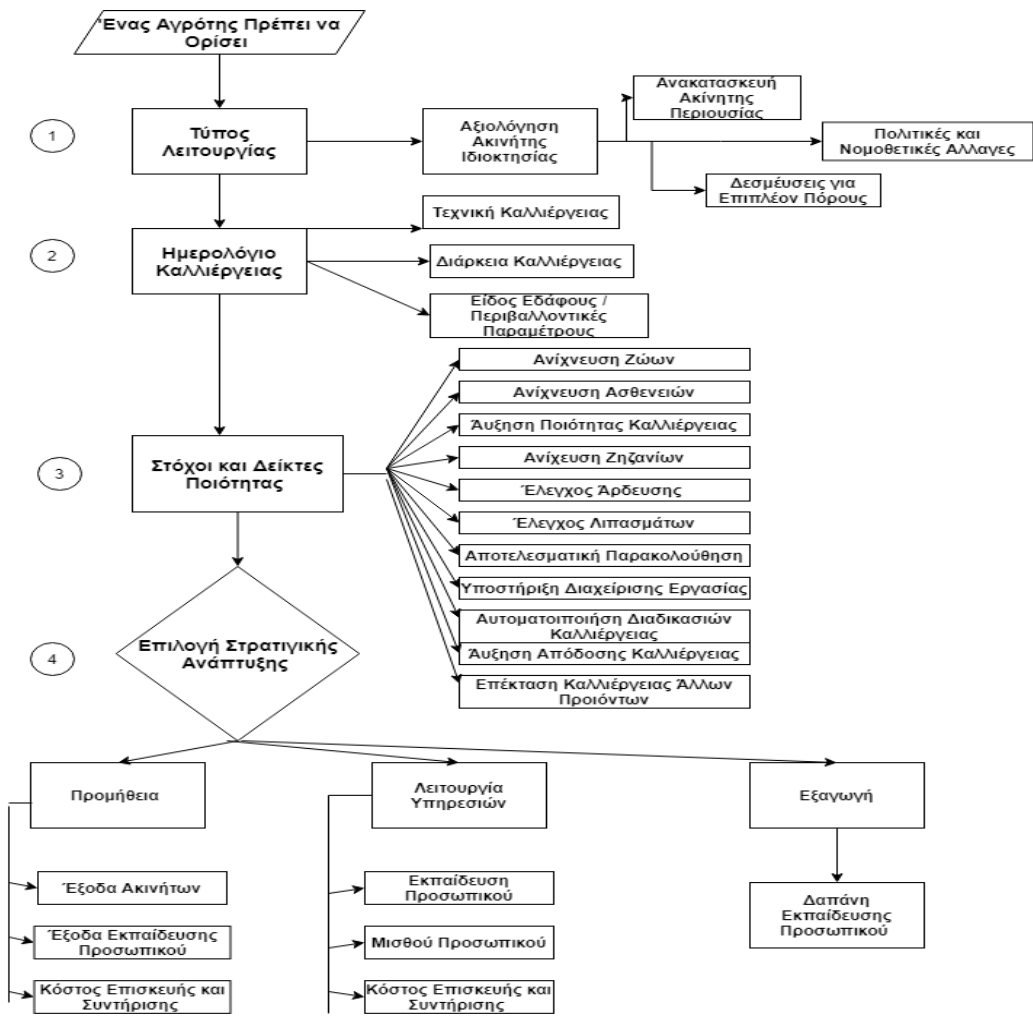
## 2. Σχέδιο Επένδυσης

Το σχέδιο επένδυσης αναφέρεται σε μια σειρά από προσχεδιασμένες αποφάσεις και ενέργειες, ώστε να δημιουργηθεί ή να επεκταθεί και να εκσυγχρονιστεί μια μονάδα παραγωγής κρόκου.

### 2.1 Μοντέλο Αποφάσεων

Σε αυτό το τμήμα παρέχεται ένα μοντέλο αποφάσεων, με σκοπό να βοηθήσει τους αγρότες να συλλέξουν όλες τις σχετικές οικονομικές εκδοχές, για τη χρησιμοποίηση ενός λεπτομερούς αγροτικού συστήματος παρακολούθησης στην επιχείρησή τους. Για να σχεδιαστεί ένα εξατομικευμένο οικονομικό πλάνο για κάθε αγροτική επιχείρηση, είναι απαραίτητη η καταγραφή των εξόδων που συνοδεύουν αυτή την προσπάθεια. Το μοντέλο που προτείνεται παρουσιάζεται στην Εικόνα 1 και αποτελείται από μία σειρά αποφάσεων που πρέπει να παρθούν από τον αγρότη ώστε να συγκεκριμενοποιηθούν τα ανάλογα έξοδα [7].





Εικόνα 2 Μοντέλο Αποφάσεων

Πιο συγκεκριμένα, η αγροτική επιχείρηση πρέπει να καθορίσει τα ακόλουθα:

- Τον τύπο του περιβάλλοντος δραστηριοποίησης της πλατφόρμας παρακολούθησης
- Τους στόχους και τους ποιοτικούς δείκτες
- Το ημερολόγιο καλλιέργειας
- Την στρατηγική ανάπτυξης

**I. Καθορισμός του τύπου περιβάλλοντος λειτουργίας**

Μέχρι πρόσφατα η γεωργία ήταν απομακρυσμένη από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Πλέον



στους αγρότες παρέχεται η δυνατότητα να αυξήσουν την παραγωγή και την ποιότητα του προϊόντος, υιοθετώντας τεχνολογίες δικτύωσης και μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα. Ωστόσο, για να υιοθετηθεί και να χρησιμοποιηθεί αυτός ο σύγχρονος εξοπλισμός, οι αγροτικές επιχειρήσεις πρέπει να επανεκτιμήσουν τις υποδομές τους. Πιο συγκεκριμένα, ίσως χρειαστούν αποφάσεις σχετικά με την αναδιοργάνωση των κτημάτων και γενικά των ιδιόκτητων χώρων, επικεντρώνοντας στην δημιουργία ενός κέντρου ελέγχου της καινούργιας πλατφόρμας παρακολούθησης και χώρου αποθήκευσης του εξοπλισμού. Επίσης, ίσως να είναι απαραίτητες νομοθετικές αλλαγές αλλά και αλλαγές στην πολιτική του κράτους ως προς την αντιμετώπιση της υλοποίησης τέτοιων επενδύσεων (πχ. επιχορηγήσεις επενδύσεων γεωργίας ακριβείας). Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη δεσμεύσεις πρόσθετων πόρων. Η επιλογή των συστημάτων έξυπνης παρακολούθησης είναι σημαντικός παράγοντας στην επένδυση της ακρίβειας των γεωργικών πρακτικών. Επίσης, πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα ασφαλείας κατά τη διάρκεια πτήσεων των μη επανδρωμένων οχημάτων και μία σταθερή σύνδεση στην βάση δεδομένων για την αποθήκευση και συλλογή δεδομένων. Δεδομένου ότι η αγροτική επιχείρηση μπορεί να υποστηρίξει αυτή την τεχνολογική προσπάθεια και έχει το κατάλληλο κεφάλαιο να στηρίξει όλες τις απαραίτητες λειτουργικές αλλαγές, το πλάνο επένδυσης μπορεί να συνεχιστεί.

## ***II. Προσδιορισμός στόχων και δεικτών ποιότητας.***

Η λεπτομερής και έξυπνη γεωργία ακριβείας εμπεριέχει έναν αριθμό τεχνικών, που μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στο ρυθμό και στην ποιότητα της παραγωγής στους αγρούς με βάση την λεπτομερή ανάλυση δεδομένων. Επίσης, κάθε αγροτική επιχείρηση χρειάζεται τις υπηρεσίες αυτών των τεχνολογιών για διάφορους λόγους. Οι αγρότες ίσως να είναι ικανοποιημένοι με την ποιότητα του προϊόντος, αλλά να στερούνται σε ρυθμό παραγωγής. Ίσως να χρειάζεται εντοπισμός κάποιων ασθενειών (ζιζάνια κλπ) μέσα στους αγρούς και να πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα ώστε να απαλλαγούν οι σοδειές από αυτές. Κάποιοι άλλοι ίσως επικεντρωθούν στο να βάλουν διάφορων ειδών καλλιέργειες στους αγρούς τους, χωρίς να αλλάξουν τον τρέχων ρυθμό παραγωγής. Η λεπτομερής γεωργία μπορεί να βοηθήσει τους αγρότες να διευθύνουν και να συνδυάσουν πολλές καλλιέργειες ταυτόχρονα, πετυχαίνοντας το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Με άλλα λόγια, οι αγροτικές επιχειρήσεις πρέπει να αναγνωρίσουν τους στόχους και τις ανάγκες τους πριν αγοράσουν οποιοδήποτε εξοπλισμό ή ξεκινήσουν κάποια συνεργασία με κάποια άλλη εταιρεία. Οι επιθυμητοί δείκτες ποιότητας στην παραγωγή έχουν τεράστια επιρροή στις τεχνολογίες και τον εξοπλισμό που απαιτείται.



Η αναγνώριση στόχων μπορεί να γλυτώσει την επιχείρηση από επιπρόσθετα μη επιθυμητά έξοδα και να βοηθήσει τους αγρότες να επενδύσουν σε αυτό που πραγματικά χρειάζεται η επιχείρηση τους ώστε να πετύχουν. Οι στόχοι και οι δείκτες ποιότητας μπορεί να περιέχουν τα παρακάτω[8] :

- Βελτίωση ποιότητας σοδειάς
- Αύξηση της απόδοσης της σοδειάς
- Εντοπισμό ασθενειών
- Εντοπισμό ζώων
- Εντοπισμό ζιζανίων
- Έλεγχο άρδευσης
- Έλεγχο λιπασμάτων
- Αποτελεσματική παρακολούθηση στοιχείων
- Υποστήριξη στη διαχείριση εργασίας στους αγρούς
- Αυτοματοποίηση σε συγκεκριμένες διαδικασίες καλλιέργειας
- Διεύρυνση στη γεωργία άλλων προϊόντων αγρών

### ***III. Προσδιορισμός γεωργικού ημερολογίου***

Η χρήση τεχνικών γεωργίας ακριβείας πρέπει να συμβαδίζει με το γεωργικό ημερολόγιο της κάθε παραγωγής. Δεν καλλιεργούνται όλες οι σοδειές με τις ίδιες τεχνικές και την ίδια διάρκεια χρόνου. Κάθε καλλιέργεια έχει διαφορετικές απαιτήσεις και ανάγκες για να αναπτυχθεί. Επιπλέον, απαιτούνται συγκεκριμένου είδους έδαφος ή περιβαλλοντικές παράμετροι για την κάθε καλλιέργεια. Τα έξυπνα γεωργικά συστήματα παρακολούθησης παράγουν ένα σημαντικό ποσό πληροφοριών, που βοηθάει τους αγρότες να αξιολογήσουν τις υπάρχουσες μεταβλητές της καλλιέργειας και να αποτρέψουν οποιαδήποτε ζημιά. Για αυτό το λόγο, οι πτήσεις των μη επανδρωμένων οχημάτων πρέπει να προγραμματίζονται με βάση τη διαδικασία καλλιέργειας της κάθε είδους σοδειάς. Επιπλέον, οι αισθητήρες ίσως χρειαστεί να συλλέγουν δεδομένα σε συγκεκριμένες ημερομηνίες, όπου τα δεδομένα αυτά μπορούν να αποκαλύψουν σημαντικές πληροφορίες για την κατάσταση της σοδειάς και τον ρυθμό ανάπτυξης. Οι πτήσεις των οχημάτων ίσως είναι απαραίτητες κάθε εβδομάδα, δύο φορές τον μήνα ή μόνο τρεις φορές τον χρόνο πριν την περίοδο συγκομιδής. Το γεωργικό ημερολόγιο είναι αρκετά σημαντικό για την επίτευξη υψηλής επιστροφής επί της επένδυσης στη



λεπτομερή γεωργία. Ένα σημαντικό ποσό των δαπανών μπορεί να αποφευχθεί, προσαρμόζοντας την διαδικασία παρακολούθησης με τρόπο τέτοιο, ώστε οι αγροί να παρακολουθούνται μόνο σε σημαντικές περιόδους. Αυτές οι περίοδοι θα καθοριστούν από τους ίδιους τους αγρότες με βάση την εμπειρία τους στην παραγωγή συγκεκριμένων ειδών σοδειάς.

#### ***IV. Προσδιορισμός τύπου ανάπτυξης***

Μόλις η αγροτική επιχείρηση προσδιορίσει την κατεύθυνση σε ότι αφορά τα προηγούμενα θέματα, πρέπει να διαμορφωθεί μία στρατηγική ανάπτυξης. Η στρατηγική ανάπτυξης καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα εφαρμοστούν οι διαδικασίες λεπτομερούς γεωργίας. Με βάση αυτή τη στρατηγική μπορεί να διαμορφωθούν πιθανές συνεργασίες, επικεντρωμένες στην στήριξη της αγροτικής επιχείρησης σχετικά με την χρήση των τεχνολογιών IoT στους αγρούς κατά την διάρκεια των διαδικασιών καλλιέργειας. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή την απόφαση, η αγροτική επιχείρηση έχει τις ακόλουθες εναλλακτικές:

- Προμήθεια : Στήσιμο της πλατφόρμας εντός των ορίων του κτήματος, αγορά του συνολικού εξοπλισμού και εκπαίδευση λειτουργίας του από την ίδια. Η πρόσληψη νέων εργατών για την λειτουργία όλης της διαδικασίας βρίσκεται επίσης σε αυτήν την κατηγορία.
- Παροχή υπηρεσιών : Ενοικίαση του συνολικού εξοπλισμού από άλλη επιχείρηση αλλά εκπαίδευση για την λειτουργία από την ίδια.
- Εξωτερική ανάθεση : Συνεργασία με μία επιχείρηση ICT (Information and Communication Technologies) και ανάθεσή της ως υπεύθυνη για την λειτουργία ολόκληρης της πλατφόρμας.

Κάθε μία από τις παραπάνω εναλλακτικές, οδηγεί σε διαφορετική ροή των εξόδων λειτουργίας όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 . Με βάση τη στρατηγική προμήθειας, αν η αγροτική επιχείρηση επιλέξει να αγοράσει, τοποθετήσει και λειτουργήσει την πλατφόρμα παρακολούθησης μόνη της, θα συμπεριληφθούν όλα τα έξοδα λειτουργίας που αναφέρονται στο κεφάλαιο 6. Πιο συγκεκριμένα, κτηματομεσιτικά έξοδα που περιλαμβάνουν ανοικοδόμηση κτιρίων και χώρων αποθήκευσης, επιπλέον μισθοί προσωπικού για να υποστηρίξουν τις διαδικασίες, όπως και το κόστος επιδιόρθωσης και συντήρησης για την τοποθέτηση εξοπλισμού αλλά και για την βελτίωση των υπάρχοντων ικανοτήτων του προσωπικού. Η πλατφόρμα παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένων των μη επανδρωμένων



οχημάτων και των ειδικών WSN (Wireless Sensor Network), θα λειτουργείται ιδανικά μόνο από το εκπαιδευμένο προσωπικό, στο οποίο θα πρέπει να ανήκει και ένας διαχειριστής συστήματος. Ο αγρότης θα είναι αυτός που θα επιβλέπει όλη τη διαδικασία καλλιέργειας και θα λαμβάνει όλες τις αποφάσεις σχετικά με κάθε πράξη. Το επιπρόσθετο προσωπικό μπορεί επίσης να αναλάβει την συντήρηση και επιδιόρθωση του εξοπλισμού.

Σύμφωνα με τη στρατηγική παροχής υπηρεσιών, ο σταθμός του Server της πλατφόρμας παρακολούθησης θα βρίσκεται εντός του χώρου της συνεργάτιδας εταιρείας. Αυτή η εταιρία θα παρέχει όλες τις απαραίτητες υπηρεσίες και τον κατάλληλο εξοπλισμό για την παρακολούθηση του αγρού, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων, των μη επανδρωμένων οχημάτων και των εργαλείων Software για την ανάλυση δεδομένων. Ο αγρότης θα μπορεί να νοικιάσει τον ανάλογο εξοπλισμό μέσω συμβολαίου από την αρμόδια επιχείρηση και να τον χρησιμοποιήσει οποτεδήποτε τον χρειάζεται. Όλες οι πληροφορίες που θα συλλέγονται, θα αποθηκεύονται και θα προστατεύονται σε μία βάση δεδομένων, όπου ο αγρότης θα έχει επιπλέον προνόμια. Σε αυτή την περίπτωση, οι αγροτικές επιχειρήσεις θα πρέπει να διαχειριστούν επιπλέον μισθούς προσωπικού και έξοδα εκπαίδευσης του υπάρχοντος προσωπικού για να λειτουργεί τον εξοπλισμό αυτό. Την επιδιόρθωση και την συντήρηση θα αναλαμβάνει επίσης το προσωπικό της γεωργικής επιχείρησης.

Τέλος, η στρατηγική εξωτερικής ανάθεσης προτείνει μία πλήρη και συνεχή συνεργασία με μία επιχείρηση ICT. Σε αυτή την περίπτωση, η αγροτική επιχείρηση θα αναπτύξει συμβόλαιο με μία εταιρεία ειδική στον τομέα τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας (ICT) προκειμένου να αυξηθούν το κέρδος της παραγωγής και η ποιότητα της σοδειάς. Με βάση αυτή τη συνεργασία, ο αγρότης θα μπορεί να αποφύγει κτηματομεσιτικά έξοδα, κόστος προσωπικού όσο και έξοδα επιδιόρθωσης και συντήρησης. Η συνεργάτιδα εταιρεία θα διαχειρίζεται όλες τις τεχνολογικές πτυχές της διαδικασίας λεπτομερούς γεωργίας. Ωστόσο, το υπάρχον αγροτικό προσωπικό ίσως χρειαστεί να παρευρεθεί σε κάποια μαθήματα εκπαίδευσης ώστε να συμμετέχει σε κάποιες διαδικασίες καλλιέργειας που απαιτείται συνεργασία μεταξύ των δύο. Είναι επίσης γεγονός, ότι τέτοια συνεργασία θα απαιτεί σημαντικό ποσό των κερδών παραγωγής.



## 2.2 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της γεωργίας ακριβείας με συστήματα διαχείρισης σε μικρές εκμεταλλεύσεις της Μεσογείου

Παρακάτω θα παρουσιαστούν συγκεκριμένα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω της εφαρμογής των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας σε τρεις γεωργικές παραγωγικές μονάδες που βρίσκονται κατά μήκος των πορτογαλικών-ισπανικών συνόρων [9]. Η συλλογή έγινε λαμβάνοντας υπόψη τρεις παραμέτρους (ποσοστό αποτυχίας σποράς, διαφοροποιημένη άρδευση και γονιμοποίηση της καλλιέργειας), προκειμένου να καθοριστούν τα οικολογικά οφέλη αυτών των μεθόδων, αλλά και οι οικονομικές και παραγωγικές τους πτυχές. Τα ληφθέντα αποτελέσματα με βάση αυτές τις μεθόδους, επισημαίνουν το γεγονός ότι ένας αποτελεσματικός συνδυασμός των τεχνικών UAV(Μη Επανδρωμένο Αεροσκάφος), RPAS (Απομακρυσμένα Πιλοτικά Συστήματα Αεροσκαφών) και NDVI (Ομαλοποιημένος Δείκτης Βλάστησης) επιτρέπουν σημαντική εξοικονόμηση κεφαλαίου στον τομέα της παραγωγικότητας, προωθώντας έτσι μια βιώσιμη γεωργία τόσο από οικολογική όσο και από οικονομική άποψη. Επιπλέον, ακόμη και σε μικρές εκμεταλλεύσεις, όπως αυτές που αξιολογούνται σε αυτή τη μελέτη [10] (λιγότερο από 500 στρέμματα), το κόστος που σχετίζεται με την εφαρμογή των προαναφερθέντων γεωργικών διαδικασιών ακριβείας υπερβαίνει σε μεγάλο βαθμό τα οικονομικά οφέλη που επιτεύχθηκαν με την εφαρμογή τεχνολογιών ακριβείας σε αγροκτήματα, ανεξάρτητα από τα σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη που επιφέρει η μείωση χρήσης ζωτικών πόρων όπως το νερό και τα λιπάσματα.

Στο πλαίσιο αυτό, η μελέτη της συγκεκριμένης έρευνας έδειξε ότι στοχεύει να συμβάλει όχι μόνο στην καλύτερη κατανόηση του αντίκτυπου της γεωργίας ακριβείας μέσω της χρήσης τεχνικών UAV / RPAS και NDVI σε μικρές μεσογειακές εκμεταλλεύσεις αλλά και στον προσδιορισμό των οφελών που συνδέονται με την εφαρμογή αυτών των μεθόδων από οικολογική αλλά και οικονομική πλευρά καθώς και της παραγωγικότητας. Αυτή η μελέτη έχει ως στόχο την ενθάρρυνση της χρήσης αυτών των τεχνολογιών σε όλο και περισσότερες σε αριθμό μικρές καλλιέργειες στην Πορτογαλία και την Ισπανία [11].

Η έρευνα της οποίας ελήφθησαν τα στοιχεία διεξήχθη σε 3 διαφορετικά αγροτεμάχια:

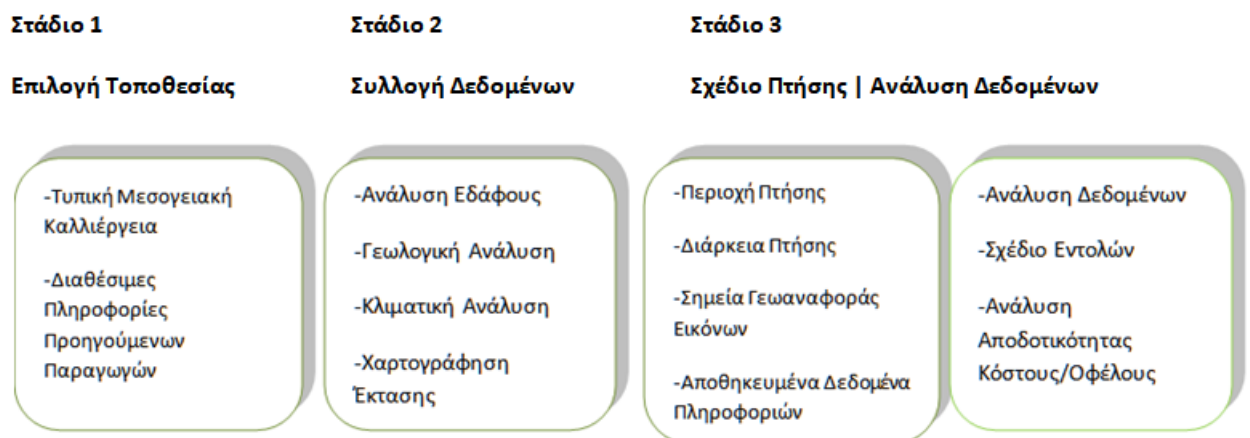
- Παραγωγική Μονάδα Α - αρδευόμενο αγροτεμάχιο 198 στρέμματα - παραγωγή καλαμποκιού
- Παραγωγική Μονάδα Β - αρδευόμενο αγροτεμάχιο 174 στρέμματα - παραγωγή καλαμποκιού



- Παραγωγική Μονάδα Γ - αρδευόμενο αγροτεμάχιο 288 στρέμματα - παραγωγή ελιάς

Σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι σχεδόν 480 mm, τα περισσότερα από τα οποία κατά τη διάρκεια της ψυχρότερης περιόδου, από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο. Το κλίμα που επικρατεί στις περιοχές αυτές είναι ζεστά ξηρά καλοκαίρια και χαμηλές θερμοκρασίες τον χειμώνα με αρκετή υγρασία. Αυτό κάνει την έρευνα αυτή χρήσιμη, διότι το κλίμα της χώρας μας είναι παρόμοιο.

Οι ερευνητές έκαναν μια σημαντική προσπάθεια για την ανάπτυξη ενός κατάλληλου μεθοδολογικού πλαισίου, καθώς η μελέτη απαιτούσε όχι μόνο τη χρήση συγκεκριμένης τεχνολογίας, αλλά και τη συλλογή δεδομένων κατά τη διάρκεια της αγροτικής δραστηριότητας. Επομένως, ήταν απαραίτητο να υπάρχει ένα καλά καθιερωμένο πρωτόκολλο, έτσι ώστε η έρευνα να μην προκαλεί κανένα σφάλμα στις γεωργικές δραστηριότητες. Στο πλαίσιο αυτό, η γενική μεθοδολογία (Εικόνα 3) χωρίστηκε σε τρεις κύριες ενότητες, που σχετίζονται με τη μελέτη/επιλογή αγροτεμαχίων, με τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων από τα επιλεγμένα κτήματα και με τον ορισμό ενός προγράμματος πτήσης που επέτρεψε τη συλλογή πληροφοριών NDVI, χρήσιμων για την ανάπτυξη ενός προγράμματος εντολών και μια ανάλυση κόστους-οφέλους τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική άποψη.



*Εικόνα 3 Μεθοδολογία Έρευνας*

Τα οφέλη από τη χρήση των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας σύμφωνα με αυτή τη μελέτη είναι προφανή[12] (Εικόνα 4), λαμβάνοντας υπόψη ότι αντί των παραδοσιακών 230 μονάδων αζώτου ανά 10 στρέμματα που εφαρμόζονταν κανονικά σε όλη την ιδιοκτησία, η χρήση τεχνολογιών ακριβείας επέτρεψε στους αγρότες να διατηρήσουν την παραγωγικότητα και





ταυτόχρονα επέφερε τη μείωση κατά 211 μονάδων αζώτου σε αγροτεμάχιο κάτω των 200 στρεμμάτων. Εκτός από τη φυσική μείωση του κόστους, αυξάνοντας την παραγωγικότητα, αυτό το μέτρο επέτρεψε ένα πραγματικό κέρδος μεταφραζόμενο σε οικονομικούς όρους καθώς επίσης και σε περιβαλλοντικό κόστος, καθώς υπήρξε μείωση περίπου 5% της συνολικής χρήσης λιπασμάτων.

| Τομέας                | Περιοχή (στρέμματα) | Δόση N (L/10 Στρέμ) | Κατανάλωση (L) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Παραδοσιακή Εφαρμογή  | 192.9               | 230                 | 4437           |
| Προτεινόμενη Εφαρμογή | 192.9               | Μεταβλητή           | 4216           |
| 1                     | 48                  | 240                 | 116            |
| 2                     | 24.2                | 220                 | 532            |
| 3                     | 33.6                | 230                 | 774            |
| 4                     | 24.2                | 210                 | 508            |
| 5                     | 37                  | 200                 | 739            |
| 6                     | 24.1                | 210                 | 506            |
| 7                     | 18.2                | 230                 | 419            |
| 8                     | 20.3                | 230                 | 466            |
| 9                     | 2.1                 | 240                 | 50             |
| 10                    | 4.4                 | 240                 | 105            |

*Εικόνα 4 Χρήση Λιπασμάτων*

## 2.3 Ανάλυση SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας παρουσιάζεται η ανάλυση SWOT [13], που αποτελεί την πιο σωστή προσέγγιση στην αξιολόγηση δυνατοτήτων, αδυναμιών, ευκαιριών και απειλών όταν πρόκειται για την αξιολόγηση της προστιθέμενης αξίας του αγαθού, που οι έξυπνες γεωργικές τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν στον γεωργό. Ο πρώτος πίνακας συνοψίζει τα θετικά και τα αρνητικά της λεπτομερούς τηλεπισκόπησης στους όρους δυνατοτήτων, αδυναμιών, ευκαιριών και απειλών (SWOT). Οι αγρότες ή οι αγροτικές εταιρείες μπορούν να προσαρμόσουν μία ανάλυση SWOT σε συγκεκριμένα είδη καλλιεργειών, ώστε να αποφασίσουν αν θα χρησιμοποιήσουν τέτοια συστήματα ή όχι.

### I. Δυνατότητες

Υπάρχουν πολλά οφέλη που μπορεί να προσφέρει η τηλεπισκόπηση στην γεωργία. Η τηλεπισκόπηση, το GPS και η ανάλυση δεδομένων επιτρέπουν την αναβάθμιση του



γεωργικού εξοπλισμού στην διαχείριση διαφόρων καλλιεργειών με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ακρίβεια, ενώ μειώνουν το κόστος παραγωγής. Η παρακολούθηση του εδάφους σε πραγματικό χρόνο και των φυσικοχημικών παραμέτρων των φυτών, επιτρέπουν την απόκτηση σημαντικών δεδομένων σχετικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την ενυδάτωση, την θερμοκρασία, την εξατμισοδιαπνοή, την ακτινοβολία και την υγρασία του εδάφους και των φύλλων[14]. Με τον έλεγχο της κατάστασης αυτών των παραμέτρων, μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη ανάπτυξη και άρδευση των φυτών. Η τηλεπισκόπηση και η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, μπορούν να παρέχουν στις γεωργικές επιχειρήσεις την ικανότητα να αναβαθμίσουν την ποιότητα της σοδειάς και την παραγωγικότητα με το μικρότερο δυνατό κόστος. Οι αγρότες μπορούν να λάβουν καλύτερες αποφάσεις διαχείρισης και να κρατάνε ηλεκτρονικά δεδομένα σχετικά με την κατάσταση της παραγωγής, του εξοπλισμού και των πωλήσεων, ενώ ταυτόχρονα γλυτώνουν χρόνο και χρήματα. Τα δεδομένα που αποκτούνται από τις καλλιέργειες, βοηθούν στην μείωση του κόστους λιπασμάτων και χημικών μεθόδων, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν τη ρύπανση του περιβάλλοντος μέσω της χρήσης λιγότερων χημικών. Κάθε ασθένεια μπορεί να αναγνωριστεί και να αντιμετωπιστεί πριν να είναι αργά, τα ζώα που καταστρέφουν τις σοδειές μπορούν να ανιχνευθούν αμέσως, όπως και η παρουσία ζιζανίων.

## *II. Αδυναμίες*

Παρά τα οφέλη και τις δυνατότητες, οι καλλιέργειες ακριβείας απαιτούν συγκεκριμένο Software και Hardware ώστε να εφαρμοστούν. Οι αγρότες συνήθως δεν έχουν αυτόν τον εξοπλισμό ούτε την γνώση να τον χρησιμοποιήσουν. Επιπρόσθετα τέτοια σύγχρονα συστήματα παρόλο που είναι φιλικά προς τον χρήστη, απαιτούν συγκεκριμένη συντήρηση και διαδικασία εγκατάστασης. Οι αγρότες θα πρέπει να παρέχουν ένα αρχικό ποσό ώστε να αποκτήσουν όλες τις απαραίτητες συσκευές και εργαλεία. Για τον μέσο παραγωγό η πολυπλοκότητα της τεχνολογίας αυτής, το κόστος του εξοπλισμού και ο χρόνος που απαιτείται ώστε να μάθει να συμβαδίζει και να μένει ενήμερος με τα συστήματα, κατά πάσα πιθανότητα θα ξεπερνάει αυτό που οι περισσότεροι παραγωγοί είναι πρόθυμοι ή μπορούν να επενδύσουν. Σχετικά με την λειτουργία του συστήματος, μία μεγάλη αδυναμία της λεπτομερούς γεωργικής παρακολούθησης είναι το όριο της διάρκειας της μπαταρίας των αισθητήρων που βρίσκονται τοποθετημένοι στους αγρούς. Για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, είναι απαραίτητες οι συχνές αλλαγές της μπαταρίας τόσο στους αισθητήρες των αγρών όσο και στα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα. Επίσης, υπάρχει



μεγάλη πιθανότητα να χαθούν τα δεδομένα λόγω υπερφόρτωσης του συστήματος και αναξιόπιστων συνδέσμων που μπορεί να υπάρχουν στο WSN(Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων) ή ακόμα και να κλαπούν για δολιοφθορά. Παρόλο που η σημασία της απώλειας των δεδομένων του δικτύου των ασύρματων αισθητήρων είναι σημαντική, η έρευνα σε αυτό το πρόβλημα είναι ακόμα σχετικά μικρή.

### **III. Ευκαιρίες**

Η χρήση των έξυπνων γεωργικών συστημάτων φέρνει τους αγρότες πιο κοντά στις σύγχρονες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις αγροτικές διεργασίες. Πιο αποτελεσματικά επιχειρηματικά σχέδια μπορούν να σχεδιαστούν και να εισαχθούν για την αύξηση των κερδών και ταυτόχρονα να αναπτυχθούν στρατηγικές συνεργασίας για την διεύρυνση σημαντικών προϊόντων. Επιπρόσθετα, μπορεί να επιτευχθεί πιο αποτελεσματική διαχείριση σε ότι αφορά τις εργατοώρες που δαπανήθηκαν για την παραγωγή διαδικασία. Τέλος, η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών στην γεωργία μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην επαγγελματική καθοδήγηση του αστικού πληθυσμού που θα έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της αγροοικονομίας.

### **IV. Απειλές**

Η επένδυση στα συστήματα λεπτομερούς αγροτικής παρακολούθησης εμπεριέχει διαφόρων ειδών κινδύνους. Η έξυπνη γεωργία υποτίθεται ότι αυξάνει την ποιότητα των καλλιεργειών, αλλά δεν μπορεί να εξαλείψει την πιθανότητα να αποτύχει η σοδειά. Μία κακή αγροτική σεζόν μπορεί να εμπεριέχει μεγαλύτερες οικονομικές απώλειες όταν γίνονται προκαταβολικές πληρωμές για δειγματοληψίες εδάφους ή συντήρησης εξοπλισμού. Επιπρόσθετα, παρά την τεχνολογική πρόοδο στον γεωργικό εξοπλισμό η ασφάλεια των δεδομένων και της ιδιωτικότητας είναι ακόμα υπό ανάπτυξη και δεν προστατεύονται πλήρως. Η σύγχρονη τεχνολογία του IoT έχει αποδειχθεί ότι είναι επιρρεπής στις διαδικτυακές επιθέσεις[15]. Οπότε, η διασφάλιση της ακεραιότητας και του απόρρητου των προσωπικών πληροφοριών του αγρότη και των συλλεγόμενων δεδομένων από τους αισθητήρες και τα μη επανδρωμένα εναέρια σκάφη στους αγρούς είναι μία πρόκληση. Επίσης, οι φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες, οι δυνατοί άνεμοι ή η ξηρασία μπορούν να προκαλέσουν ζημιά στην παραγωγή και τον εξοπλισμό. Επιπλέον, υπάρχει πάντα το ρίσκο να διακοπεί η συνεργασία με έμπειρο προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την λειτουργία συγκεκριμένου έξυπνου εξοπλισμού κατά την παραγωγή. Αν δεν γίνει αμέσως η αντικατάσταση του, μπορεί να μειωθεί ο ρυθμός



παραγωγής.

| <b>Δυνατότητες</b>  | <b>Αδυναμίες</b>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>-Έλεγχος Άρδευσης Καλλιεργειών</li><li>-Μείωση Χρήσης Λιπασμάτων</li><li>-Τηλεπισκόπηση Φιλική προς το Περιβάλλον</li><li>-Αύξηση Ποιότητας Καλλιέργειας</li><li>-Μείωση Κόστους Παραγωγής</li><li>-Αύξηση Κέρδους και Παραγωγικότητας</li><li>-Ανίχνευση Real-Time Ασθενειών</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>-Περιορισμένη Διάρκεια Ζωής Μπαταρίας Αισθητήρα</li><li>-Απώλεια Δεδομένων</li><li>-Έλλειψη Αρχικού Κεφαλαίου</li><li>-Έλλειψη Υλικού και Λογισμικού</li><li>-Έλλειψη Γνώσεων</li><li>-Δυσκολία Εγκατάστασης και Συντήρησης</li></ul> |
| <b>Ευκαιρίες</b>  | <b>Απειλές</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>-Εξοικείωση με Σύγχρονες Τεχνολογίες</li><li>-Διαχείριση των Ωρών Εργασίας</li><li>-Νέες Στρατηγικές Συνεργασίας</li><li>-Νέα Επιχειρηματικά Σχέδια</li><li>-Επαγγελματική Καθοδήγηση του Αστικού Πληθυσμού</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>-Ζητήματα Ασφάλειας Δεδομένων και Απόρρητων Εγγράφων</li><li>-Φυσικές Καταστροφές (καταιγίδες, πλημμύρα, φωτιά)</li><li>-Κίνδυνοι Καταστροφής Υλικού</li><li>-Απόλυση Έμπειρου Προσωπικού</li></ul>                                   |

*Πίνακας 1 Ανάλυση SWOT*



### **3. Περιγραφή Φορέων Επένδυσης**

Φορείς υλοποίησης, είναι οι αρμόδιοι οργανισμοί ή τα άτομα που έχουν ως ευθύνη να μελετήσουν, να οργανώσουν και να υλοποιήσουν, όλες τις απαραίτητες ενέργειες που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί ένα έργο. Σε αυτήν την ενότητα περιγράφονται οι φορείς που εμπλέκονται στη μελέτη εφαρμογής της γεωργίας ακριβείας στην παραγωγή κρόκου.

#### **3.1 Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων Έρευνας Πανεπιστήμιου Δυτικής Μακεδονίας (ΕΛΚΕ ΠΔΜ)**

Το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας είναι ένα ίδρυμα που η βάση του είναι κυρίως στην πόλη της Κοζάνης αλλά και στην πόλη της Φλώρινας [16]. Το πανεπιστημιακό ίδρυμα αποτελείται από τρεις σχολές, την Πολυτεχνική που εδράζει στην πόλη της Κοζάνης, την Παιδαγωγική και την Καλών Τεχνών που εδράζουν στην πόλη της Φλώρινας. Η Πολυτεχνική σχολή που στην προκειμένη περίπτωση είναι αυτή που επιβλέπει και αξιολογεί αυτή την μελέτη, συνεργάζεται με αρκετούς φορείς και επιχειρήσεις στο πλαίσιο έρευνας και ανάπτυξης διαφόρων καινοτόμων ιδεών. Το προσωπικό του ΠΔΜ χαρακτηρίζεται από επαγγελματισμό, γνώσεις και επιστημονικότητα. Στο Πανεπιστήμιο ανήκει ένα καταλυτικό τμήμα που ονομάζεται Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων Έρευνας (ΕΛΚΕ ΠΔΜ). Το τμήμα αυτό έχει ως στόχο την υποβολή, αξιολόγηση, διαχείριση και υλοποίηση ερευνητικών προγραμμάτων με έδρα την χώρα μας ή ακόμα και την Ευρώπη. Βασικό στοιχείο του τμήματος, είναι το ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα το οποίο καλύπτει τις ανάγκες των προγραμμάτων και τις απαιτήσεις των χρηματοδοτών. Όσο αφορά την ιστορία του ΕΛΚΕ ΠΔΜ να αναφέρουμε ότι έχει υλοποιήσει τουλάχιστον 150 έργα με επιτυχία.

#### **3.2 Αναγκαστικός Συνεταιρισμός Κροκοπαραγωγών Κοζάνης**

Ο Αναγκαστικός Συνεταιρισμός Κροκοπαραγωγών Κοζάνης υποστηρίζεται από περίπου 1000 μέλη που προέρχονται κυρίως από τα Δυτικά Διαμερίσματα του νομού Κοζάνης της Δυτικής Μακεδονίας, με έτος ίδρυσης το 1971 [17]. Η έδρα του συνεταιρισμού βρίσκεται στο χωριό Κρόκος της Κοζάνης. Ο κρόκος καλλιεργείται στην περιοχή της Κοζάνης από τον 17<sup>ο</sup> αιώνα. Η πολυετής ασχολία με την παραγωγή του κρόκου έχει επιφέρει σημαντική εμπειρία στον χώρο. Ο συνεταιρισμός κατέχει την πιστοποίηση ISO 9001:2008 και το αποκλειστικό δικαίωμα να συλλέγει, ελέγχει, συσκευάζει και να διακινεί όλη την ετήσια παραγωγή κρόκου. Κάθε παραγωγός έχει την υποχρέωση να παραδίδει την ετήσια παραγωγή του στον



συνεταιρισμό. Η καλλιέργεια κρόκου απασχολεί περίπου 5000 άτομα στην περιφέρεια της Κοζάνης και της Δυτικής Μακεδονίας γενικότερα. Ο Αναγκαστικός Συνεταιρισμός Κροκοπαραγωγών Κοζάνης έχει τους παρακάτω στόχους :

- Συντονισμός καλλιέργειας του κρόκου έτσι ώστε να αυξηθεί η παραγωγή αλλά και να βελτιωθεί η ποιότητά του
- Συγκέντρωση και διάθεση της παραγωγής του κρόκου
- Τυποποίηση και ενιαία εμφάνιση του προϊόντος

Για να επιτύχει τους στόχους του, προβαίνει σε συγκεκριμένες ενέργειες, όπως η μέριμνα για την επιστημονική μελέτη της καλλιέργειας κρόκου, την εκπαίδευση των καλλιεργητών και την παροχή των ειδικευμένων σχετικών πληροφοριών και οδηγιών. Επιπλέον, προμηθεύει στα μέλη του τα απαραίτητα γεωργικά είδη για την παραγωγή κρόκου και συγκεντρώνει, επεξεργάζεται, τυποποιεί, συσκευάζει και διαθέτει το προϊόν για λογαριασμό των συνεταιίρων. Παράλληλα, συμμετέχει με ποσοστό 55% στη νεοϊδρυθείσα εταιρεία ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΚΡΟΚΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ ΑΒΕΕ μαζί με την εταιρεία ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΚΟΡΡΕΣ ΑΕ, η οποία παράγει βιολογικά ροφήματα με κρόκο Κοζάνης. Ο συνεταιρισμός στεγάζεται σε ιδιόκτητο κτίριο συνολικής επιφάνειας 612.40 τ.μ. και όγκου 2.152 κ.μ σε οικόπεδο επιφάνειας 477.20 τ.μ.. Η ονομασία «ΚΡΟΚΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ» έχει πλέον καταχωρηθεί ως προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (ΠΟΠ) [18].

### 3.3 Παραγωγός Κρόκου

Το μωβ λουλούδι του Κρόκου Κοζάνης, με τα εξεζητημένα κόκκινα στίγματα που κρύβουν μοναδική δύναμη, ανθίζει μία φορά το χρόνο για 20 περίπου ημέρες τον Οκτώβριο. Οι ντόπιοι καλλιεργητές ξεκινούν με την ανατολή του ηλίου τη συλλογή των ανθέων, μία διαδικασία πολύωρη, χειρωνακτική. Την ίδια ημέρα της συλλογής, ξεχωρίζονται τα πέταλα από τους στήμονες και τα στίγματα, με εξαιρετική επιμέλεια και ακολουθεί η ξήρανση των στιγμάτων, εργασία που απαιτεί πείρα και τέχνη, προκειμένου ο κρόκος να διατηρήσει αναλλοίωτες τις ιδιότητές του. Απαιτούνται 150.000 άνθη για 1 κιλό αποξηραμένων στιγμάτων - αναλογία που δικαίως αποδίδει στον Κρόκο Κοζάνης τον τίτλο του χρυσαφιού της ελληνικής γης [19]. Το οικονομικό προφίλ του παραγωγού κρόκου είναι ότι σε μεγάλο βαθμό η ενασχόλησή του με τον κρόκο αποτελεί συμπληρωματικό εισόδημα και όχι κύρια εργασία, παρόλα αυτά δεν λείπουν και οι μεμονωμένες οικογένειες που έχουν την παραγωγή κρόκου σαν κύρια απασχόληση. Η διαδικασία παραγωγής του προϊόντος περιλαμβάνει



διάφορα στάδια χειρωνακτικής εργασίας, όπως η συγκομιδή του φυτού, η απομάκρυνση των πετάλων, η ξήρανση του υλικού που απομένει (στίγματα – στήμονες) και ο διαχωρισμός των κόκκινων στιγμάτων. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη μικρή απόδοση παραγωγής (1-2 kg/στρμ.) καθιστούν το σαφράν ένα από τα ακριβότερα αρτύματα του κόσμου[20]. Ο παραγωγός κρόκου πρέπει να φέρει εις πέρας κάποιες ενέργειες προκειμένου η παραγωγή να έχει αυξημένη αποδοτικότητα και ποιότητα, μερικές από τις οποίες είναι οι παρακάτω [21]:

- Προετοιμασία του εδάφους. Είναι απαραίτητη η λίπανση του αγρού σε πρώτη φάση με οργανικό λίπασμα 20-30 kg/στρέμμα και στη συνέχεια με χημικά λιπάσματα, όπως ο φώσφορος και το κάλιο
- Φύτευση. Λαμβάνει χώρα από τον Μάιο έως τον Ιούλιο. Οι βολβοί φυτεύονται σε βάθος 25 εκ. και η πυκνότητα φύτευσης επηρεάζει την απόδοση
- Άρδευση. Συνήθως η καλλιέργεια του κρόκου δεν είναι αρδευόμενη. Σε περιπτώσεις που είναι, χρησιμοποιούνται τρία συστήματα: η κατάκλιση, ο καταιονισμός και η στάγδην άρδευση
- Ζιζανιοκτονία. Η καταστροφή των ζιζανίων γίνεται με ξεβοτάνισμα. Πολύ πρόσφατα άρχισαν να πραγματοποιούνται μηχανικά σκαψίματα μεταξύ των γραμμών καλλιέργειας
- Φυτοπροστασία. Σημαντικές ασθένειες : *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladi*, *Rhizoctonia croccorum* και *Rhizoctonia violacea* Tul
- Συγκομιδή Ανθέων. Υπάρχουν δύο τρόποι: Ο χειρωνακτικός και η φρέζα, η οποία οργώνει το έδαφος σε βάθος μόνο 3-10 εκ.
- Αποθήκευση και Συσκευασία. Στο πλαίσιο της γενικότερης διαδικασίας, η αποθήκευση και η συσκευασία του κρόκου είναι τα δύο σημαντικότερα στάδια, για να διατηρήσει το άρτυμα την αρχική του ποιότητα και το προϊόν να φτάσει στον καταναλωτή υπό τις βέλτιστες συνθήκες

### 3.3 Μελλοντική ΕΠΕ

Η Μελλοντική ΕΠΕ είναι μία επιχείρηση που ιδρύθηκε το 2010 με σκοπό την υλοποίηση κατασκευαστικών και μηχανολογικών έργων στον ιδιωτικό ή στον δημόσιο τομέα [22]. Η εταιρεία αυτή έχει πολυετή εμπειρία στον τομέα της υλοποίησης συμβατικών και



καινοτόμων, κατασκευαστικών έργων. Η Μελλοντική έχει έδρα την πόλη της Κοζάνης. Η εταιρεία αυτή παρέχει τον εξοπλισμό αλλά και τις απαραίτητες υπηρεσίες για την εφαρμογή των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας.





## 4. Ρίσκα και Απειλές Επένδυσης

Η γεωργία ήταν πάντα ένας τομέας με αρκετά μεγάλο ρίσκο. Οι αγρότες έπρεπε να αντιμετωπίσουν τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, τα παράσιτα, τις ασταθείς αγορές και την αβεβαιότητα σχετικά με τις καλλιέργειες που πρέπει να φυτέψουν, πότε να τις πουλήσουν και άλλες αποφάσεις διαχείρισης. Αυτές οι αντιλήψεις για τον κίνδυνο θα επηρεάσουν αναμφίβολα αποφάσεις σχετικά με την υιοθέτηση μεθόδων καλλιέργειας ακριβείας. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι οι παρακάτω: [23]

### 4.1 Απειλές ψηφιακών τεχνολογιών

Η γεωργία ακριβείας αντιμετωπίζει απειλές ασφάλειας, που σχετίζονται με την υιοθέτηση και τον αντίκτυπο των νέων ψηφιακών τεχνολογιών στην παραγωγή καλλιεργειών και κτηνοτροφίας [24]. Χρησιμοποιεί μια ποικιλία ενσωματωμένων και συνδεδεμένων τεχνολογιών που βασίζονται σε τηλεπισκόπηση, παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης και συστήματα επικοινωνίας για τη δημιουργία μεγάλου όγκου δεδομένων και ανάλυση των δεδομένων αυτών. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν ακριβέστερη εφαρμογή εισροών γεωργικής παραγωγής, όπως λιπάσματα, σπόροι και φυτοφάρμακα, με αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος και βελτιωμένες αποδόσεις. Συνέπεια αυτής της ταχύτατα αναπτυσσόμενης ψηφιακής επανάστασης, είναι η αυξημένη έκθεση σε ένα δίκτυο αλλά και σε άλλες ευπάθειες στον γεωργικό τομέα. Έχουν επισημανθεί οι πιθανές ευπάθειες που προκύπτουν από τη χρήση γεωργίας ακριβείας, εντοπίστηκαν πιθανά σενάρια απειλών και προτείνονται πιθανές βέλτιστες πρακτικές για παραγωγούς κρόκου αλλά και συναφείς γεωργικές επιχειρήσεις : [25]

- κλοπή δεδομένων
- παραποίηση δεδομένων

#### *I. Απειλή της κλοπής δεδομένων*

Το απόρρητο των δεδομένων αποτελεί κορυφαίο μέλημα κατά την εφαρμογή των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας [26]. Οι αγρότες ενδιαφέρονται να προστατεύσουν τις πληροφορίες τους, όπως δεδομένα απόδοσης και διάφορα παραγωγικά χαρακτηριστικά. Η απώλεια ή η κακή χρήση των δεδομένων, μπορεί να έχει δραματικές οικονομικές επιπτώσεις



στους αγρότες. Υπάρχει επίσης η πιθανή απώλεια φήμης για κατασκευαστές εξοπλισμού και λογισμικού. Είναι βέβαια πιθανός και ο κίνδυνος της απώλειας των δεδομένων λόγω μίας τεχνικής βλάβης ή αστοχίας υλικού.

## ***II. Απειλή μη Έγκυρων Δεδομένων***

Καθώς η γεωργία ακριβείας υιοθετεί όλο και περισσότερο τον εξοπλισμό αυτοματισμού, τη ρομποτική, τη χρήση ενός σύγχρονου υπολογιστικού συστήματος, οι απειλές για την ακεραιότητα των δεδομένων εκδηλώνονται με τρόπους που δεν υπήρχαν ποτέ στον γεωργικό τομέα. Μία συχνή απειλή στον τομέα της έξυπνης γεωργίας είναι η εσκεμμένη παραποίηση δεδομένων για να διαταράξει όλη την λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας της καλλιέργειας [27]. Η εμφάνιση παραποιημένων δεδομένων μπορεί να προκαλέσει μαζική οικονομική αναστάτωση. Ενδεχομένως, θα χρειαστεί εκτεταμένος χρόνος και τεράστιοι πόροι για την επιβεβαίωση και τον έλεγχο για το αν είναι έγκυρα τα δεδομένα αυτά, μέσω εργαστηρίου και επιτόπιων εργασιών. Στους τομείς καλλιέργειας όπως λαχανικά, φρούτα και ξηρούς καρπούς, η εφαρμογή έξυπνου αισθητήρα είναι και η συχνότερη. Αυτοί οι αισθητήρες συνδέονται συχνά μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας, Bluetooth ή Wi-Fi, και πολλοί βασίζονται σε υπολογιστικά συστήματα για τη λήψη αποφάσεων. Η εισαγωγή παραποιημένων δεδομένων σε αυτά τα δίκτυα θα μπορούσε, είτε εκ προθέσεως είτε μέσω ελαττωματικών αισθητήρων, να οδηγήσει σε λάθος εφαρμογές τεχνικών ποτίσματος ή ψεκασμού σε μια καλλιέργεια, καταστρέφοντάς ολοσχερώς την καλλιέργεια.

### ***Τρόποι Αντιμετώπισης***

Ενώ οι απειλές για τις τεχνολογίες που χρησιμοποιεί ένα σύστημα γεωργίας ακριβείας είναι μοναδικές, οι βασικοί έλεγχοι ασφαλείας που απαιτούνται για τον μετριασμό αυτών των απειλών είναι παρόμοιοι με τους ελέγχους ασφαλείας που εφαρμόζονται και σε άλλους παραγωγικούς κλάδους. Παρακάτω αναφέρονται οι βασικοί έλεγχοι ασφαλείας που χρησιμοποιούνται ήδη σε άλλους τομείς και μπορούν να εφαρμοστούν και στη χρήση των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας [28].

- **Εφαρμογή Προστασίας των Email και του Προγράμματος Περιήγησης Ιστού :**  
Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι το κύριο μέσο πρόσβασης των επιτιθέμενων στο δίκτυο. Η αυξημένη ασφάλεια του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μειώνει σημαντικά την “επιφάνεια” επίθεσης, προστατεύοντας έτσι τα συστήματα αλλά και τους χρήστες της γεωργίας ακριβείας. Οι απειλές έτσι αντιμετωπίζονται τακτικά κατά την διάρκεια



περιήγησης στον ιστό. Χρησιμοποιώντας μόνο εξουσιοδοτημένα προγράμματα περιήγησης ιστού και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, θα επιτευχθεί η κατάλληλη προστασία των συστημάτων και των χρηστών γεωργίας ακριβείας.

- **Όρια και Έλεγχος των Θυρών, Πρωτοκόλλων και Υπηρεσιών του Δικτύου :** Οι μη ασφαλείς θύρες, πρωτόκολλα και υπηρεσίες, ενδέχεται να επιτρέψουν σε έναν απομακρυσμένο εισβολέα να αποκτήσει πρόσβαση σε κρίσιμα για την παραγωγή συστήματα. Ο περιορισμός αυτών των παραγόντων επικοινωνίας σε μόνο πιστοποιημένα και εξουσιοδοτημένα συστήματα, θα μετριάσει κατά πολύ τις απειλές. Ένας εκτενής έλεγχος θα επιτρέψει την πρόσβαση απομακρυσμένης εισόδου μόνο μέσω εικονικών ιδιωτικών δικτύων (VPN) ή άλλων κρυπτογραφημένων καναλιών.
- **Παρακολούθηση και Έλεγχος Λογαριασμού:** Ο καθορισμός διάφορων επιπέδων ασφαλείας για την πρόσβαση των εξουσιοδοτημένων χρηστών μπορεί επίσης να αυξήσει σημαντικά την ασφάλεια δεδομένων και συστημάτων ακριβείας.
- **Διαχωρισμός των Επιχειρησιακών Τεχνολογιών και Λειτουργιών:** Ο διαχωρισμός των επιχειρησιακών τεχνολογιών είναι απαραίτητος για τον μετριασμό του κινδύνου. Αυτός ο διαχωρισμός μπορεί να υλοποιηθεί από εικονικά τοπικά δίκτυα (VLAN) και τείχη προστασίας. Ένας επιτυχημένος διαχωρισμός σε μια υποτιθέμενη ηλεκτρονική επίθεση θα έχει ως αποτέλεσμα τις κακόβουλες επιπτώσεις μόνο στον τομέα που ανήκει το δίκτυο που έχει προσβληθεί από την απειλή [29].
- **Δυνατότητα Ανάκτησης Δεδομένων:** Η γεωργία ακριβείας και οι χρήστες της βασίζονται σε τεράστια σύνολα δεδομένων, των οποίων η απώλεια καθιστά μεγάλο μέρος της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, αναποτελεσματική [30]. Η εκπόνηση ενός σχεδίου και η συντήρηση εξοπλισμού για τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας δεδομένων καθώς συλλέγονται, είναι πολύτιμη σε περίπτωση απώλειας δεδομένων. Ένα σχέδιο για την εφαρμογή αντιγράφων ασφαλείας δεδομένων μετά από απώλεια είναι εξίσου σημαντικό για την προστασία των ψηφιακών τεχνολογιών του συστήματος.
- **Προστασία Δεδομένων:** Η ανάκτηση των δεδομένων είναι σημαντική για τη συνέχιση της ομαλής λειτουργίας του συστήματος, αλλά με την χρήση εργαλείων διαχείρισης βάσεων δεδομένων, κρυπτογράφησης και έλεγχο πρόσβασης είναι εφικτό να αποτραπεί η απώλειά τους.



- **Αντιμετώπιση και Διαχείριση Περιστατικών:** Η ανάπτυξη αυτών των δυνατοτήτων νορίς, μπορεί να επιτρέψει την ταχύτερη ανάκαμψη από μεγάλες απειλές που πιθανόν να δεχθεί ένα σύστημα γεωργίας ακριβείας.

## 4.2 Ρίσκο Περιβαλλοντικών κίνδυνων

Ο άνθρωπος δεν μπορεί να μεταβάλει τους νόμους της φύσης και πρέπει να πειθαρχεί σε αυτούς. Ένα από τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά ρίσκα για τον αγρότη-παραγωγό είναι τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως πλημμύρες, ξηρασία, χαλάζι, καταγίδες, παγετός, καύσωνας, πυρκαγιές. Μία τέτοια δυσμενής κατάσταση είναι ικανή να προκαλέσει την καταστροφή υλικού εξοπλισμού όπως για παράδειγμα αισθητήρες, μπαταρίες, μικροεπεξεργαστές ακόμη και μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (drones) [31]. Η παραπάνω κατάσταση έμμεσα θα έχει εκφέρει μία τεράστια οικονομική καταστροφή για τον αγρότη. Το πρώτο σκέλος που αφορά την οικονομική καταστροφή είναι η αντικατάσταση του κατεστραμμένου εξοπλισμού. Εκτός από το κόστος του υλικού, θα προστεθεί στα έξοδα η εγκατάσταση και η ρύθμιση του υλικού αυτού. Το δεύτερο αλλά και πιο σπάνιο σκέλος της οικονομικής αυτής καταστροφής, αφορά το γεγονός της μη έγκαιρης αποκατάστασης του υλικού αυτού συνήθως για λόγους οικονομικούς (έλλειψη κεφαλαίου). Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το χάσιμο της παραγωγικής χρονιάς για τον αγρότη, αλλά ακόμα και καταστροφή ολόκληρης της σοδειάς. Μη έγκυρα δεδομένα που θα προκύψουν από τη χρήση του κατεστραμμένου υλικού (π.χ. αισθητήρας) θα φέρουν την καταστροφή της καλλιέργειας και κατά συνέπεια μεγάλη οικονομική ζημία.

### *Τρόπος Αντιμετώπισης*

Η μετεωρολογική επίπτωση στη γεωργία ακριβείας είναι πολύ σημαντική. Εξετάζεται και αξιοποιείται ο ρόλος των βασικών μετεωρολογικών παραμέτρων, όπως ακτινοβολία, υετός, θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα ανέμου. Ακόμα όμως και σε αυτές τις καταστροφές, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που μπορούν να μειώσουν την πιθανότητα εμφάνισης τέτοιας οικονομικής δυσχέρειας. Η πρόγνωση και παρακολούθηση φυσικών κινδύνων βοηθούν σημαντικά και θεωρούνται πλέον βασικά χαρακτηριστικά της γεωργίας ακριβείας.



### 4.3 Ρίσκο Μη Ορθής Χρήσης των Πόρων

Η τεχνολογία επηρεάζει καθοριστικά την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των επενδύσεων και επομένως και τους κινδύνους από αυτές. Επί του παρόντος, υπάρχουν τρεις κύριες τεχνικές για συστήματα ανίχνευσης πληροφοριών του εδάφους και των φυτών: [32]

- δορυφορική απεικόνιση,
- αισθητήρες εν κινήσει
- και επί τόπου αισθητήρες εδάφους και φυτών

Παρόλο που στις μέρες μας έχει αναπτυχθεί σε τεράστιο βαθμό η τεχνολογία που χρησιμοποιούν οι παραπάνω τεχνικές, υπάρχουν ρίσκα και κίνδυνοι που μπορούν να εμφανιστούν σε κάθε καλλιέργεια γεωργίας ακριβείας.

Η δορυφορική απεικόνιση είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει την απόκτηση πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων του πεδίου ενδιαφέροντος και στη συνέχεια την επεξεργασία τους για την ανάλυση της ποιότητας και της γονιμότητας του εδάφους και των φυτών. Οι περισσότερες εφαρμογές της τεχνολογίας Drone, βασίζονται στην ικανότητά της να δημιουργεί και να παρέχει ακριβείς πληροφορίες. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται είτε για να καθοδηγήσουν τις άμεσες δραστηριότητες όπως ο ψεκασμός, είτε για να ενημερώσουν τις συμπληρωματικές δραστηριότητες όπως η ανάλυση της καλλιέργειας και η παρακολούθηση. Στην παραπάνω τεχνική παρακολούθησης υπάρχουν κίνδυνοι, όπως για παράδειγμα :

- **Υψηλή εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες** είναι το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η χρήση της τεχνολογίας δορυφορικής απεικόνισης. Πιο συγκεκριμένα με άσχημες καιρικές συνθήκες θα υπάρχει περιορισμένη φασματική ανάλυση των δορυφορικών δεδομένων.
- **Υψηλό κόστος χρήσης** της δορυφορικής απεικόνισης λόγω των πόρων αλλά και των μέσων που χρησιμοποιούνται. Αυτομάτως γίνεται μη κατάλληλη για μικρό-μεσαίες παραγωγές.
- **Δυσμενής και περιοδικός χρόνος επίσκεψης** ενός δορυφόρου είναι ένας κίνδυνος που μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα λόγω της μη κατάλληλης συλλογής δεδομένων.



Η δεύτερη μέθοδος, είναι η μέθοδος τοποθέτησης αισθητήρων σε τρακτέρ και άλλο γεωργικό εξοπλισμό ή σε drone, που ονομάζονται αισθητήρες εν κινήσει. Η τελευταία μέθοδος περιλαμβάνει την εμφύτευση αισθητήρων εδάφους και φυτού σε όλο το πεδίο, οι οποίοι μπορούν να μεταδίδουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η τεχνική είναι η μόνη που μπορεί να παρέχει συνεχή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη παρουσία. Στις δύο παραπάνω τεχνικές παρακολούθησης δεν είναι απίθανο να εμφανιστεί ο παρακάτω κίνδυνος :

- **Μη ορθή απογείωση ή προσγείωση** του μη επανδρωμένου εναέριου αεροσκάφους με αποτέλεσμα την πτώση του Drone που θα επιφέρει ολική ή μερική καταστροφή του.
- **Γνώση του αποδοτικότερου αλλά και ασφαλέστερου ανά την περιοχή ύψος πτήσης.** Η πτήση σε μη σωστό ύψος μπορεί να αποφέρει δεδομένα κακής ποιότητας αλλά ακόμα και συντριβή του αεροσκάφους λόγω κακού υπολογισμού.
- **Λάθος ρύθμιση αισθητήρα** με αποτέλεσμα την λήψη μη έγκυρων δεδομένων. Αυτό θα κάνει αναγκαία την επανάληψη της όλης διαδικασίας εάν γίνει αντιληπτό σε μικρό χρονικό διάστημα. Στην περίπτωση που μία εσφαλμένη ρύθμιση ενός αισθητήρα δεν γίνει γρήγορα αντιληπτή, αυτό θα επιφέρει αρκετές επιπλοκές αλλά ακόμα και την καταστροφή τμήματος ή ολόκληρης της καλλιέργειας.

### ***Τρόπος Αντιμετώπισης***

Οι γνώσεις και οι δεξιότητες που απαιτούνται για τη χρήση των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας, αποκτώνται μέσω μιας ομαλής διαδικασίας μάθησης που έχει βιώσει ο παραγωγός από σεμινάρια που έχει παρακολουθήσει αλλά και από την εμπειρία που ολοένα και προστίθεται. Σαφώς και η εκμάθηση της σωστής χρήσης των αισθητήρων καθιστά δυνατή την εντατική λήψη και παροχή ποιοτικών πληροφοριών, με αποτέλεσμα την μείωση της πιθανότητας λανθασμένης χρήσης των διαθέσιμων πόρων. Αυτοματοποιημένοι αισθητήρες και ελεγκτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή πληροφοριών και να διαφοροποιούν τις εισόδους εν κινήσει. Η εκπαίδευση και η κατάρτιση, βοηθούν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και εμπιστοσύνης που απαιτούνται για τη λειτουργία αυτών των αισθητήρων.



Οι αναφερόμενες τεχνολογίες υλικού, αν και όχι όλες, περιλαμβάνουν την ανάγκη για επιπρόσθετη εκπαίδευση του προσωπικού. Η απογοήτευση στη μαθησιακή διαδικασία μπορεί να είναι συντριπτική, αλλά ο χρόνος παρέχει αυξημένη αυτοπεποίθηση και εμπειρία για τη λήψη πληροφοριών και την εφαρμογή αποφάσεων. Ωστόσο, μια επιτυχημένη διαδικασία εκμάθησης δεξιοτήτων, έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή σφαλμάτων που οδηγούν σε δυσμενείς συγκυρίες και τελικά σε μία οικονομική καταστροφή.

#### **4.4 Οικονομικό Ρίσκο**

Η επιχειρηματική δραστηριότητα και η επένδυση χρημάτων έρχονται πάντα με ένα στοιχείο κινδύνου. Ο οικονομικός κίνδυνος αναφέρεται στην πιθανότητα οι μακροοικονομικές συνθήκες (συνθήκες σε ολόκληρη την οικονομία) να επηρεάσουν μια επένδυση ή τις προοπτικές, στην προκειμένη περίπτωση, μίας παραγωγικής μονάδας. Οι οικονομικοί κίνδυνοι είναι συχνά πιο δύσκολο να προβλεφθούν. Η γεωργία παραμένει μια δύσκολη, χαμηλού επιπέδου επιχείρηση για πολλούς αγρότες, με τις κυβερνήσεις να βοηθούν συχνά όταν δημιουργούνται δυσμενείς καιρικές συνθήκες ή συνθήκες της αγοράς. Παρά τις δυνατότητές τους για εξοικονόμηση, τα συστήματα τεχνολογίας εφαρμογής γεωργίας ακριβείας εξακολουθούν να απαιτούν σημαντική επένδυση κεφαλαίου και τεχνική εξειδίκευση για την απόκτηση και τη σωστή χρήση τους. Αυτό καθιστά δύσκολη την υιοθέτησή τους από πολλές μικρές και μεσαίες παραγωγικές μονάδες. Επί του παρόντος, τα αεροσκάφη που χρησιμοποιούνται στη γεωργία, είτε αγοράζονται και χρησιμοποιούνται απευθείας από έναν αγρότη είτε από έναν συνεταιρισμό αγροτών (για να μοιραστούν το κόστος). Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μια εταιρεία τεχνολογίας Drone που έχει συμβληθεί από τον αγρότη. Το σημαντικό στοιχείο του οικονομικού ρίσκου, είναι ότι επηρεάζεται άμεσα από τα παραπάνω προαναφερθέντα ρίσκα και απειλές. Αυτό το καθιστά το πιο εύκολα μεταβαλλόμενο και απρόβλεπτο ρίσκο [33]. Οπότε για την αντιμετώπιση αλλά και την μείωση του οικονομικού ρίσκου, είναι σαφώς αναγκαίο να δοθεί η κατάλληλη προσοχή σε όλους τους προαναφερόμενους κινδύνους.

##### ***Τρόπος Αντιμετώπισης***

Η αγροτική ασφάλιση είναι ένα από τα κυριότερα οικονομικά εργαλεία διαχείρισης των αγροτικών κινδύνων η οποία ενισχύει την ευημερία του αγροτικού τομέα. Η αγροτική ασφάλιση έρχεται να συνδράμει στην προσπάθεια βελτίωσης της παραγωγικότητας της γεωργίας, βοηθώντας τους παραγωγούς να θωρακιστούν συμβάλλοντας κυρίως στον



περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών. Και αυτό γιατί η διαχείριση των αγροτικών κινδύνων, αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της εξασφάλισης μακροπρόθεσμης σταθερότητας και της ανάπτυξης του γεωργικού τομέα.





## 5. Τεχνικά Στοιχεία

Οι ψηφιακές εφαρμογές και τα εργαλεία γεωργίας ακριβείας, βοηθούν ώστε να εφαρμοστεί η σωστή ποσότητα θρεπτικών στοιχείων, την κατάλληλη στιγμή και στο σωστό σημείο. Με αυτό τον τρόπο γίνεται εφικτό να μεγιστοποιηθεί η απόδοση αλλά και η ποιότητα των καλλιεργειών, διατηρώντας παράλληλα το κόστος υπό έλεγχο, αποφεύγοντας την υπερλίπανση άρα προστατεύοντας και το περιβάλλον. Η γεωργία ακριβείας προσφέρει τη δυνατότητα αυτοματοποίησης και απλοποίησης της συλλογής και ανάλυσης πληροφοριών. Επιπλέον, επιτρέπει τη λήψη αποφάσεων διαχείρισης και τη γρήγορη εφαρμογή τους. Για να μπορέσει να συλλέξει ο αγρότης όλες αυτές τις πληροφορίες και να τις χρησιμοποιήσει προς όφελος του, θα πρέπει να κατέχει τον κατάλληλο εξοπλισμό [34]. Ο εξοπλισμός ενός συστήματος γεωργίας ακριβείας περιλαμβάνει αισθητήρες, μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones), ένα κύκλωμα ώστε να συνδέονται οι αισθητήρες με το data control και μία πηγή ενέργειας που συνήθως είναι μπαταρία.

### 5.1 Απαιτούμενος Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός στον οποίο είναι βασισμένη η παρακολούθηση και η μελέτη των αγροτικών καλλιεργειών, αποτελείται κατά κύριο λόγο από ένα σύνολο αισθητήρων οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την συλλογή πληροφοριών που θα χρησιμοποιηθούν στην βελτιστοποίηση της καλλιέργειας. Ένας κόμβος αισθητήρων αποτελείται από συγκεκριμένα εξαρτήματα και είναι αναγκαίο να τροφοδοτείται από μια μπαταρία που είναι και η μοναδική συνήθως πηγή ενέργειάς του. Η επεξεργαστική μονάδα του κόμβου καθώς επίσης και η μονάδα ασύρματης επικοινωνίας, είναι μείζονος σημασίας εξαρτήματα για την μετάδοση πληροφοριών. Επιπροσθέτως, ένα σημαντικό μέρος του εξοπλισμού που απαιτείται για την εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας, είναι τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones)[34]. Παρακάτω θα αναφερθούν τα σημαντικότερα είδη των αισθητήρων και μη επανδρωμένων αεροσκαφών, τα μοντέλα κάθε είδους και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

#### 5.1.1 Αισθητήρες

##### *Αισθητήρας Υγρασίας*

Η μέτρηση της υγρασίας του εδάφους είναι σημαντική για τις γεωργικές εφαρμογές, επειδή βοηθάει τους αγρότες να διαχειριστούν τα αρδευτικά τους συστήματα πιο αποτελεσματικά.



Γνωρίζοντας τις ακριβείς συνθήκες υγρασίας του εδάφους στα χωράφια τους, οι αγρότες μπορούν να χρησιμοποιούν λιγότερο νερό για την καλλιέργεια και γενικά να αυξήσουν τις αποδόσεις και την ποιότητά της [35]. Οι αισθητήρες υγρασίας εδάφους μετρούν την ογκομετρική περιεκτικότητα σε νερό στο έδαφος. Δεδομένου ότι η άμεση βαρυμετρική εκτίμηση της ελεύθερης υγρασίας του εδάφους απαιτεί αφαίρεση, ξήρανση και ζύγιση δείγματος, οι αισθητήρες υγρασίας του εδάφους μετρούν την ογκομετρική περιεκτικότητα σε νερό έμμεσα, χρησιμοποιώντας κάποια άλλη ιδιότητα του εδάφους, όπως ηλεκτρική αντίσταση, διηλεκτρική σταθερά ή αλληλεπίδραση με νετρόνια, ως εναλλακτική για την περιεκτικότητα σε υγρασία. Στον Πίνακα 2 παρακάτω, αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

| Όνομα<br>Αισθητήρα   | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|--|-----------------------|
| I) SparkFun Soil<br>Moisture Sensor [36]   | 5.03 €                |
| II) ARCELI 5pcs Soil Hygrometer Moisture<br>Detection Water Sensor Module YL-69 Sensor<br>[37] | 5.91 €<br>/5pcs       |
| III) Watermark Soil Moisture<br>Sensor with 15' Cable [38]                                     | 36.33 €               |

*Πίνακας 2 Αισθητήρες Υγρασίας*





I)



II)



III)

*Εικόνα 5 Αισθητήρες Υγρασίας*

Το συμπέρασμα που προκύπτει για τους παραπάνω αισθητήρες, είναι ότι ο πρώτος κατά σειρά είναι πιο εύκολος στην χρήση [36] συγκριτικά με τον δεύτερο που είναι πιο οικονομικός. Ο τρίτος αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα βάθη εδάφους γι' αυτό το λόγο υπάρχει η αισθητή διαφορά τιμής μεταξύ τους.

#### ***Αισθητήρας Θερμοκρασίας***

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας εδάφους είναι εξίσου σημαντικός. Η γνώση της θερμοκρασίας ανά πάσα στιγμή είναι αναγκαία, διότι υπάρχουν συγκεκριμένες καλλιέργειες που ευδοκιμούν μόνο σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες εδάφους. Το κύριο μέλημα με αυτούς τους αισθητήρες, είναι να γίνει η εγκατάστασή τους χωρίς να διαταραχθεί το έδαφος. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας μπορούν να συνδυαστούν με τους αισθητήρες υγρασίας του εδάφους και να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση της παρουσίας πάγου. Υπάρχουν δύο είδη αισθητήρων θερμοκρασίας και οι διαφορές τους βρίσκονται στον τύπο της αντίστασης [39]. Ο πρώτος τύπος αντίστασης είναι το θερμίστορ και ο δεύτερος είναι η αντίσταση από πλατίνα. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας πλατίνας είναι πολύ πιο ακριβός, αλλά το πλεονέκτημα του είναι η μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις. Στον Πίνακα 3 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους, με τις ενδεικτικές τιμές τους στο εμπόριο.



| Όνομα<br>Αισθητήρα  | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|---|-----------------------|
| I) THERME200 Soil Temperature<br>Sensor Probes [40]   | 50.00 €               |
| II) Cooper-Atkins 50209-K [41]  | 64.53 €               |
| III) Soil moisture&temperature sensor<br>SPR520-01 [42]   | 212.50 €              |
| IV) Industrial Soil Moisture & Temperature<br>Sensor MODBUS-RTU RS485 (S-Soil MT-<br>02A) [43]      | 100.55 €              |
| V) Industrial Soil Moisture & Temperature &<br>EC Sensor MODBUS-RTU RS485 (S-Soil<br>MTEC-02A) [44] | 125.89 €              |

*Πίνακας 3 Αισθητήρες Θερμοκρασίας*



I)



II)



III)



IV)



V)

*Εικόνα 6 Αισθητήρες Θερμοκρασίας*



Η διαφορά που υπάρχει στις τιμές των παραπάνω αισθητήρων οφείλεται φυσικά στην ποιότητα των υλικών κατασκευής του καθενός. Η αισθητή διαφορά τιμής όμως που υπάρχει στους τρεις τελευταίους αισθητήρες, είναι επειδή λαμβάνουν ταυτόχρονα μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας εδάφους.

### ***Αισθητήρας Βροχής***

Μία πρόκληση που αντιμετωπίζουν σήμερα οι αγρότες, είναι ότι κάθε χρόνο ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται. Κατά συνέπεια, αυξάνεται η ανάγκη άρδευσης για να καλύψει την παραγωγή περισσότερων καλλιεργειών. Μετρητές βροχής σχεδιασμένοι για καλύτερο έλεγχο των διαδικασιών άρδευσης, είναι ένα από τα κλειδιά για τη βελτιστοποίηση της χρήσης του νερού. Για αυτό το λόγο, αποτελούν σημαντικό τμήμα ενός συστήματος γεωργίας ακριβείας. Με τη χρήση της τεχνολογίας που διαθέτουν οι αισθητήρες αυτοί, ο αγρότης είναι σε θέση να μειώσει τα έξοδα άρδευσης μιας καλλιέργειας. Αυτό θα επιτευχθεί αν ο αισθητήρας είναι συνδεδεμένος με τα αρδευτικά κανάλια, τα οποία σε περίπτωση βροχόπτωσης θα διακόπτουν την λειτουργία τους. Ο αισθητήρας βροχής λειτουργεί σύμφωνα με την αρχή της συνολικής εσωτερικής ανάκλασης. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί υπέρυθη ακτινοβολία [45]. Όταν βρέχει, το υγρό γυαλί προκαλεί τη διασπορά του φωτός και η μικρότερη ποσότητα φωτός ανακλάται πίσω στον αισθητήρα. Άλλη μία λειτουργία που έχουν οι αισθητήρες βροχόπτωσης είναι η καταμέτρηση όγκου βροχής. Στον παρακάτω Πίνακα 4 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.



| Όνομα<br>Αισθητήρα                                  | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|---|-----------------------|
| I) Connected rain gauge RXW-RGF [46]                | 234.94 €              |
| II) Raincrop Connected Rain Gauge [47]              | 390.20 €              |
| III) Industrial-Grade Optical Rain Gauge RG-15 [48] | 83.65 €               |

**Πίνακας 4 Αισθητήρες Βροχής**



I)



II)



III)

**Εικόνα 7 Αισθητήρες Βροχής**

### **Αισθητήρας Μέτρησης pH**

Ο αισθητήρας μέτρησης pH είναι επίσης απαραίτητος στα συστήματα γεωργίας ακριβείας. Η ανάγκη διατήρησης της κατάλληλης περιεκτικότητας σε νερό και του επιπέδου pH του εδάφους, είναι θεμελιώδης απαίτηση για τους καλλιεργητές φυτών σε οποιαδήποτε κλίμακα παραγωγής. Οι ελλείψεις σε νερό του εδάφους μεταφράζονται άμεσα σε μειωμένη φωτοσύνθεση για οποιοδήποτε φυτό, καθώς και σε μείωση άλλων βιολογικών διεργασιών. Ομοίως, οι αλλαγές στο έδαφος από τη γονιμοποίηση ή τα φυσικά φαινόμενα, μπορούν να επηρεάσουν δραματικά το pH του εδάφους, οδηγώντας σε μείωση των βασικών μικροβίων



και των θρεπτικών συστατικών του. Σε ορισμένες καλλιέργειες, το ακατάλληλο pH του εδάφους σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης οδηγεί σε χαμηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης και τελική απόδοση. Χωρίς κατάλληλα συστήματα παρακολούθησης του εδάφους, η υγρασία και το pH μπορούν να μετακινηθούν σε δυσμενείς τιμές, με αποτέλεσμα την ενδεχόμενη επιδείνωση της υγείας των φυτών [49]. Στον παρακάτω Πίνακα 5 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

| Όνομα<br>Αισθητήρα                   | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|--------------------------------------|-----------------------|
| I) HALO® Wireless Soil pH Meter [50] | 190.11 €              |
| II) Soil pH Meter PCE-228S [51]      | 211.91 €              |

*Πίνακας 5 Αισθητήρες Μέτρησης pH*



I)



II)

*Εικόνα 8 Αισθητήρες Μέτρησης pH*

### **Αισθητήρας Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας**

Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους χρησιμοποιείται ευρέως στη γεωργία. Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει σύγχυση σχετικά με το νόημα των μετρήσεων και την εφαρμογή τους στη γεωργία ακριβείας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η ικανότητα ενός υλικού να μεταδίδει ηλεκτρικό ρεύμα. Το ερώτημα λοιπόν είναι τι ακριβώς μετράται και πώς μπορεί να ερμηνευθεί και να χρησιμοποιηθεί η μέτρηση; Η μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας συσχετίζεται με διάφορες ιδιότητες του εδάφους, όπως η υφή και η ικανότητα συγκράτησης νερού. Τα αμμώδη εδάφη έχουν χαμηλότερη ένδειξη ηλεκτρικής αγωγιμότητας από τα εδάφη αργίλου [52]. Η χαρτογράφηση ενός χωραφιού παρέχει πρόσθετες



πληροφορίες σχετικά με τη μεταβλητότητα και τις τάσεις από έτος σε έτος του εδάφους, όπως αλάτωση και συμπύκνωση. Τέτοιες πληροφορίες μπορούν να βοηθήσουν στον καθορισμό των μεταβλητών ποσοστών ζιζανιοκτόνων και λιπασμάτων αζώτου, καθώς η αποτελεσματικότητα εφαρμογής τους εξαρτάται από την υφή του εδάφους. Για παράδειγμα, μπορεί να απαιτείται διαφορετική εφαρμογή αζώτου σε ελαφρά εδάφη. Εάν συσχετίζεται με χάρτες απόδοσης, ο δείκτης ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορεί επίσης να δώσει μια ιδέα για τον ρυθμό αζώτου που θα εφαρμοστεί, αν και αυτός ο συσχετισμός δεν υπάρχει πάντα, και πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλές επιπλέον αγρονομικές εκτιμήσεις. Στον παρακάτω Πίνακα 6 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

| Όνομα<br>Αισθητήρα   | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|--|-----------------------|
| I) PM-IO-5-SM LoRaWAN [53]   | 54.07 €               |
| II) Industrial Soil Moisture & Temperature & EC<br>Sensor MODBUS-RTU RS485 (S-Soil MTEC-02A)<br>[54] | 125.89 €              |

*Πίνακας 6 Αισθητήρες Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας*



I)



II)

*Εικόνα 9 Αισθητήρες Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας*

### *Αισθητήρας Ατμοσφαιρικής Πίεσης*





Η ατμοσφαιρική πίεση είναι από τις πιο σημαντικές μετεωρολογικές παραμέτρους, γιατί συνδέεται με τη θερμοκρασία και τους ανέμους [55]. Επομένως, ένας αισθητήρας ατμοσφαιρικής πίεσης είναι αρκετά χρήσιμος σε ένα σύστημα γεωργίας ακριβείας. Στον παρακάτω Πίνακα 7 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

| Όνομα<br>Αισθητήρα  | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|---|-----------------------|
| I) PTB110 Barometer [56]  | 834.35 €              |
| II) Wireless temperature, humidity and air pressure sensor [57] | 93.94 €               |

*Πίνακας 7 Αισθητήρες Ατμοσφαιρικής Πίεσης*



I)



II)

*Εικόνα 10 Αισθητήρες Ατμοσφαιρικής Πίεσης*

### *Αισθητήρας Ταχύτητας Ανέμου*

Ο αισθητήρας αυτός παρέχει στους αγρότες αξιόπιστα και εξαιρετικά τοπικά δεδομένα για τον καιρό, όπως η ταχύτητα του ανέμου, η κατεύθυνση και οι ριπές. Αυτές οι πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας για τον προγραμματισμό των συνεδριών ψεκασμού αγροχημικών προϊόντων. Τα δεδομένα που συλλέγονται (ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, ριπές), βοηθούν στο να προγραμματιστούν οι ψεκασμοί με βάση τις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Στον παρακάτω Πίνακα 8 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.



| Όνομα                              | Τιμή (€)  |
|------------------------------------|-----------|
| Αισθητήρα                          | Αισθητήρα |
| I) Wind Gauge Windcrop [58]        | 334.45 €  |
| II) Wind speed sensor IM512CD [59] | - €       |

*Πίνακας 8 Αισθητήρες Ταχύτητας Ανέμου*



I)



II)

*Εικόνα 11 Αισθητήρες Ταχύτητας Ανέμου*

### ***Αισθητήρας Ηλιακής Ακτινοβολίας***

Είναι ευρέως γνωστό το πόσο σημαντική είναι η ηλιακή ακτινοβολία για κάθε είδους αγροτική παραγωγή. Το αν θα είναι παραγωγική μια καλλιέργεια, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ποσοστό έκθεσης της στον ήλιο. Σε αυτό τον τομέα είναι χρήσιμος αυτός ο αισθητήρας, διότι σε περίπτωση που τα δεδομένα είναι μικρότερα από το προβλεπόμενο ποσοστό, θα ενημερωθεί έγκαιρα ο αγρότης ώστε να παρέχει στην καλλιέργεια του τα απαραίτητα λιπάσματα [60]. Στον παρακάτω Πίνακα 9 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.



| Όνομα<br>Αισθητήρα   | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|--|-----------------------|
| I) Becker - Solar radio sun/wind sensor SC861[61]          | 289.00 €              |
| II) Συσκευή Ανάγνωσης αισθητήρων ηλιακής ακτινοβολίας [62] | 363.26 €              |
| III) Μετρητής Υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας [63]            | 426.45 €              |

*Πίνακας 9 Αισθητήρες Ηλιακής Ακτινοβολίας*



I)



II)



III)

*Εικόνα 12 Αισθητήρες Ηλιακής Ακτινοβολίας*

### **Αισθητήρας Φωτός**

Με τους ασύρματους αισθητήρες φωτός, οι παραγωγοί έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούν τα γεωργικά θερμοκήπια τους αλλά και τις περιβαλλοντικές αλλαγές, επιτρέποντάς τους να μεγιστοποιήσουν την ενεργειακή τους απόδοση και να καλλιεργούν μία πιο βιολογική καλλιέργεια με υψηλότερη απόδοση. Ένας αισθητήρας φωτός θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αυτόματη διαχείριση ενός συστήματος ψεκαστήρων, ποτίζοντας μόνο όταν ο ήλιος δεν είναι στο πιο φωτεινό του σημείο. Όταν συνδυάζεται με άλλο εξοπλισμό παρακολούθησης του καιρού για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη θερμοκρασία, την πίεση και την υγρασία, ένα σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει επίσης έξυπνα την επερχόμενη βροχή ή σύννεφα για να βελτιστοποιήσει το πρόγραμμα ποτίσματος [64]. Στον παρακάτω Πίνακα 10 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.



| Όνομα                                 | Τιμή (€)  |
|---------------------------------------|-----------|
| Αισθητήρα                             | Αισθητήρα |
| I) TSL2561 LUMINOSITY SENSOR [65]     | 5.01 €    |
| II) Brightness Sensor 100000 Lux [66] | 52.99 €   |

*Πίνακας 10 Αισθητήρες Μέτρησης Φωτός*



I)



II)

*Εικόνα 13 Αισθητήρες Μέτρησης Φωτός*

### *Αισθητήρας Εικόνας*

Η τεχνολογία έξυπνης κάμερας έχει υιοθετηθεί όλο και περισσότερο για μια ποικιλία εφαρμογών έξυπνης γεωργίας. Η βασική αρχή που χρησιμοποιούν οι αισθητήρες αυτοί, είναι η τεχνική φωτογραμμετρίας για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων της επιφάνειας και ο υπολογισμός των δεικτών βλάστησης για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ο έλεγχος των παρασίτων υπήρξε σταθερά μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις στη γεωργία. Οι αγρότες χρησιμοποιούν τώρα έξυπνες κάμερες για την ανίχνευση και παρακολούθηση παρασίτων σε πραγματικό χρόνο, για να αναζητήσουν μία αποτελεσματική δράση κατά των παρασίτων χωρίς να βλάψουν τα γεωργικά χρήσιμα έντομα. Επίσης είναι εφικτό να γίνει μέτρηση των φυτών και προσδιορισμός πληθυσμού ή απόστασης. Είναι εύκολο να εντοπιστούν ζημιές σε καλλιέργειες από αγροτικά μηχανήματα και να γίνει έρευνα περίφραξης κτιρίων και



αγροκτημάτων. Στον παρακάτω Πίνακα 11 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

| Όνομα<br>Αισθητήρα                               | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|--|-----------------------|
| I) Sentera Quad Sensor[67]                       | 3886 -<br>4615€       |
| II) Parrot SEQUOIA+ Multispectral Sensor<br>[68] | 2957.00 €             |
| III) Tetracam ADC Lite [69]                      | 3795.00 €             |

*Πίνακας 11 Αισθητήρες Εικόνας*



I)



II)



III)

*Εικόνα 14 Αισθητήρες Εικόνας*



### *Αισθητήρας Διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)*

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) είναι ένα άχρωμο, άοσμο αέριο που παράγεται από την αναπνοή και από καύση άνθρακα και οργανικών ενώσεων. Είναι φυσικά παρόν στον αέρα (περίπου 400 μέρη ανά εκατομμύριο<sup>1</sup>) και απορροφάται από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Το CO<sub>2</sub> είναι ένα ευέλικτο μόριο, που υποστηρίζει την ανάπτυξη της ζωής των φυτών, ενώ χρησιμεύει επίσης ως ένα χρήσιμο εργαλείο καταπολέμησης παρασίτων [70]. Τα φυτά συνδυάζουν CO<sub>2</sub> με φως, νερό και θρεπτικά συστατικά για τη φωτοσύνθεση, τη χημική αντίδραση που τροφοδοτεί την ανάπτυξη των φυτών. Συμπερασματικά, ο αισθητήρας διοξειδίου του άνθρακα είναι αρκετά σημαντικός στο να μας παρέχει πληροφορίες σχετικά με την φωτοσύνθεση της καλλιέργειας και τη σωστή ανάπτυξή της. Στον παρακάτω Πίνακα 12 αναφέρονται μερικοί από τους αισθητήρες αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

| Όνομα<br>Αισθητήρα                               | Τιμή (€)<br>Αισθητήρα |
|--|-----------------------|
| I) Gascard NG [71]                               | 144.90 €              |
| II) ExplorIR®-M 100% CO <sub>2</sub> Sensor [72] | 117.44 €              |

*Πίνακας 12 Αισθητήρες Μέτρησης CO<sub>2</sub>*



I)



II)

*Εικόνα 15 Αισθητήρες Μέτρησης CO<sub>2</sub>*



### 5.1.2 Μικροεπεξεργαστής

Στην παράγραφο αυτή αναφέρεται μια άλλη πτυχή υλικού εξοπλισμού που είναι απαραίτητη για την υλοποίηση ενός συστήματος έξυπνης γεωργίας ακριβείας, τον μικροεπεξεργαστή. Έργο του είναι να συγκεντρώνει, να επεξεργάζεται και να αποστέλλει όλα τα δεδομένα που συλλέγουν οι αισθητήρες [73]. Στον παρακάτω Πίνακα 13 αναφέρονται μερικοί από τους μικροεπεξεργαστές αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο. Οι διαφορές που παρατηρούμε στις τιμές τους, οφείλονται στην ανάλογη επεξεργαστική τους δύναμη.

| Όνομα                                   | Τιμή (€)         |
|---|------------------|
| Μικροεπεξεργαστή                        | Μικροεπεξεργαστή |
| I) Arduino UNO R3 DIP (Compatible) [74] | 8.80 €           |
| II) Raspberry Pi 4 Model B 4GB [75]     | 63.00 €          |

*Πίνακας 13 Μικροεπεξεργαστές*

### 5.1.3 Μονάδα Ασύρματης Επικοινωνίας

Για να μπορέσουν να συνεργαστούν αρμονικά όλα τα παραπάνω υλικά είτε αισθητήρες είτε μικροεπεξεργαστές, είναι απαραίτητο να συνδέονται με κάποιο τρόπο, κατά προτίμηση ασύρματο. Το έργο αυτό το αναλαμβάνει η μονάδα ασύρματης επικοινωνίας. Στον παρακάτω Πίνακα 14 αναφέρονται μερικές από τις πιο γνωστές μονάδες ασύρματης επικοινωνίας αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.

| Όνομα   | Τιμή (€)                |
|---|-------------------------|
| Μονάδας Α. Επικοινωνίας                                 | Μονάδας Α. Επικοινωνίας |
| I) XBee 2mW Wire Antenna - Series 2C (ZigBee Mesh) [76] | 22.77 €                 |
| II) NRF24L01 2.4GHz Wireless RF [77]                    | 2.10 €                  |

*Πίνακας 14 Μονάδα Ασύρματης Επικοινωνίας*



#### 5.1.4 Μονάδα Πομποδέκτη

Η μονάδα πομποδέκτη έχει τον ρόλο του διανομέα. Πιο συγκεκριμένα, είναι η μονάδα που θα αποστέλλει ή θα λαμβάνει τα δεδομένα των αισθητήρων. Στον παρακάτω Πίνακα 15 αναφέρονται κάποιες μονάδες πομποδεκτών που κυκλοφορούν στο εμπόριο αλλά και οι τιμές τους. Η απόκλιση που υπάρχει στις τιμές, αφορούν την ταχύτητα αποστολής ή λήψης αλλά και τα υλικά κατασκευής τους.

| Όνομα   | Τιμή (€)         |
|---|------------------|
| Μικροεπεξεργαστή                              | Μικροεπεξεργαστή |
| I) Arduino Si4432 433MHz [78]                 | 3.93 €           |
| II) Μονάδα πομποδέκτη μονής οπτικής ίνας [79] | 125.28 €         |

*Πίνακας 15 Μονάδα Πομποδέκτη*

#### 5.1.5 Μη επανδρωμένα εναέρια αεροσκάφη (drones)

Ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι στον εξοπλισμό που είναι αναγκαίος για την εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας, είναι τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones) [80]. Με τα μη επανδρωμένα σκάφη (drones), υπάρχει η δυνατότητα λήψης αεροφωτογραφιών. Επίσης, οι εξελίξεις στις τεχνολογίες απεικόνισης σημαίνουν ότι δεν περιορίζονται πλέον σε ορατό φως και στατική φωτογραφία. Τα συστήματα κάμερας είναι διαθέσιμα να καλύψουν τα πάντα, από μία τυπική φωτογραφική απεικόνιση έως την υπέρυθρη, υπεριώδη ακόμη και υπερφυσική απεικόνιση. Πολλές από αυτές τις κάμερες μπορούν επίσης να καταγράψουν βίντεο. Όλοι αυτοί οι διαφορετικοί τύποι απεικόνισης, επιτρέπουν στους αγρότες να συλλέγουν λεπτομερή δεδομένα, ενισχύοντας τις δυνατότητές τους για την παρακολούθηση της υγείας των καλλιεργειών, την αξιολόγηση της ποιότητας του εδάφους και τον





προγραμματισμό των τοποθεσιών φύτευσης για τη βελτιστοποίηση των πόρων και της χρήσης γης. Η ικανότητα για τακτική εκτέλεση αυτών των επιτόπιων ερευνών, βελτιώνει τον προγραμματισμό φύτευσης σπόρων, της άρδευσης και της χαρτογράφησης θέσης τόσο σε δισδιάστατη όσο και σε τρισδιάστατη μορφή. Με όλα αυτά τα στοιχεία, οι αγρότες μπορούν να βελτιστοποιήσουν κάθε τομέα παραγωγής. Δεν είναι όμως μόνο οι κάμερες και οι δυνατότητες απεικόνισης, οι οποίες προκαλούν το ενδιαφέρον της αγροτικής οικονομίας, αλλά και η χρήση τους στον τομέα της φύτευσης και των ψεκασμών. Η ευελιξία των drones παρέχει πολλές διαφορετικές δυνατότητες βελτίωσης των υφιστάμενων γεωργικών διεργασιών όπως: [81]

- Ανάλυση Εδάφους και Πεδίου. Τα Drones είναι σε θέση να παράγουν τρισδιάστατους χάρτες, γρήγορα και οικονομικά, οι οποίοι στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό μοτίβων φύτευσης σπόρων και τη δημιουργία ενός ευρέους φάσματος τύπων δεδομένων με πολλές εφαρμογές.
- Παρακολούθηση Καλλιεργειών (Τηλεπισκόπηση). Οι δορυφορικές εικόνες ήταν μέχρι πρότινος η πιο προηγμένη μορφή παρακολούθησης των καλλιεργειών, αλλά πάσχουν από ορισμένα σημαντικά μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι ότι είναι πολύ δαπανηρές. Επίσης, οι δορυφορικές εικόνες πρέπει να προγραμματιστούν εκ των προτέρων και μπορεί να είναι ανακριβείς. Επιπλέον, οι κακές καιρικές συνθήκες είναι εμπόδιο στην καλή ποιότητα των δεδομένων και των εικόνων. Αντίθετα, τα Drones μπορούν να παρακολουθούν τις καλλιέργειες με μεγαλύτερη ακρίβεια, συχνότερα και οικονομικότερα, παρέχοντας υψηλότερης ποιότητας δεδομένα που ενημερώνονται τακτικά για να παρέχουν πληροφορίες για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και να επισημαίνουν τις αναποτελεσματικές πρακτικές.
- Αξιολόγηση της υγείας των καλλιεργειών. Τα αεροσκάφη μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία πολλαπλών φασματικών εικόνων των καλλιεργειών (με βάση τις ποσότητες πράσινου και υπέρυθρου φωτός που αντανακλάται), οι οποίες στη συνέχεια αναλύονται για να παρακολουθούν τις αλλαγές στην υγεία της καλλιέργειας. Η ικανότητα αξιολόγησης της υγείας μιας καλλιέργειας γρήγορα και με ακρίβεια, μπορεί να είναι πολύτιμη για τους αγρότες. Εάν για παράδειγμα εντοπιστεί μια βακτηριακή ή μυκητιασική λοίμωξη, η έγκαιρη ανίχνευση επιτρέπει τη γρήγορη δράση για τη διόρθωση του προβλήματος.



- Άρδευση. Η γεωργία αντιπροσωπεύει την τεράστια πλειοψηφία (70%) του νερού που χρησιμοποιείται στον κόσμο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν Drones με ειδικό εξοπλισμό παρακολούθησης, ώστε να εντοπιστούν τμήματα ενός χωραφιού που αντιμετωπίζουν «υδρικό στρες» (ανεπαρκής παροχή νερού). Χρησιμοποιούν υπέρυθρους ανθερμικούς αισθητήρες για να παρέχουν στιγμιότυπα εικόνων, επιτρέποντας την στοχευμένη διάγνωση των περιοχών που δέχονται πολύ ή λίγο νερό. Αυτά τα αεροσκάφη επιτρέπουν επίσης τον υπολογισμό του δείκτη βλάστησης (πυκνότητα και υγεία της καλλιέργειας) ενώ η καλλιέργεια αναπτύσσεται, επιτρέποντας την καλύτερη διαχείριση των καλλιεργειών.
- Ψεκασμός καλλιεργειών. Η ικανότητα των drone να προσαρμόζονται εύκολα στα υψόμετρα και στις διαδρομές πτήσης τους σύμφωνα με τη γύρω τοπογραφία και τη γεωγραφία, προέρχεται από τη χρήση ολοένα και πιο εξελιγμένου εξοπλισμού (ραντάρ, LiDAR κ.λπ.). Αυτό τα καθιστά κατάλληλα για ψεκασμό καλλιεργειών, καθώς επίσης μπορούν να σαρώσουν το έδαφος και να ψεκάσουν υγρά, γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια. Ορισμένοι ειδικοί υποστηρίζουν ότι ο ψεκασμός με drones μπορεί να είναι έως και πέντε φορές πιο γρήγορος από ότι με τα κανονικά μηχανήματα.
- Εναέρια φύτευση. Τα συστήματα φύτευσης drone, τα οποία βρίσκονται υπό ανάπτυξη, κάνουν χρήση πεπιεσμένου αέρα για να πυροδοτούν σπόρους απευθείας προς στο έδαφος. Αυτό έχει ως στόχο τη δραστική μείωση του κόστους εργασίας που υπάρχει στην παραδοσιακή μέθοδο φύτευσης.

## ***Τύποι Drone***

Τα περισσότερα αεροσκάφη εμπίπτουν στις κατηγορίες περιστροφικών ή σταθερών πτερυγίων. Ένα περιστροφικό drone μοιάζει με ελικόπτερο, ενώ ένα drone με σταθερό πτερύγιο μοιάζει ακριβώς με αεροπλάνο. Ένας τρίτος τύπος drone είναι το υβριδικό, το οποίο έχει περιστροφικά και σταθερά φτερά.

## ***Περιστροφικά Drone***

Ένα περιστροφικό drone συχνά αναγνωρίζεται από τον αριθμό των στροφείων (έλικες). Ένα παράδειγμα είναι το quadcopter (Εικόνα 15 drone III), το οποίο έχει τέσσερις ρότορες. Το περιστροφικό drone είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο ανίχνευσης για εργασίες καλλιέργειας μίας παραγωγικής μονάδας. Το quadcopter όπως αναφέρεται στο εμπόριο, μπορεί να απογειωθεί



κάθετα, έτσι οι θέσεις στάθμευσης γίνονται ζώνες εκτόξευσης . Τα αεροσκάφη αυτά είναι εύκολο να χειριστούν σε όλο το πεδίο της καλλιέργειας και μπορούν να αιωρηθούν πάνω από δύσβατες και με ανόμοιο ανάγλυφο περιοχές. Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας τους όμως αποτελεί ένα πρόβλημα, καθώς η ισχύς της εξαντλείται ταχύτερα λόγω της τροφοδοσίας πολλαπλών ελίκων. Οι χρόνοι πτήσης για πολλά quadcopters κυμαίνονται από 10-20 λεπτά και μπορεί να είναι μικρότεροι όταν πετούν με υψηλές ταχύτητες ανέμου. Ως εκ τούτου, τα περιστροφικά αεροσκάφη είναι χρήσιμα για μικρότερες καλλιέργειες.

### ***Drone με σταθερά πτερύγια***

Τα drone με σταθερά πτερύγια λειτουργούν όπως τα αεροπλάνα. Έχουν μόνο μία έλικα και χρησιμοποιούν την ίδια νοοτροπία έλξης και αιώρησης για να παραμείνουν ψηλά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προσφέρουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, άρα έχουν δυνατότητα παραμονής στον αέρα για 20 λεπτά ή περισσότερο και μπορούν να φτάσουν σε μεγαλύτερες ταχύτητες από τα περιστροφικά drone [82]. Επιπλέον, αυτό επιτρέπει στα drone με σταθερά πτερύγια να καλύπτουν μεγαλύτερη έκταση. Ωστόσο, απαιτούν χώρο για προσγείωση παρόμοιο με αυτόν ενός αεροδρομίου, διότι έχουν σχεδιαστεί για να προσγειώνονται γλιστρώντας στο έδαφος.

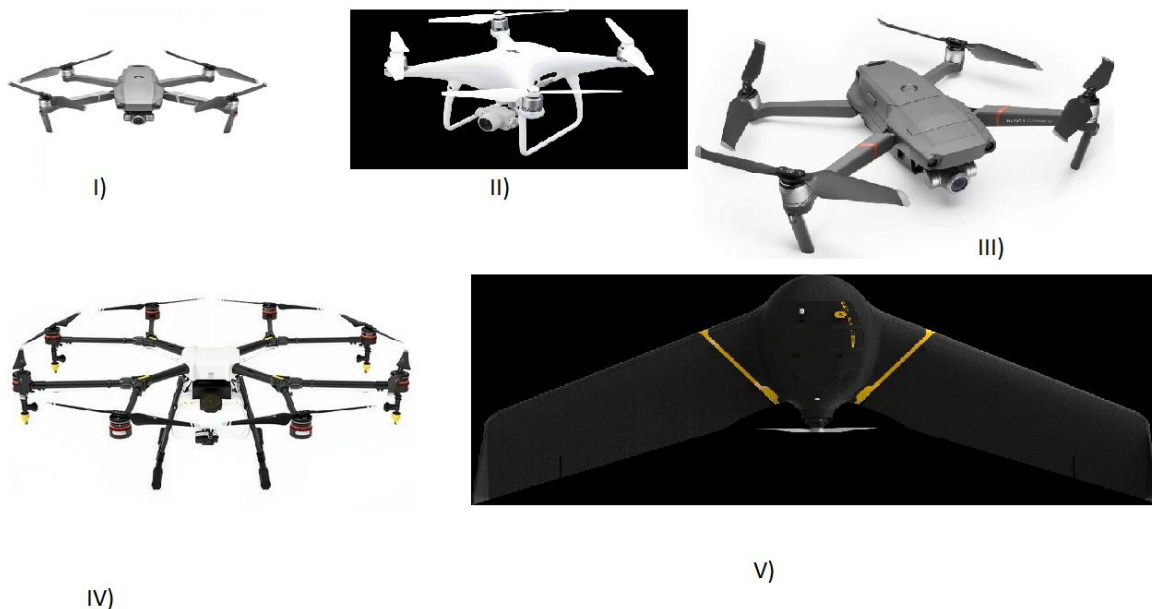
Μία υβριδική έκδοση ξεπερνά αυτό το ζήτημα, λειτουργώντας κατά την απογείωση και την προσγείωση σαν ένα quadcopter, αλλά πετάει σαν ένα drone σταθερής πτέρυγας.

Στον παρακάτω Πίνακα 16 αναφέρονται μερικά από τα drones αυτού του είδους αλλά και οι ενδεικτικές τους τιμές στο εμπόριο.



| Όνομα Drone   | Τιμή (€)          |
|---|-------------------|
| I) DJI MAVIC 2 ZOOM [83]                                  | 1091.67 €         |
| II) DJI Phantom 4 Pro V2.0 [84]                           | 1698.80 €         |
| III) DJI Mavic 2 Enterprise (ZOOM) Universal Edition [85] | 2298.96 €         |
| IV) DJI Agras MG-1 [86]                                   | 13.788,80€        |
| V) Professional UAV Sensefly EBEE X Fixed Wing Drone [87] | 19.263 – 25.346 € |

*Πίνακας 16 Drones*



*Εικόνα 16 Drones*



Οι διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα σε αυτά τα drones είναι ασφαλώς η ποιότητα κατασκευής αλλά και οι δυνατότητες που έχει το καθένα από αυτά. Για παράδειγμα, με την χρήση των πρώτων τριών drone σε ένα σύστημα γεωργίας ακριβείας, θα είναι σχεδόν αναγκαίο να αγορασθεί και ένας αισθητήρας εικόνας για να προσαρμοστεί πάνω στο σκάφος. Το κόστος και η περιγραφή των αισθητήρων εικόνας, έχουν αναφερθεί παραπάνω στην αντίστοιχη παράγραφο. Τα drone IV και V έχουν ήδη εγκατεστημένους τους αισθητήρες αυτούς, οπότε δεν θα χρειαστούν καμιά άλλου είδους μετατροπή ώστε να μπορέσουν να παράγουν δεδομένα ωφέλιμα στην αύξηση παραγωγικότητας της καλλιέργειας. Επιπλέον, έχουν αυτήν την αισθητή διαφορά τιμής διότι είναι 40-60 φορές πιο γρήγορα σε σχέση με συμβατικό ψεκασμό, έχουν την ικανότητα να επωμιστούν έως και 10kg ωφέλιμο φορτίο, και επιπλέον μπορούν να καλύψουν 28-40 στρέμματα ανά ώρα .

## **5.2 Μ.Ο Τιμών Εξοπλισμού**

Εν κατακλείδι, παρουσιάζουμε παρακάτω στον Πίνακα 17 τον Μέσο Όρο τιμής κάθε κατηγορίας εξοπλισμού, ώστε κάθε αγρότης που έχει στόχο να υλοποιήσει ένα έξυπνο σύστημα γεωργίας ακριβείας, να έχει μία σφαιρική αντίληψη των απαιτούμενων εξόδων.



| Όνομα Υλικού<br>Εξοπλισμού                             | Μ.Ο.<br>Τιμής (€) |
|--|-------------------|
| • Αισθητήρας Υγρασίας                                  | 15.70 €           |
| • Αισθητήρας Θερμοκρασίας                              | 110.60 €          |
| • Αισθητήρας Βροχής                                    | 236.20 €          |
| • Αισθητήρας Μέτρησης pH                               | 201.00 €          |
| • Αισθητήρας Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας                   | 90.00 €           |
| • Αισθητήρας Ατμοσφαιρικής Πίεσης                      | 464.00 €          |
| • Αισθητήρας Ταχύτητας Ανέμου                          | 334.45 €          |
| • Αισθητήρας Ηλιακής Ακτινοβολίας                      | 359.57 €          |
| • Αισθητήρας Φωτός                                     | 29.00 €           |
| • Αισθητήρας Εικόνας                                   | 3667.00 €         |
| • Αισθητήρας Διοξειδίου του Άνθρακα (CO <sub>2</sub> ) | 131.17 €          |
| • Μικροεπεξεργαστής                                    | 35.90 €           |
| • Μονάδα Ασύρματης Επικοινωνίας                        | 12.43 €           |
| • Μονάδα Πομποδέκτη                                    | 64.60 €           |
| • Drone  | 8275 €            |

*Πίνακας 17 Μ.Ο Τιμών Υλικού Εξοπλισμού*

### 5.3 Λογισμικό (Software)

Το λογισμικό γεωργίας ακριβείας είναι ένα εργαλείο που βασίζεται σε ένα υπολογιστικό «νέφος» (διάθεση υπολογιστικών πόρων μέσω διαδικτύου) και επιτρέπει στους αγρότες να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται δεδομένα αλλά και να μεγιστοποιούν τις αποδόσεις και τα έσοδα των καλλιεργειών. Οι αγρότες χρησιμοποιούν αυτά τα προγνωστικά εργαλεία



ανάλυσης, για να προβλέψουν το αναμενόμενο μέγεθος απόδοσης, αλλά και τα έσοδα. Επιπλέον βοηθά τον χρήστη να πάρει δεδομένα σχετικά με την κατάσταση της καλλιέργειας, την καθοδήγηση της διαδικασίας καλλιέργειών και τη διαχείριση του εδάφους [88].

**Παρακάτω είναι οι χρήσεις και οι λειτουργίες μερικών από αυτά [89] :**

- Πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο: Τα εργαλεία λογισμικού ακριβείας γεωργίας προσφέρουν αναφορές σε πραγματικό χρόνο για την εργασία, τις εισροές και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή των καλλιέργειών. Οι συσκευές ανίχνευσης επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση των επιλεγμένων παραμέτρων (πχ παρακολούθηση υγρασίας ή οξύτητας εδάφους) και παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη διασφάλιση μιας ενήμερης κατάστασης της παραγωγικής μονάδας.
- Παρακολούθηση απόδοσης: Η δυνατότητα παρακολούθησης απόδοσης βοηθά τον χρήστη να μετρήσει την απόδοση των καρπών για μια συγκεκριμένη τοποθεσία, να χαρτογραφήσει και να συγκρίνει την απόδοση των διαφορετικών ποικιλιών σπόρου σε όλο το χωράφι. Συνδυάζεται με πληροφορίες που λαμβάνονται από τη χρήση GPS για την παρακολούθηση της απόδοσης των καλλιέργειών.
- Ενσωματωμένη λογιστική: Με την ενσωματωμένη δυνατότητα λογιστικής, το λογισμικό γεωργίας ακριβείας επιτρέπει στο χρήστη να διατηρεί αρχεία και να παρακολουθεί τις αποδόσεις και την κερδοφορία των καλλιέργειών.
- Διαχείριση Παραγωγής: Το λογισμικό γεωργίας ακριβείας επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί την πορεία της καλλιέργειας, την άρδευση και τα αποτελέσματα των δοκιμαστικών τεχνικών στο έδαφος.
- Διαχείριση αποθέματος: Οι αγρότες μπορούν να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται τη ροή των αγροτικών αγαθών από την παραγωγή στις αποθήκες και τη σωστή αποθήκευσή τους.
- Διαχείριση Εργασίας: Το λογισμικό επίσης επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί την παραγωγικότητα του προσωπικού.
- Ιχνηλασιμότητα: Το λογισμικό που χρησιμοποιείται από το σύστημα γεωργίας ακριβείας επιτρέπει μεγαλύτερη ανιχνευσιμότητα στην παραγωγή τροφίμων, καθώς επιτρέπει στον



χρήστη να λαμβάνει ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τις γεωργικές πρακτικές και εισροές που επιτρέπουν στους καταναλωτές να γνωρίζουν τι συμβαίνει στην παραγωγή τροφίμων.

- **Καιρικές καταγραφές:** Το λογισμικό επιτρέπει στο χρήστη να συγχρονίζει το ημερολόγιό του με την τρέχουσα καιρική κατάσταση και έτσι ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει τις εργασίες της καλλιέργειας.
- **Συνεργασία:** Οι δυνατότητες συνεργασίας των λογισμικών μεταξύ τους επιτρέπουν στον χρήστη να διαμοιράζεται πληροφορίες για να συνεργαστεί με τον αξιόπιστο κύκλο των χρηστών.

Το λογισμικό που χρησιμοποιεί ένα σύστημα γεωργίας ακριβείας είναι ένα ουσιαστικό εργαλείο που επιτρέπει στους αγρότες να παρακολουθούν την παραγωγή των καλλιεργειών για τη βελτιστοποίηση των αποδόσεων και των επενδύσεων.

**Παρακάτω θα αναφερθούν τα πιο σημαντικά, γνωστά αλλά και αποδοτικότερα λογισμικά που χρησιμοποιούνται στην γεωργία ακριβείας.**

- Το πιο δημοφιλές λογισμικό αυτήν την περίοδο είναι το Pix4d [90]. Το Pix4d είναι ο ηγέτης της αγοράς στην παροχή προηγμένων λύσεων χαρτογράφησης και εναέριων απεικονίσεων. Όσον αφορά τη γεωργία ακριβείας, αποτελεί το καλύτερο προϊόν που είναι συμβατό με όλα τα αεροσκάφη υψηλών προδιαγραφών και ειδικά σχεδιασμένο για γεωργική χρήση drone. Το Drone SenseFly υποστηρίζεται επίσης από τα προϊόντα που κατασκευάζονται από το Pix4d. Το λογισμικό είναι ικανό να λειτουργεί ταυτόχρονα σε σταθερές μονάδες υπολογιστών αλλά και σε κινητές πλατφόρμες. Η τιμή του λογισμικού κυμαίνεται από 140 € έως και 216 € τον μήνα. Η τιμή διαφέρει ανάλογα με τις υπηρεσίες και τα δικαιώματα που παρέχει το καθένα.
- Drones Deploy Field Scanner [91]. Πρόκειται για λογισμικό χαρτογράφησης σε πραγματικό χρόνο που διαθέτει ένα απλό περιβάλλον εργασίας χρήστη και επιτρέπει τον αυτόματο σχεδιασμό πτήσεων. Επιτρέπει στον χρήστη να εντοπίσει πιθανές απειλές με τη βοήθεια χαρτών NDVI και άλλων εξελιγμένων εργαλείων ανάλυσης. Η τιμή του λογισμικού κυμαίνεται από 83 € έως και 252 € τον μήνα αναλόγως τις υπηρεσίες και τις λειτουργίες που προσφέρει. Αυτό το λογισμικό ενσωματώνεται σε περισσότερες από 30 εφαρμογές και συστήματα διαχείρισης μία καλλιέργειας και έχει το πλεονέκτημα να ποσοτικοποιεί τις περιοχές συνολικής απώλειας έπειτα από καιρικά φαινόμενα.





- Precision Hawk Precision Mapper [92]. Το λογισμικό αυτό είναι ένα ακόμη παραγωγικό λογισμικό για τη γεωργία ακριβείας, που συνοδεύεται από βιβλιοθήκη κατ' απαίτηση για εργαλεία ανάλυσης. Είναι διαθέσιμο ως λύση που βασίζεται σε ένα σύστημα cloud, καθώς και σε έκδοση για σταθερούς υπολογιστές. Υπάρχει η δυνατότητα ζωντανής σύνδεσης αλλά και με δυναμικές αναφορές με γεωπόνους, ασφαλιστές καλλιεργειών, αγοραστές και άλλους γαιοκτήμονες.
- Sentera AgVault[93]. Αυτό είναι επίσης ένα κορυφαίας ποιότητας λογισμικό σχεδιασμένο για την διαχείριση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας που συνοδεύεται από χαρακτηριστικά που αποτελούν μέρος του κορυφαίων λογισμικών (σε πωλήσεις) όπως το Pix4D και το Drone Deploy. Η τιμή του λογισμικού είναι 210 € τον μήνα. Ο κατασκευαστής προσφέρει επίσης ένα σύμπλεγμα αισθητήρων για συλλογή δεδομένων με μεθόδους όπως NIR(Near Infrared) και NDVI.
- BotLinkMapper [94]. Το λογισμικό αυτό προσφέρει χάρτες υψηλής ανάλυσης και περιλαμβάνουν χάρτες δείκτη βλάστησης και χάρτες εδάφους που βοηθούν στην εξερεύνηση των υγρών και ξηρών περιοχών στην καλλιέργεια.

Τα νέα εργαλεία προσφέρουν στους επαγγελματίες της γεωργίας βελτιωμένες γνώσεις για χρήση εντός και εκτός της καλλιέργειας. Οι γεωπόνοι, οι σύμβουλοι και οι παραγωγοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα εργαλεία για να αναλύσουν τα δεδομένα συγκομιδής και να υπάρξει κάποια αξιολόγηση όσον αφορά τις παραγωγικές εργασίες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Όλα τα παραπάνω πακέτα λογισμικού είναι εμπορικά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μηνιαία ή ετήσια συνδρομή στις εταιρείες που τα προσφέρουν. Πάρα ταύτα, μπορεί να γίνει σύγκριση της τιμής με τις υπηρεσίες που προσφέρουν, ώστε να αποφασίσει ο κάθε υποψήφιος αγρότης που επιθυμεί να υλοποιήσει ένα σύστημα γεωργίας ακριβείας, ποιο από τα παραπάνω θα χρησιμοποιήσει.

Υπάρχουν επίσης διαθέσιμα λογισμικά ανοιχτού κώδικα. Ένα από τα πιο γνωστά είναι το GEOBIA [95]. Το GEOBIA χρησιμοποιεί έναν αριθμό βιβλιοθηκών ανοιχτού κώδικα που είναι κυρίως βασισμένες σε γλώσσα προγραμματισμού Python. Το πλεονέκτημα με το λογισμικό ανοιχτού κώδικα, είναι ότι σε όλες τις χρησιμοποιημένες βιβλιοθήκες υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης αλλά και τροποποίησης από τον χρήστη. Επίσης, ένα άλλο πλεονέκτημα ενός λογισμικού ανοιχτού κώδικα είναι ότι συνήθως διανέμεται δωρεάν.



## 5.4 Απαιτούμενες Γνώσεις

Οι εφαρμογές Έξυπνης Γεωργίας δεν στοχεύουν μόνο σε μεγάλες καλλιέργειες, αλλά θα μπορούσαν επίσης να δράσουν και για την τόνωση μικρομεσαίων καλλιεργειών ώστε να υπάρχει μία αυξανόμενη τάση ανάπτυξης. Είναι αποδεδειγμένο ότι οι τεχνολογίες που προσφέρει η Έξυπνη Γεωργία έχουν αρκετά πλεονεκτήματα. Αυτά όμως για να φτάσει στο σημείο ο αγρότης να τα επικαρπωθεί και να τα εκμεταλλευτεί, πρέπει να τον διακατέχει και ένα πολύ συγκεκριμένο επίπεδο γνώσεων [96]. Σε κάποιους τομείς χρειάζεται πιο έντονα κάποια εξειδικευμένη γνώση, ενώ σε άλλους όχι τόσο. Για να εγκατασταθεί μια τέτοια υποδομή που θα μπορεί να εξυπηρετήσει μια μεγάλη ή μικρή καλλιέργεια με τις τεχνολογίες που προαναφέρθηκαν, προφανώς και χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις ειδικά στον τομέα λειτουργίας των δικτύων και των διαφόρων λογισμικών. Σαφώς και υπάρχει ανάγκη γνώσης και δεξιοτήτων για το πώς να ερμηνευτούν τα δεδομένα που συλλέγονται από διαφορετικούς αισθητήρες που βασίζονται σε χάρτες για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τη φυσιολογική ή όχι κατάσταση της καλλιέργειας και εδάφους. Απαιτούνται πρόσθετες δεξιότητες και γνώσεις σχετικά με τον τρόπο χρήσης των μεγάλων, ετερογενών συνόλων δεδομένων και πληροφοριών που συλλέγονται για την αξιολόγηση των επιπτώσεων του καιρού, των ιδιοτήτων του εδάφους στην παραγωγή και για την ανάπτυξη σχεδίων διαχείρισης για την αύξηση της αποτελεσματικότητας και την προσαρμογή των εισροών τα επόμενα χρόνια. Συγκεκριμένα, απαιτούνται μοντέλα για την κατανόηση των αιτίων και των συσχετισμών μεταξύ φυτού, εδάφους και κλίματος. Έπειτα είναι απαραίτητο να μπορέσει ο αγρότης να αφιερώσει χρόνο και να κατανοήσει την χρήση, την λειτουργία αλλά και την διαχείριση όλων αυτών των αισθητήρων μη επανδρωμένων εναέριων αεροσκαφών. Εν κατακλείδι, το συμπέρασμα αυτής της παραγράφου είναι ότι ο αγρότης μπορεί να διαχειριστεί και να λειτουργήσει όλες τις υποδομές που θα του παρέχει ένα τέτοιο δίκτυο, αν αφιερώσει χρόνο ώστε να εξοικειωθεί με αυτές τις μεθόδους. Αν δεν είναι διατεθειμένος ένας παραγωγός να ενεργήσει κατά τα παραπάνω, τότε θα είναι μονόδρομος να προσλάβει ειδικούς για την διαχείριση της παραγωγικής μονάδας.



## 6. Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Αξιολόγηση της Επένδυσης

### 6.1 Αποδοτικότητα Επένδυσης

Η χρήση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας προσφέρει περιβαλλοντικά, πρακτικά και οικονομικά οφέλη. Έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να αυξάνουν την αποδοτικότητα ολόκληρης της γεωργικής παραγωγής με όσον το δυνατό χαμηλότερο κόστος, αποφεύγοντας παράλληλα τις ανεπιθύμητες επιπτώσεις των χημικών που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Σε αυτήν την ενότητα έχουν συλλεχθεί πληροφορίες σχετικά με την υιοθέτηση και την αποδοτικότητα της εφαρμογής ορισμένων τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας. Σύμφωνα με αρκετές προηγούμενες μελέτες, γενικά η εφαρμογή τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας αυξάνει την αποδοτικότητα. Ωστόσο, είναι σημαντικό από την αρχή να αναγνωριστεί ότι υπάρχουν πολλά άλλα οφέλη, ορισμένα από τα οποία δεν μπορούν εύκολα να εκφραστούν σε όρους νομισματικής αξίας [97].

- **Περιβαλλοντικά Οφέλη**

Η γεωργία ακριβείας πετυχαίνει βελτιωμένη κερδοφορία και μειωμένες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Δεδομένου ότι οι άμεσες συνέπειες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων συχνά δεν βαρύνουν τον καλλιεργητή, εκτός από οικονομικές κυρώσεις για συγκεκριμένες περιπτώσεις, είναι δύσκολο να δοθεί αξία στη μείωση αυτών των επιπτώσεων. Τόσο έμμεσα μέσω της λιγότερης σπατάλης αζωτούχων λιπασμάτων, αλλά και άμεσα μέσω μειωμένων διελεύσεων μηχανών και επομένως χρήσης καυσίμου, θα υπάρξουν μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ανά στρέμμα γης ή ανά τόνο παραγωγής σοδειάς, και όλο και περισσότερο στο μέλλον αυτό μπορεί να έχει τιμή μετρήσιμη σε κατανάλωση άνθρακα [98]. Επιπλέον η γεωργία ακριβείας συνεπάγεται την εφαρμογή τεχνικών και τεχνολογιών που επιτρέπουν την ενσωμάτωση συγκεκριμένων οικολογικών αρχών και διαδικασιών διαχείρισης βιοποικιλότητας στη διαχείριση του αγροτικού τοπίου, βελτιστοποιώντας ταυτόχρονα την χρήση των διαθέσιμων πόρων για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Εάν εφαρμοστούν σωστά, αυτές οι τεχνικές μπορούν να διασφαλίσουν σημαντικά οφέλη για το οικοσύστημα, όπως η μείωση της ρύπανσης των καλλιεργειών και της κατανάλωσης νερού, μειώνοντας παράλληλα το κόστος παραγωγής, μεγιστοποιώντας τις αποδόσεις.

- **Πρακτικά Οφέλη**



Τα πρακτικά οφέλη, μπορεί να περιλαμβάνουν την εξοικονόμηση χρόνου και την ικανότητα να επιτευχθούν περισσότεροι παραγωγικοί στόχοι κατά τη διάρκεια της εργάσιμης ημέρας. Αυτό θα έχει άμεσο οικονομικό όφελος μέσω της μείωσης του κόστους εργασίας, αλλά ενδεχομένως μεγαλύτερο αντίκτυπο μέσω της βελτιωμένης παραγωγικότητας, οδηγώντας σε αυξημένες αποδόσεις ή ακόμα και μείωση χρήσης των φυτοφαρμάκων [99] [34]. Οι γεωργικές μηχανές θα λειτουργούν με τη μέγιστη ημερήσια αποδοτικότητα, πράγμα το οποίο σημαίνει την αύξηση του οφέλους. Οι ζημιές που προκύπτουν από ανθρώπινο σφάλμα θα έχουν την τάση να μειώνονται [100]. Η μεγαλύτερη ευελιξία που θα έχει ένας χειριστής, μπορεί να έχει ως συνέπεια τη δυνατότητα ανάληψης δύσκολων εργασιών και την επίτευξη υψηλότερων ποσοστών αποδοτικότητας εργασίας, με αποτέλεσμα τη μείωση στο κόστος παραγωγής. Το όφελος για έναν μεμονωμένο καλλιεργητή μπορεί συνεπώς να εξαρτάται από το ποιος χειρίζεται τον τεχνολογικό εξοπλισμό στην καλλιέργειά του.

Το 2003 διεξήχθη μια μελέτη προσομοίωσης [101] που έδειξε ότι το κόστος/όφελος (σε κάθε αγροτική έκταση) από την υιοθέτηση τεχνικών ακριβείας καλλιέργειας βελτιώνεται καθώς η τιμή του εξοπλισμού μειώνεται, το μέγεθος των αγροτεμαχίων αυξάνεται, η ετήσια χρήση μηχανημάτων εξοπλισμένων με ακρίβεια αυξάνεται.

- **Υιοθέτηση τεχνολογίας ακριβείας γεωργίας και μέγεθος αγροκτήματος**

Οι μεγαλύτερες εκμεταλλεύσιμες καλλιέργειες είναι πιθανότερο να υιοθετήσουν τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας (Εικόνα 16). Το μέγεθος της εκμετάλλευσης καθορίζεται από στρέμματα καλλιεργούμενων εκτάσεων, φυτεύοντας οποιαδήποτε καλλιέργεια. Τα υψηλότερα ποσοστά υιοθέτησης και για τις τρεις τεχνολογίες το 2010, ήταν σε εκμεταλλεύσεις άνω των 3.800 στρεμμάτων. Η χαρτογράφηση υπολογιστών (τόσο χαρτογράφηση εδάφους GPS όσο και η απομακρυσμένη παρακολούθηση της απόδοσης) και η υιοθέτηση των συστημάτων καθοδήγησης, υιοθετήθηκαν σε πάνω από 40 τοις εκατό όλων των αγροκτημάτων άνω των 1.300 στρεμμάτων. Η υιοθέτηση VRT (Variable Rate Technology) είναι χαμηλότερη από τις άλλες τεχνολογίες σε όλα τα μεγέθη των εκμεταλλεύσεων και αυτό συμβαίνει διότι είναι και η πιο κοστοβόρα [102][103]. Το εμπλουτισμένο VRT είναι πιο διαδεδομένο σε αγροκτήματα άνω των 1.700 στρεμμάτων απ' ό,τι σε μικρότερα αγροκτήματα.



| Καλλιεργήσιμη Έκταση<br>(στρέμματα)        | Χαρτογράφηση<br>Εδάφους (GPS) | Σύστημα<br>Τηλεπισκόπησης | Τεχνολογία<br>Γεωργίας Ακριβείας |
|--|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Ποσοστό Υιοθέτησης κάθε Τεχνολογίας</b> |                               |                           |                                  |
| Μικρότερη από 600 στρέμματα                | 12%                           | 12%                       | 12%                              |
| 600 – 1000 στρέμματα                       | 34%                           | 24%                       | 20%                              |
| 1000 – 1300 στρέμματα                      | 39%                           | 33%                       | 18%                              |
| 1300 – 1700 στρέμματα                      | 50%                           | 40%                       | 23%                              |
| 1700 – 2200 στρέμματα                      | 54%                           | 60%                       | 32%                              |
| 2200 – 2900 στρέμματα                      | 49%                           | 60%                       | 32%                              |
| 2900 – 3800 στρέμματα                      | 67%                           | 78%                       | 29%                              |
| Μεγαλύτερη από 3800 στρέμματα              | 80%                           | 84%                       | 40%                              |

Εικόνα 17 Υιοθέτηση της Γεωργίας Ακριβείας ανά μέγεθος Καλλιεργήσιμου Εδάφους

## 6.2 Απαιτούμενος Εξοπλισμός Ανάπτυξης

Σε αυτό το σκέλος, παρέχεται μία εκτίμηση σχετικά με τις δαπάνες που πρέπει οι αγρότες να λάβουν υπόψη ώστε να εγκαταστήσουν λεπτομερή συστήματα γεωργικής τεχνολογίας στην επιχείρησή τους. Αυτό το σύνολο δαπανών παρουσιάζεται στον Πίνακα 18. Πριν αγοραστεί οποιοσδήποτε εξοπλισμός, συνιστάται μία λεπτομερής έρευνα αγοράς σε συνδυασμό με την συμβουλή επαγγελματιών IoT. Αυτή η συνεργασία θα βοηθήσει τους αγρότες να αναγνωρίσουν τις καταλληλότερες έξυπνες συσκευές και IoT τεχνολογίες για τα προϊόντα τους και τις διαδικασίες καλλιέργειας. Από τη στιγμή που οι αγρότες δεν έχουν αυτού του είδους την γνώση, η προεργασία είναι σημαντική ώστε να επιλεγεί ο σωστός εξοπλισμός. Μετά την ολοκλήρωση των διαδικασιών επιλογής, οι αγρότες πρέπει να αγοράσουν τα ειδικά Hardware και Software εργαλεία με τις αντίστοιχες άδειες για την λειτουργία τους και να ξεκινήσουν την εγκατάστασή τους [104].

### I. Hardware

Σε ότι αφορά το Hardware, ίσως είναι απαραίτητες σημαντικές αναβαθμίσεις στον server που είναι η πλατφόρμα η οποία μπορεί να φέρει εις πέρας όλες τις παράλληλες διεργασίες. Επιπρόσθετα, οι αισθητήρες και τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα αποτελούν σημαντικά μέρη του Hardware ώστε να παρακολουθηθούν και να συλλεχθούν οι αγροτικές παράμετροι. Οι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν στο έδαφος, υπογείως (μέσα στο έδαφος) ή επάνω στα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα. Οι αισθητήρες εδάφους μπορούν να παρακολουθήσουν περιβαλλοντολογικές παραμέτρους όπως υγρασία, θερμοκρασία,



ενυδάτωση των φύλλων, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, βαρομετρική πίεση, πυκνότητα φωτός, ηλιακή ακτινοβολία και βροχόπτωση. Από την άλλη μεριά οι υπόγειοι αισθητήρες, είναι ειδικά σχεδιασμένοι ώστε να είναι ανθεκτικοί στο νερό και συνήθως μετράνε την υγρασία και την θερμοκρασία του εδάφους, το Ph, την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τις χημικές ιδιότητες του εδάφους όπως το διοξείδιο του άνθρακα. Σχετικά με τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα, συνήθως χρησιμοποιούνται τριών ειδών αισθητήρες που επιτρέπουν την λειτουργία του RGB. Αυτοί οι αισθητήρες προφανώς και είναι αισθητήρες λήψης εικόνας και είναι οι πολυφασματικές και υπερφασματικές ή θερμικές κάμερες. Οι υπερφασματικοί αισθητήρες που εφαρμόζονται στα Drone, συλλέγουν δεδομένα που δεν είναι αναγνωρίσιμα από άλλους αισθητήρες, με μορφή στενών και συνεχών ζωνών μήκους κύματος. Αυτού του είδους τα δεδομένα έχουν μεγάλη επίδοση σε φασματική και ραδιομετρική ακρίβεια, όπου κάθε pixel περιέχει δεδομένα της τοποθεσίας. Από την άλλη πλευρά, οι πολυφασματικοί αισθητήρες επικεντρώνονται στο να εντοπίσουν την αντανάκλαση της ηλιακής ενέργειας από αντικείμενα στο περιβάλλον. Οι θερμικοί αισθητήρες έχουν το πλεονέκτημα να ανιχνεύουν την θερμότητα που εκπέμπεται από σχεδόν όλα τα αντικείμενα, μετατρέποντας τα σε εικόνες και βίντεο. Αξιοποιώντας τους αισθητήρες των Drone, μπορούμε να συλλέξουμε σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της σοδειάς κατά την καλλιέργεια.

## ***II. Software***

Ο εγκέφαλος ενός έξυπνου συστήματος παρακολούθησης εμπεριέχει τελευταίας τεχνολογίας Software. Ο πυρήνας του συστήματος Software θα εγκατασταθεί στον υπολογιστή που θα αποτελέσει τον βασικό Server του έξυπνου συστήματος γεωργικής παρακολούθησης. Αν δεν υπάρχει ήδη, η απόκτηση ενός συστήματος λειτουργίας, συνήθως Microsoft Windows και των σχετικών εφαρμογών είναι απαραίτητη για την λειτουργία της πλατφόρμας παρακολούθησης. Τα δεδομένα των αισθητήρων και των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων συλλέγονται και αποθηκεύονται σε μία τοπική βάση δεδομένων ή σε ένα cloud σύστημα, των οποίων η χρήση θα επιτρέψει την σημαντική αύξηση του κόστους αποθήκευσης σε βάθος χρόνου. Για την ανάλυση και επεξεργασία των φωτογραφιών που λαμβάνουν τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα, πρέπει να αγοραστεί επίσης ένα εργαλείο επεξεργασίας ψηφιακών εικόνων, που επιτρέπει τον υπολογισμό διαφόρων δεικτών βλάστησης σχετικά με την κατάσταση της σοδειάς. Οι δείκτες βλάστησης είναι μαθηματικοί ποσοτικοί συνδυασμοί της απορρόφησης και διάχυσης των φυτών σε διάφορα μήκη κύματος



του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Ο υπολογισμός αυτών των παραμέτρων θα επιτρέψει την αναγνώριση χρήσιμων πληροφοριών της σοδειάς σχετικά με σημαντικές βιολογικές και φυσικές παραμέτρους της βλάστησης. Ο όρος Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) είναι μία γνωστή παράμετρος, η οποία καθορίζει την αναλογία δείκτη της βλάστησης και ο υπολογισμός του βασίζεται στο ορατό και υπέρυθρο φως που αντανακλάται στη βλάστηση.

### ***III. Δικτύωση***

Για τη λειτουργία της πλατφόρμας παρακολούθησης, πρέπει να δημιουργηθεί μία τοπική περιοχή δικτύωσης, αν δεν υπάρχει ήδη. Μία συσκευή router αποτελεί βασικό τμήμα ενός τέτοιου δικτύου, ώστε να επιτρέπει την ασύρματη επικοινωνία των έξυπνων συσκευών και των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων με τον Server και τη βάση δεδομένων. Η έναρξη μίας γραμμής δικτύου αποτελεί επιπρόσθετο έξοδο στην επιχείρηση του αγρότη, όπως και η απόκτηση σταθερών IP διευθύνσεων για όλες τις έξυπνες συσκευές του.

### ***IV. Εγκατάσταση και Ολοκλήρωση***

Ένα άλλο είδος εξόδων ανάπτυξης, εμπεριέχει την εγκατάσταση και τη διαδικασία ολοκλήρωσης του νέου εξοπλισμού Hardware και Software. Η επίτευξη της διαλειτουργικότητας είναι μία πρόκληση στις σύγχρονες τεχνολογίες IoT, λόγω της ποικιλίας των πρωτοκόλλων και μηχανισμών δικτύωσης. Η αγροτική επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει πρόσθετο και μόνιμο εργατικό δυναμικό για αυτό το σκοπό, λαμβάνοντας υπόψη ότι θα το χρειαστεί για μελλοντική συντήρηση και διόρθωση προβλημάτων, αμείβοντας τους με μηνιαίο μισθό. Αντιθέτως, ακολουθώντας μία διαφορετική στρατηγική ανάπτυξης, ο αγρότης μπορεί να προσλάβει ειδικούς την πρώτη φορά ώστε να ολοκληρώσουν την εγκατάσταση του Hardware και του Software της πλατφόρμας παρακολούθησης ενώ ταυτόχρονα θα εκπαιδεύσει το υπάρχον προσωπικό για μελλοντική συντήρηση του συστήματος.



| <b>Κατηγορίες Δαπανών</b> | <b>Λεπτομέρειες</b>                     | <b>Αγορά</b>   |
|---------------------------|---|--|
| Κόστος Υλικού             | Αισθητήρες Πάνω και Κάτω από το Έδαφος  | Αισθητήρας Υγρασίας, Θερμοκρασίας, Φωτεινότητας, pH, ταχύτητας ανέμου κλπ. |
| Κόστος Υλικού             | UAV με Αισθητήρες και Κάμερες           | DJI MAVIC 2 ZOOM, DJI Phantom 4 Pro V2.0, DJI Agras MG-1 κλπ.              |
| Κόστος Υλικού             | Server, Φορητός Η/Υ, Tablet, Smartphone | Dell, Lenovo, Microsoft, IBM κλπ.  |
| Κόστος Υλικού             | Εξοπλισμός WAN/LAN                      | Router, Διακόπτες, Καλώδια κλπ   |
| Κόστος Υλικού             | Αναβαθμίσεις Υλικού                     | Αναβάθμιση Επεξεργαστή, Χωρητικότητας Αποθήκευσης Δεδομένων κλπ.           |
| Κόστος Υλικού             | Μπαταρίες Αισθητήρα                     | Μακράς Διαρκείας Μπαταρίες   |
| Κόστος Λογισμικού         | Λειτουργικό Σύστημα                     | Windows (OS), Linux (OS), Android(OS) κλπ.                                 |
| Κόστος Λογισμικού         | Λογισμικό Βάσης Δεδομένων               | SQL, MYSQL, Oracle Database κλπ.   |
| Κόστος Λογισμικού         | Λογισμικό Εφαρμογών (email)             | Microsoft Office, LibreOffice κλπ.   |
| Κόστος Λογισμικού         | Λογισμικό Φωτομετρίας και Χαρτογράφησης | Pix4D, Sentera AgVault, Drones Deploy Field Scanner κλπ.                   |
| Κόστος Λογισμικού         | Πλατφόρμα Παρακολούθησης Δεδομένων      | SmartFarmNet, WildEye κλπ.   |
| Κόστος Λογισμικού         | Λογισμικό Αισθητήρων                    | LoRaWan, ZigBee, SigFox κλπ.   |
| Κόστος Δικτύωσης          | Δικτύωση Αισθητήρα με UAV               | Διάθεση Ποσού για Δικτύωση   |
| Κόστος Δικτύωσης          | Εγκατάσταση Γραμμής Δικτύου             | Σύμβαση με Εταιρεία Τηλεπικοινωνιών  |
| Κόστος Δικτύωσης          | Εικονικοί Servers                       | Κόστος Λογισμικού, Server, Αποθήκευσης κλπ                                 |





|                                     |                                     |  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Κόστος Εγκατάστασης και Ολοκλήρωσης | Εγκατάσταση Λογισμικού              | Σύμβαση Παροχής Υπηρεσιών                  |
| Κόστος Εγκατάστασης και Ολοκλήρωσης | Εγκατάσταση Υλικού                  | Σύμβαση Παροχής Υπηρεσιών                  |
| Κόστος Εκπαίδευσης                  | Εκπαίδευση Εργατικού Δυναμικού      | Σεμινάρια, Εργαστήρια, Διασκέψεις κλπ.     |
| Κόστος Αδειοδότησης                 | Άδεια Χρήσης UAV                    | Άδεια Χρήσης Λογισμικού, Άδεια Πτήσης κλπ. |
| Κόστος Αδειοδότησης                 | Άδεια Χρήσης Τεχνολογίας Αισθητήρων | Άδεια Χρήσης Αισθητήρα                     |
| Κόστος Νέων Προσλήψεων              | Πρόσληψη Εμπειρογνομόνων            | Μηχανικοί Υπολογιστών και Τηλεπικοινωνιών  |
| Κόστος Νέων Προσλήψεων              | Πρόσληψη Διαχειριστή Συστήματος     | Προγραμματιστής, Web Developer κλπ.        |
| Κόστος Νέων Προσλήψεων              | Πρόσληψη Ομάδας Συντήρησης          | Τεχνικοί και Μηχανολόγοι Μηχανικοί         |

*Πίνακας 18 Κόστος Ανάπτυξης*

### **V. Εκπαίδευση**

Τα έξοδα εκπαίδευσης είναι υποχρεωτικά, από τη στιγμή που το υπάρχον προσωπικό δεν γνωρίζει τη σύγχρονη τεχνολογία και τον τρόπο λειτουργίας της. Ο αγρότης μπορεί να οργανώσει εκπαιδευτικά meetings στους χώρους της επιχείρησης, καθοδηγούμενα από ειδικούς ICT ώστε να εκπαιδεύσει το προσωπικό ειδικά για την λειτουργία των νέων συστημάτων. Μπορεί επίσης να τους εντάσσει σε συγκεκριμένα αγροτικά σεμινάρια με μηνιαία πληρωμή. Σύμφωνα με τη στρατηγική ανάπτυξη της επιχείρησης και τη σχετική γνώση που αποκτάται, οι εργάτες μπορούν με αποτελεσματικότητα να λειτουργήσουν την πλατφόρμα παρακολούθησης σε καθημερινή βάση στους αγρούς και να βοηθήσουν στην αναγνώριση οποιουδήποτε τεχνικού προβλήματος που υπάρχει.

### **VI. Αδειοδότηση Χρήσης**

Η απόκτηση διπλώματος απομακρυσμένου πιλότου είναι υποχρεωτική ώστε να χρησιμοποιηθούν ελεύθερα τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι αγροτικές επιχειρήσεις μπορούν να επιλέξουν ένα μέλος του υπάρχοντος προσωπικού



ώστε να αποκτήσει το πιστοποιητικό και να μπορεί να πραγματοποιεί τις απαραίτητες πτήσεις ή να συνεργαστούν με μία άλλη εταιρεία για το χειρισμό των αεροσκαφών. Επίσης, μπορεί να αποκτηθεί μία επιπλέον άδεια για τη λειτουργία της τηλεπισκόπησης που εξαρτάται από την τεχνολογία δικτύωσης και τα επιθυμητά χαρακτηριστικά.

## ***VII. Πρόσληψη Προσωπικού***

Σύμφωνα με τη στρατηγική ανάπτυξης της αγροτικής επιχείρησης, το κόστος προσλήψεων ίσως περιλαμβάνει μέλη προσωπικού, ομάδα ειδικών ή ακόμα και ολόκληρη επιχείρηση ως συνεργάτη. Ωστόσο η λεπτομερής παρακολούθηση αγροτικών συστημάτων απαιτεί συνεχή συντήρηση λαμβάνοντας υπόψη τις συσκευές Hardware και τα εργαλεία Software. Η αγροτική επιχείρηση θα πρέπει να προσλάβει επιπλέον έμπειρο προσωπικό ICT για να διαχειρίζεται και να παρακολουθεί καθημερινά το σύστημα και κάθε μήνα πρέπει να οργανώνεται ένας λεπτομερής έλεγχος όλου το εξοπλισμού. Επιπλέον, θα ήταν βέλτιστο να οριστεί ένας διαχειριστής από το προσωπικό με περισσότερα προνόμια στη πλατφόρμα, για αποδοτική και ασφαλή διαχείριση του συστήματος, που θα λογοδοτεί απευθείας στους ιδιοκτήτες της παραγωγικής μονάδας.

### **6.3 Δαπάνες Λειτουργίας**

Σε αυτό το τμήμα, παρέχεται μία εκτίμηση των δαπανών λειτουργίας σε συνδυασμό με τη συντήρηση και τη διαχείριση μίας αγροτικής επιχείρησης, που αξιοποιεί ένα έξυπνο αγροτικό σύστημα παρακολούθησης σε καθημερινή βάση [104]. Αυτά τα έξοδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 19. Τα έξοδα λειτουργίας μίας επιχείρησης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα πάγια και τα μεταβαλλόμενα. Τα πάγια έξοδα είναι αυτά που δεν μεταβάλλονται με την μείωση ή την αύξηση των πωλήσεων και της παραγωγικότητας και πρέπει να πληρώνονται ασχέτως με τη δραστηριότητα και την επίδοση της επιχείρησης. Από την άλλη τα μεταβαλλόμενα έξοδα, όπως προδίδει και το όνομα τους, αποτελούνται από έξοδα που διαφέρουν ανάλογα με την παραγωγή. Σε αντίθεση με τα πάγια έξοδα, τα μεταβαλλόμενα αυξάνονται όσο αυξάνεται η παραγωγή και μειώνονται αντιστοίχως. Όπως φαίνεται στην εξίσωση (1) τα λειτουργικά έξοδα της αγροτικής επιχείρησης αποτελούνται από το σύνολο των εξόδων λειτουργίας και το σύνολο των προϊόντων που πωλούνται με βάση τα έσοδα της εταιρείας.



| Στοιχεία Κόστος Λειτουργίας | Λεπτομέρειες   | Είδος Επιχειρησιακού Κόστους  | Κατηγορίες Δαπανών              |
|-----------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Έξοδα Ακινήτων              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ενοίκιο</li> <li>• Φόροι Ιδιοκτησίας</li> <li>• Προμήθειες Γραφείου</li> <li>• Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας</li> </ul> | Μη Πάγιο Κόστος               | Έξοδα Λειτουργίας               |
| Μισθοί Προσωπικού           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ειδικευόμενοι σε UAV</li> <li>• Διαχειριστής Συστήματος</li> <li>• Δαπάνες Κατάρτισης Προσωπικού</li> </ul>           | Πάγιο Κόστος                  | Κόστος Αγαθών που έχουν Πωληθεί |
| Επισκευή και Συντήρηση      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Κόστος Επισκευής Υλικού</li> <li>• Τακτική Συντήρηση Λογισμικού</li> </ul>  | Μεταβλητό Κόστος Πάγιο Κόστος | Κόστος Αγαθών που έχουν Πωληθεί |

*Πίνακας 19 Λειτουργικά Έξοδα (σε καθημερινή βάση)*

$$(1) \text{ Λειτουργικά Έξοδα} = \text{CGS} + \text{OE}$$

Όπου CGS= σύνολο κόστους των προϊόντων που πουλήθηκαν και OE= έξοδα λειτουργίας

Επιπλέον, τα έξοδα λειτουργίας εξαρτώνται κατά πολύ από την στρατηγική ανάπτυξης της εταιρείας σχετικά με τη νέα πλατφόρμα. Ο αγρότης ίσως επιλέξει να λειτουργεί την πλατφόρμα παρακολούθησης μόνος του, εκπαιδύοντας το τρέχον προσωπικό και προσλαμβάνοντας ειδικούς ICT. Ωστόσο υπάρχει πιθανότητα συνεργασίας με μία εταιρεία ICT και διαμοιρασμού ενός ποσοστού από το κέρδος, χωρίς να προσλάβει νέο προσωπικό. Η απόφαση του αγρότη σχετικά με το σύστημα ανάπτυξης έχει σχέση με έναν αριθμό παραγόντων, με τους πιο σημαντικούς από αυτούς να είναι το προϊόν που καλλιεργήθηκε και το τελικό ποσό του κεφαλαίου που κατέχει η αγροτική επιχείρηση. Ο Πίνακας 20 συνοψίζει τα έξοδα ανάπτυξης και λειτουργίας για την υιοθέτηση της τηλεπισκόπησης σε μία αγροτική επιχείρηση.



| Κατηγορίες<br>Δαπανών | Καθορισμένο Κόστος            | Τύπος Κόστους    |
|-----------------------|-------------------------------|------------------|
| Έξοδα Ανάπτυξης       | Κόστος Υλικού                 | Μη Πάγιο Κόστος  |
| Έξοδα Ανάπτυξης       | Κόστος Λογισμικού             | Μη Πάγιο Κόστος  |
| Έξοδα Ανάπτυξης       | Κόστος Δικτύωσης              | Μη Πάγιο Κόστος  |
| Έξοδα Ανάπτυξης       | Κόστος Εγκατάστασης           | Μη Πάγιο Κόστος  |
| Έξοδα Ανάπτυξης       | Κόστος Εκπαίδευσης            | Μεταβλητό Κόστος |
| Έξοδα Ανάπτυξης       | Κόστος Αδειοδότησης           | Πάγιο Κόστος     |
| Έξοδα Ανάπτυξης       | Κόστος Νέων<br>Προσλήψεων     | Πάγιο Κόστος     |
| Λειτουργικά Έξοδα     | Επείγουσες Επισκευές          | Μη Πάγιο Κόστος  |
| Λειτουργικά Έξοδα     | Κόστος Συντήρησης             | Πάγιο Κόστος     |
| Λειτουργικά Έξοδα     | Ειδικευόμενο<br>Προσωπικό UAV | Πάγιο Κόστος     |
| Λειτουργικά Έξοδα     | Διαχειριστής<br>Συστήματος    | Πάγιο Κόστος     |
| Λειτουργικά Έξοδα     | Νομικός Σύμβουλος             | Πάγιο Κόστος     |
| Λειτουργικά Έξοδα     | Έξοδα Ακινήτων                | Μη Πάγιο Κόστος  |

*Πίνακας 20 Δαπάνες Ανάπτυξης και Λειτουργίας*

### ***I. Πιθανά Έξοδα κτηματομεσιτικών***

Η τηλεπισκόπηση απαιτεί την ύπαρξη ενός server βάσης δεδομένων [104]. Ο Server μπορεί να βρίσκεται μέσα στο χώρο της γεωργικής επιχείρησης ή σε μία απομακρυσμένη τοποθεσία. Ο αγρότης πρέπει να διασφαλίσει την αποτελεσματικότητα των υπαρχόντων εγκαταστάσεων ώστε να εγκατασταθεί ο σχετικός εξοπλισμός ή να τροποποιηθεί ανάλογα μία τοποθεσία εντός του χώρου ιδιοκτησίας. Με βάση αυτό το πλάνο, το ενοίκιο και οι φόροι ιδιοκτησίας μπορεί να αυξηθούν λόγω αλλαγής της φύσης μίας υπάρχουσας τοποθεσίας. Επίσης, επιπλέον κόστη μπορούν να συμπεριλαμβάνουν προμήθειες γραφείου και επίπλων όπως και το ρεύμα που καταναλώνεται. Από την άλλη, ο αγρότης μπορεί να επιλέξει να συνεργαστεί με μία επιχείρηση ICT. Ακολουθώντας αυτό το σενάριο, ο αγρότης μπορεί να αποφύγει όλα τα κτηματομεσιτικά έξοδα, αφού ο απαραίτητος εξοπλισμός μπορεί να αποθηκευτεί στον χώρο της εταιρείας που συνεργάζεται.



## ***II. Μισθοί προσωπικού***

Άσχετα με την τοποθεσία του server, η λειτουργία ενός έξυπνου αγροτικού συστήματος παρακολούθησης απαιτεί τις ικανότητες μηχανικών ώστε να διαχειρίζονται τις διαδικασίες του συστήματος σε καθημερινή βάση [104]. Ο αγρότης θα χρειαστεί να προσλάβει νέο προσωπικό με τις ανάλογες ικανότητες για την εκτέλεση τεχνολογικά εξελιγμένων διαδικασιών στους αγρούς, όπως προγραμματισμό πτήσεων μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων, ρύθμιση διαφόρων αισθητήρων στον αγρό, απόκτηση χρήσιμων πληροφοριών από φωτογραφίες μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων που βασίζονται σε ψηφιακή ανάλυση εικόνων και αξιολογούν την κατάσταση των δεικτών βλάστησης που παράγονται από το σύστημα. Ο διαχειριστής επίσης, πρέπει να έχει μία βαθύτερη κατανόηση και γνώση του συστήματος ώστε να αποφευχθεί παραβίαση προσωπικών δεδομένων και πιθανή απώλεια αντιγράφων ασφαλείας. Το επιπλέον προσωπικό μπορεί να προσληφθεί από μία ανάλογη εταιρεία βασισμένη σε ένα μηνιαίο ή ετήσιο συμβόλαιο. Εναλλακτικά, η αγροτική επιχείρηση ίσως προτιμήσει να δημιουργήσει την δική της τεχνική ομάδα και να προσλάβει επιπλέον υπαλλήλους μέσω συνεντεύξεων και προκηρύξεων. Με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας, η εταιρεία πρέπει επίσης να σκεφτεί την παροχή μαθημάτων εκπαίδευσης στο υπάρχον προσωπικό ώστε να έχουν μία καλύτερη κατανόηση της αγροτικής μελέτης και να αυξήσουν τη συνολική αποτελεσματικότητα. Τέλος, θα ήταν ορθό για τον αγρότη να αναλογιστεί το πόσο ευαίσθητες είναι οι προσωπικές πληροφορίες που ανταλλάσσονται μέσω της πλατφόρμας έξυπνης παρακολούθησης και να αναζητήσει νομική συμβουλή για την περίπτωση παραβίασης του συστήματος ασφαλείας. Κατά συνέπεια, θα πρέπει ίσως να προσληφθεί ένας νομικός εκπρόσωπος για να αναλάβει τα νομικά θέματα.

## ***III. Έξοδα συντήρησης και επιδιόρθωσης***

Μία σημαντική κατηγορία των εξόδων λειτουργίας, είναι αυτά της επιδιόρθωσης και συντήρησης του εξοπλισμού Software και Hardware. Παρά τα πολλά τους οφέλη, οι τεχνολογίες IoT απαιτούν προσοχή και συγκεκριμένη διαχείριση για τη λειτουργία τους. Η συντήρηση είναι μία απαραίτητη διαδικασία για να εξασφαλιστεί η μακροζωία του συστήματος [104]. Η προληπτική συντήρηση βοηθάει στο να αντιμετωπιστούν πιθανά προβλήματα πριν προκύψει μία αποτυχία, διασφαλίζοντας έτσι ασφαλέστερες συνθήκες εργασίας για τους υπαλλήλους. Μία πολύ σημαντική επίσης διαδικασία για αυτά τα συστήματα, είναι η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας. Τα αντίγραφα ασφαλείας μπορούν να χρησιμεύσουν κατά την διάρκεια μιας αποτυχίας του συστήματος ή απώλειας δεδομένων. Οι



επιδιορθώσεις του συστήματος μπορεί να είναι είτε ρουτίνας, είτε επείγουσες. Αντί να αντικατασταθεί ολόκληρος ο εξοπλισμός λόγω κρίσιμης αποτυχίας, η επιδιόρθωση γίνεται πριν προκύψει η αποτυχία και το κόστος μειώνεται στην τιμή του εξαρτήματος και της δουλειάς που απαιτείται για την επιδιόρθωση αυτή. Ωστόσο σύμφωνα με τις στρατηγικές ανάπτυξης της τηλεπισκόπησης, ο αγρότης είτε θα εκπαιδεύσει το προσωπικό του ώστε να διαχειρίζεται τον σύγχρονο εξοπλισμό ή θα προσλάβει ομάδα επαγγελματιών ICT για να βοηθήσουν στη διατήρηση της αποδοτικότητας του συστήματος. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση που προκύψει μία αποτυχία η αγροτική επιχείρηση θα πρέπει να κρατήσει επαφή με τους αρμόδιους επαγγελματίες ή εταιρεία, ώστε να αντικατασταθεί οποιοσδήποτε χαλασμένος εξοπλισμός, εφόσον αυτό είναι αναγκαίο.

## 6.4 Οικονομοτεχνική Μελέτη

Αν και η έννοια της γεωργίας ακριβείας είναι παλιά στις ανεπτυγμένες χώρες, η υιοθέτησή της σε χώρες όπως η Ελλάδα βρίσκεται σε στάδιο βρεφικής ηλικίας. Η πρωτοβουλία της γεωργίας ακριβείας στην Ελλάδα μέσω διαφόρων έργων τόσο στη γεωργία όσο και στην κηπουρική έχει γίνει σε διάφορα ινστιτούτα και ερευνητικούς οργανισμούς [105]. Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας και σκοπιμότητας της υιοθεσίας γεωργίας ακριβείας στην καλλιέργεια κρόκου.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το επισυναπτόμενο έγγραφο Excel καθώς και μέτρα οικονομικής σκοπιμότητας. Η τεχνική παρουσίασης χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του κόστους, των αποδόσεων και των κερδών της καλλιέργειας κρόκου με την χρήση και υιοθέτηση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας. Τα δεδομένα συνοψίστηκαν με τη βοήθεια στατιστικών εργαλείων (όπως ποσοστό, μέσος όρος κ.λπ.) για την εξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων. Για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης, δηλαδή την υιοθέτηση της γεωργίας ακριβείας σε παραγωγικές μονάδες κρόκου, πραγματοποιήθηκε ανάλυση οικονομικής σκοπιμότητας χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες μετρήσεις οι οποίες εφαρμόστηκαν σε ένα παράδειγμα 10 στρεμμάτων καλλιέργειας κρόκου.

- **Οικονομική Ανάλυση της Επένδυσης**

Στην υποενότητα αυτή γίνεται η προσπάθεια της ανάλυσης του κόστους εγκατάστασης και χρήσης της γεωργίας ακριβείας στην καλλιέργεια κρόκου. Η συγκεκριμένη ανάλυση αφορά



τη μετάβαση μιας υπάρχουσας καλλιέργειας κρόκου σε καλλιέργεια γεωργίας ακριβείας. Σαν δεδομένο λήφθηκε υπόψη ότι ο χώρος, δηλαδή η έκταση καλλιέργειας, είναι ιδιόκτητος και ότι η επένδυση θα πραγματοποιηθεί με ίδια κεφάλαια. Τα στοιχεία του κόστους είναι οι δαπάνες του εδάφους, της εργασίας, της αγοράς του απαραίτητου εξοπλισμού καθώς και κάθε άλλη δαπάνη που είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας [106].

- **Δαπάνες Κεφαλαίου**

Ο όρος δαπάνη κεφαλαίου αναφέρεται στην αξία ή το κόστος χρησιμοποίησης των διαφόρων μορφών του γεωργικού κεφαλαίου. Τα κεφάλαια αυτά αλλά και οι δαπάνες διαχωρίζονται σε σταθερό και σε μεταβλητό. Παρακάτω αναλύονται οι δαπάνες και των δύο αυτών κατηγοριών [107].

Ο όρος σταθερά κεφάλαια περιλαμβάνει όλες τις μορφές κεφαλαίου που η παραγωγική αποτελεσματικότητά τους δεν εξαντλείται σε μία χρήση. Πιο συγκεκριμένα τα κεφάλαια αυτά χρησιμοποιούνται στην παραγωγή περισσότερες από μία φορές. Αυτό δεν σημαίνει όμως ότι έπειτα από κάθε χρήση παύουν να έχουν τις ιδιότητες και την αρχική τους μορφή αλλά με μερική φθορά. Παρακάτω θα αναφερθούν οι δαπάνες σταθερών κεφαλαίων που απαιτούνται για την επίτευξη γεωργίας ακριβείας σε μία καλλιέργεια κρόκου.

Πριν αρχίσει η περιγραφή περίπλοκων οικονομικών παραμέτρων σε αυτό το πλαίσιο, είναι απαραίτητο να εξηγηθεί η θεωρία του κόστους παραγωγής. Το κόστος αποτελεί αναπόσπαστο μέρος κάθε διαδικασίας παραγωγής και εμφανίζεται ως αποτέλεσμα διαφορετικών δραστηριοτήτων στην αλυσίδα παραγωγής [108]. Γίνεται λοιπόν η διάκριση μεταξύ σταθερού και μεταβλητού κόστους, λόγω του γεγονότος ότι υπάρχουν ορισμένα κόστη που μεταβάλλονται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Το **σταθερό κόστος** [109], ανεξάρτητα από τον όγκο παραγωγής, αντικατοπτρίζει τη χρήση παγίων στοιχείων παραγωγής. Για παράδειγμα, το σταθερό κόστος είναι το ενοίκιο γης, οι τόκοι που σχετίζονται με την απόκτηση γεωργικής γης, διάφορα στεγαστικά δάνεια και ασφάλιστρα. Ωστόσο, ορισμένοι τύποι αποσβέσεων στη γεωργική παραγωγή (υλικός εξοπλισμός, μηχανήματα) ορίζονται επίσης στο σταθερό κόστος.

Το **μεταβλητό κόστος** [110] εξαρτάται από τον όγκο της παραγωγής. Αυτή η ομάδα δαπανών αντιπροσωπεύει ένα ευρύ φάσμα διαφόρων γεωργικών εισροών και δαπανών που σχετίζονται



με τη χρήση τους (φυτοφάρμακα, λιπάσματα, μισθοί προσωπικού, συντήρηση και επιδιόρθωση εξοπλισμού).

Το συνολικό κόστος «εγκατάστασης και χρήσης» της γεωργίας ακριβείας αποτελείται από το σύνολο των μεταβλητών εξόδων και των σταθερών εξόδων.

$$\Sigma K = \Sigma E + ME$$

*Όπου ΣΚ = Συνολικό Κόστος, ΣΕ= Σταθερά Έξοδα, ME= Μεταβλητά Έξοδα*

Το επενδυτικό κόστος κατά συνέπεια, δείχνει το ποσό κάθε επένδυσης. Συγκεκριμένα, χωρίζεται σε δύο σκέλη, το κόστος κατασκευής επενδύσεων και το κόστος επενδυτικού υλικού.

#### *Ανάλυση Κόστους – Ωφέλειας (Cost–Benefit analysis)*

Η ανάλυση Κόστους – Ωφέλειας [111] είναι το κύριο μεθοδολογικό εργαλείο στη διαδικασία αξιολόγησης συγκεκριμένων γεωργικών έργων ή επενδύσεων που πραγματοποιούνται στη γεωργική βιομηχανία ή σε ορισμένους άλλους τύπους γεωργίας . Η συγκριτική ανάλυση των συνολικών εσόδων και του συνολικού κόστους παρέχει μια απάντηση στο ζήτημα της επιλογής ορισμένων επενδυτικών σχεδίων στη γεωργία. Όλα τα πιθανά κόστη και τα έσοδα πρέπει να προσδιοριστούν. Καθώς γίνεται η εξέταση του κόστους και των εσόδων, πρέπει να ληφθεί η απόφαση για το ποια επενδυτικά σχέδια θα επιλεγούν και ποια θα απορριφθούν. Τα πιο σημαντικά στοιχεία της ανάλυσης αυτής, είναι η καθαρή παρούσα αξία (NPV) και ο εσωτερικός ρυθμός απόδοσης (IRR). Και οι τρεις τύποι είναι οι πιο αξιοσημείωτοι διότι χρησιμοποιούνται σε όλες τις μελέτες στις οποίες γίνεται οικονομοτεχνική ανάλυση.

#### *Ετήσια Ταμειακή Ροή (FR)*

Η ετήσια ταμειακή Ροή υπολογίζεται ως η διαφορά μεταξύ των συνολικών εσόδων και του συνολικού κόστους.

$$ETP = \Sigma E - \Sigma K$$

#### *Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV)*

Σε οικονομικούς όρους, η Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) ορίζεται ως το άθροισμα των





Παρόντων Αξιών (PV) , των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών για μια χρονική περίοδο [112]. Οι εισερχόμενες και εξερχόμενες ταμειακές ροές μπορούν επίσης να περιγραφούν ως ταμιακές ροές ωφέλειας και κόστους, αντίστοιχα. Ο υπολογισμός της μεθόδου αυτής είναι ένας βασικός κανόνας για τη λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων. Η Μέθοδος Καθαρής Αξίας περιλαμβάνει την έννοια της χρονικής αξίας του χρήματος λαμβάνοντας υπόψη την παρούσα και τη μελλοντική αξία του χρήματος, όπως σε περιόδους πληθωρισμού. Η Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) προσδιορίζεται με τον υπολογισμό του κόστους για κάθε περίοδο μιας επένδυσης και μετά τον υπολογισμό της ταμειακής ροής, η παρούσα αξία (PV) κάθε περιόδου επιτυγχάνεται με την προεξόφληση της μελλοντικής της αξίας σε ένα περιοδικό ποσοστό απόδοσης . Η ΚΠΑ είναι το άθροισμα όλων των προεξοφλημένων μελλοντικών ταμειακών ροών. Επίσης είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό εάν ένα έργο ή μια επένδυση θα έχει ως αποτέλεσμα καθαρό κέρδος ή ζημία. Ένα θετικό πρόσημο της ΚΠΑ έχει ως αποτέλεσμα κέρδος, ενώ ένα αρνητικό πρόσημο της ΚΠΑ οδηγεί σε ζημία.

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

t = Χρονική περίοδος

N = Χρονική διάρκεια της επένδυσης

r = Προεξοφλητικό επιτόκιο

*Εικόνα 18 Καθαρή Παρούσα Αξία*

- ΚΠΑ > 0 Η επένδυση είναι αποδεκτή
- ΚΠΑ = 0 Η επένδυση θεωρείται οριακή
- ΚΠΑ < 0 Η επένδυση δεν είναι αποδεκτή

### **Μέθοδος Εσωτερικού Ποσοστού Απόδοσης (IRR)**

Το Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης είναι το δεύτερο σημαντικό εργαλείο λήψης αποφάσεων. Είναι συσχετισμένη με την έννοια της Καθαρής Παρούσας Αξίας και είναι ο εσωτερικός ρυθμός απόδοσης, ο οποίος δεν αποτυπώνεται από μια ονομαστική αξία αλλά από ένα ποσοστό (τόκος), και εξακολουθεί να προσδιορίζει την οικονομική ή όχι επιτυχία της



υλοποίησης μιας συγκεκριμένης επένδυσης στη γεωργία [113]. Με απλά λόγια, το Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης είναι ένα ποσοστό όπου η ΚΠΑ του έργου είναι ίση με το μηδέν που μπορεί να φανεί στον παρακάτω τύπο:


$$IRR = -I + \sum_{i=1}^n \frac{TR - TC}{(1+r)^i} = 0$$

*Εικόνα 19 Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης*

- IRR = Εσωτερικό Ποσοστό Απόδοσης (%)
  - I = Ποσό Γεωργικής Επένδυσης (€)
    - TR = Συνολικά Έσοδα (€)
  - TC= Συνολικό Κόστος Επένδυσης (€)
- r= Μέσο Ετήσιο Προεξοφλητικό Επιτόκιο (%)
  - t= Χρονική Περίοδος (Έτη)

Σε αυτό το σημείο και αφού έχουν αναφερθεί οι τύποι που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης θα γίνει μία αναφορά στο υπολογιστικό φύλλο **ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ**.



|  <b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ (ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΟΚΟΥ) ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ 10 ΣΤΡΕΜΜΑΤΩΝ</b> |                                |                        |
|--|--------------------------------|------------------------|
|  |                                | <b>Σύνολο Δαπανών</b>  |
| <b>A. ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ (ΑΓΟΡΑ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ)</b>   |                                |                        |
| DRONE (Μη Επανδρωμένο Αεροσκάφος)  | <b>Τιμή</b>                    | 10,000.00 €            |
| Αισθητήρες - Θερμική Κάμερα - Πολυφασματική Κάμερα   | <b>Τιμή</b>                    | 1,500 €                |
| Μικροεπεξεργαστές  | <b>Τιμή</b>                    | 750 €                  |
| Μονάδες Ασύρματων Επικοινωνιών   | <b>Τιμή</b>                    | 200 €                  |
| Μονάδες Πομποδέκτη   | <b>Τιμή</b>                    | 100 €                  |
| Μπαταρίες (κλπ παρελκόμενα είδη)   | <b>Τιμή</b>                    | 175 €                  |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ Α</b>  |                                | <b>12,725.00 €</b>     |
| <b>B. ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ (ΑΓΟΡΑ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ Software)</b>  |                                |                        |
| Αγορά Software   | <b>Τιμή</b>                    | 2100,00 € / ΕΤΟΣ       |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ Β</b>  |                                | <b>2100,00 €</b>       |
| <b>Γ. ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΔΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΒΛΑΒΩΝ</b>  |                                |                        |
| Έξοδα Συντήρησης Εξοπλισμού- Επισκευή Βλαβών   | <b>Κόστος</b>                  | 800 € / ΕΤΟΣ           |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ Γ</b>  |                                | <b>800 € / ΕΤΟΣ</b>    |
| <b>Δ. ΕΤΗΣΙΟΣ ΜΙΣΘΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ</b>  |                                |                        |
| Μισός Προσωπικού / Υπαλλήλων (Χειριστής Drone)   | <b>Κόστος</b>                  | 13.500€ / ΕΤΟΣ         |
| Μισθός Προσωπικού / Υπαλλήλων (Υπεύθυνος Δικτύου / Λειτουργίας)<br>ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΑ   | <b>Κόστος</b>                  | 13.500€ / ΕΤΟΣ         |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ Δ</b>  |                                | <b>13.500 € / ΕΤΟΣ</b> |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (Α+Β+Γ+Δ)</b>  | <b>ΣΤΑΘΕΡΗ ΔΑΠΑΝΗ</b>          | <b>12,725.00 €</b>     |
|  | <b>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΔΑΠΑΝΗ / ΕΤΟΣ</b> | <b>16,400.00 €</b>     |

Εικόνα 20 Κόστος Επένδυσης



| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΤΟΣ   | 1ο έτος            | 2ο έτος            | 3ο έτος            | 4ο έτος            | 5ο έτος            | 6ο έτος            | 7ο έτος            |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Α ΥΛΕΣ (ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ)   | 50.00 €            | 45.00 €            | 40.00 €            | 40.00 €            | 45.00 €            | 50.00 €            | 50.00 €            |
| ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ   | 25.00 €            | 25.00 €            | 25.00 €            | 25.00 €            | 25.00 €            | 25.00 €            | 25.00 €            |
| Ημερομίσθια προσωπικού παραγωγής με το σύνολο των επιβαρύνσεών τους                              | 500.00 €           | 550.00 €           | 600.00 €           | 650.00 €           | 600.00 €           | 550.00 €           | 550.00 €           |
| Μισθοί υπαλλήλων παραγωγής με το σύνολο των επιβαρύνσεών τους                                    | 13,500.00 €        | 13,500.00 €        | 13,500.00 €        | 13,500.00 €        | 13,500.00 €        | 13,500.00 €        | 13,500.00 €        |
| Εργασίες από τρίτους (Συντήρηση και Επισκευή Εξοπλισμού)   | 800.00 €           | 800.00 €           | 850.00 €           | 850.00 €           | 800.00 €           | 800.00 €           | 800.00 €           |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑ: Έξοδα κίνησης - λειτουργίας παραγωγικής μονάδας (ηλεκτρ. ενέργεια, υγρά καύσιμα, κλπ.) | 300.00 €           | 320.00 €           | 350.00 €           | 350.00 €           | 320.00 €           | 315.00 €           | 320.00 €           |
| ΛΟΙΠΑ ΕΞΟΔΑ (Κίνδυνος Ζημίας Απρόοπτων Καιρικών Συνθήκων 1%)                                     | 50.00 €            | 50.00 €            | 50.00 €            | 50.00 €            | 50.00 €            | 50.00 €            | 50.00 €            |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ / ΕΤΟΣ</b>                                       | <b>15,225.00 €</b> | <b>15,290.00 €</b> | <b>15,415.00 €</b> | <b>15,465.00 €</b> | <b>15,340.00 €</b> | <b>15,290.00 €</b> | <b>15,295.00 €</b> |

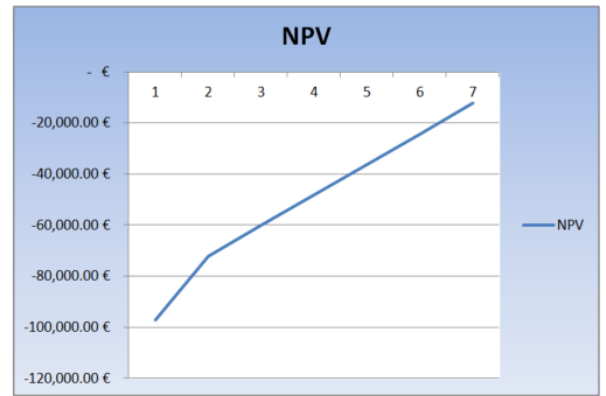
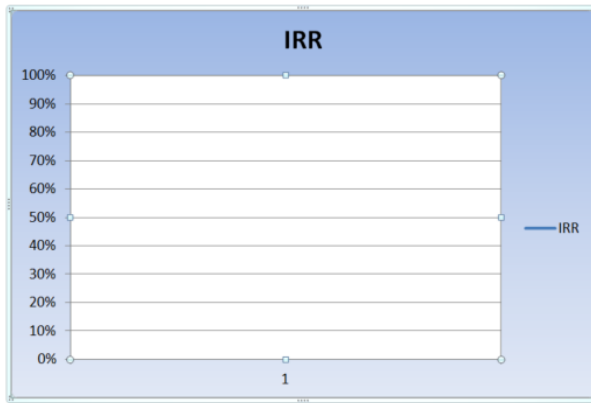
Εικόνα 21 Κόστος Παραγωγής

|                                  | 1ο ΕΤΟΣ              | 2ο ΕΤΟΣ              | 3ο ΕΤΟΣ              | 4ο ΕΤΟΣ              | 5ο ΕΤΟΣ              | 6ο ΕΤΟΣ              | 7ο ΕΤΟΣ              |                      |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ</b>         |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| ΕΙΣΡΟΕΣ (Α1)                     | 4,500                | 4,800                | 5,000                | 5,200                | 4,800                | 4,750                | 4,700                |                      |
| ΠΟΣΟ ΚΑΤΑΒΟΛΗΣ ΦΟΡΩΝ (10%)       | 450                  | 480                  | 500                  | 520                  | 480                  | 475                  | 470                  |                      |
| <b>Σύνολο (Α1)</b>               | <b>4,050</b>         | <b>4,320</b>         | <b>4,500</b>         | <b>4,680</b>         | <b>4,320</b>         | <b>4,275</b>         | <b>4,230</b>         |                      |
| <b>ΕΚΡΟΕΣ (Β1)</b>               |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Δαπάνες επένδυσης                | 12,725               | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |                      |
| Δαπάνες κεφαλαίου κίνησης        | 16,400               | 16,400               | 16,400               | 16,400               | 16,400               | 16,400               | 16,400               |                      |
| <b>Σύνολο (Β1)</b>               | <b>29,125</b>        | <b>16,400</b>        | <b>16,400</b>        | <b>16,400</b>        | <b>16,400</b>        | <b>16,400</b>        | <b>16,400</b>        |                      |
| <b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ1=Α1-Β1)</b> | <b>-25,075</b>       | <b>-12,080</b>       | <b>-11,900</b>       | <b>-11,720</b>       | <b>-12,080</b>       | <b>-12,125</b>       | <b>-12,170</b>       |                      |
| <b>IRR ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ</b>  | <b>-29,125</b>       | <b>4,050</b>         | <b>4,320</b>         | <b>4,500</b>         | <b>4,680</b>         | <b>4,320</b>         | <b>4,275</b>         | <b>4,230</b>         |
| <b>ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ</b>        |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| ΕΙΣΡΟΕΣ (Α2)                     | 4,050                | 4,320                | 4,500                | 4,680                | 4,320                | 4,275                | 4,230                |                      |
| ΠΟΣΟ ΚΑΤΑΒΟΛΗΣ ΦΟΡΩΝ (10%)       | 405                  | 432                  | 450                  | 468                  | 432                  | 427                  | 423                  |                      |
| <b>Σύνολο (Α2)</b>               | <b>3,645</b>         | <b>3,888</b>         | <b>4,050</b>         | <b>4,212</b>         | <b>3,888</b>         | <b>3,848</b>         | <b>3,807</b>         |                      |
| <b>ΕΚΡΟΕΣ (Β2)</b>               |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Δαπάνες κεφαλαίου κίνησης        | 925                  | 990                  | 1,065                | 1,115                | 1,040                | 990                  | 995                  |                      |
| <b>Σύνολο (Β2)</b>               | <b>925</b>           | <b>990</b>           | <b>1,065</b>         | <b>1,115</b>         | <b>1,040</b>         | <b>990</b>           | <b>995</b>           |                      |
| <b>ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ2=Α2-Β2)</b> | <b>2,720</b>         | <b>2,898</b>         | <b>2,985</b>         | <b>3,097</b>         | <b>2,848</b>         | <b>2,858</b>         | <b>2,812</b>         |                      |
| <b>ΔΙΑΦΟΡΑ Γ1-Γ2</b>             | <b>-27,795</b>       | <b>-14,978</b>       | <b>-14,885</b>       | <b>-14,817</b>       | <b>-14,928</b>       | <b>-14,983</b>       | <b>-14,982</b>       |                      |
| <b>IRR:</b>                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | 1%                   |
| <b>NPV:</b>                      | <b>- 97,150.00 €</b> | <b>- 72,075.00 €</b> | <b>- 59,995.00 €</b> | <b>- 48,095.00 €</b> | <b>- 36,375.00 €</b> | <b>- 24,295.00 €</b> | <b>- 12,170.00 €</b> | <b>- 350,155.0 €</b> |
| <b>ΛΟΓΟΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ/ΚΟΣΤΟΥΣ :</b>  | 0.139055794          | 0.263414634          | 0.274390244          | 0.285365854          | 0.263414634          | 0.260670732          | 0.257926829          | 0.24917696           |

Με βάση τις ταμειακές ροές του παραπάνω πίνακα υπολογίζεται ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) η Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) της επένδυσης καθώς και ο Λόγος Ωφέλειας/Κόστους.

Εικόνα 22 Υπολογισμός IRR, NPV, Λόγος Ωφέλειας/Κόστους





Εικόνα 23 Γράφημα IRR, NPV



Εικόνα 24 Γράφημα Ωφέλειας/Κόστους



## 7. Υλοποίηση Ιστοσελίδας Υπολογισμού Οικονομικής Αποδοτικότητας Επένδυσης

Ένα έγγραφο που περιέχει πληροφορίες με την μορφή εικόνας, βίντεο, ήχου ,κειμένου αλλά και υπερκειμένου και βρίσκεται στον παγκόσμιο ιστό ονομάζεται ιστοσελίδα.

### 7.1 Σκοπός της Ιστοσελίδας

Πρωταρχικός στόχος στην κατασκευή της ιστοσελίδας είναι η δημιουργία ενός εύχρηστου περιβάλλοντος και γενικά φιλικού προς τον χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι η σελίδα δεν θα είναι πολύπλοκη ή δύσκολη στην χρήση από έναν απλό χρήστη. Ο απώτερος σκοπός και στόχος της ιστοσελίδας είναι η εφαρμογή οικονομικών τύπων (όσον αφορά μία επένδυση) όπως NPV, IRR και ο λόγος Ωφέλειας Κόστους. Η κεντρική ιδέα της κατασκευής της σελίδας είναι ο υπολογισμός των οικονομικών τύπων για την αποδοτικότητα σε βάθος 10 ετών. Πιο συγκεκριμένα, με την χρήση της σελίδας ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να προσαρμόσει τους παραπάνω τύπους στα δικά του δεδομένα. Δηλαδή από την σελίδα ζητείται η συμπλήρωση στοιχείων όπως Έξοδα Επένδυσης, Ετήσια Έξοδα Επιχείρησης αλλά και τα Ετήσια Έσοδα Επιχείρησης. Τα στοιχεία που καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης είναι για τον υπολογισμό της δαπάνης της επένδυσης είναι τα παρακάτω ποσά : Αγορά απαραίτητου εξοπλισμού (Hardware), Αγορά απαραίτητου λογισμικού (Software), Δαπάνες για την συντήρηση αλλά και την επισκευή βλαβών και τέλος τον ετήσιο μισθό του προσωπικού. Για τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τα παρακάτω ποσά : Κόστος λιπασμάτων, Κόστος συσκευασίας, Ημερομίσθια προσωπικού, Μισθός υπαλλήλου παραγωγής, Έξοδα λειτουργίας, και Τυχόν έξοδα ζημίας. Έπειτα με την χρήση μαθηματικών τύπων, θα εξαχεται ο κατά προσέγγιση υπολογισμός ετήσιων εξόδων σε βάθος 10 ετών. Σε δεύτερο σκέλος θα υπολογίζει τον λόγο Ωφέλειας – Κόστους και σύμφωνα με το αποτέλεσμα θα είναι δυνατή η εξαγωγή συμπεράσματος για την οικονομική αποδοτικότητα της εκάστοτε επένδυσης. Έπειτα θα είναι σε θέση με τα δεδομένα που έχει συλλέξει από τον χρήστη, πιο συγκεκριμένα συμπλήρωση στοιχείων όπως τα έτη που επιθυμεί ο χρήστης να εφαρμοστεί ο τύπος NPV (πχ. 10), να υπολογίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV). Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι το άθροισμα των παρούσων αξιών των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά της διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Δηλαδή υπολογίζει το πλεόνασμα ή την έλλειψη των ταμειακών ροών, σε όρους παρούσας αξίας σε σχέση πάντα



με το κόστος κεφαλαίων που έχουν χρησιμοποιηθεί για μία επένδυση. Τέλος θα υπολογίζει κατά προσέγγιση το Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (IRR) Δηλαδή υπολογίζεται ο δείκτης ο οποίος μετράει την απόδοση μιας μακροχρόνιας επένδυσης, εξισώνοντας έτσι την παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών πλέον της τελικής αγοραίας αξίας, με την τρέχουσα αγοραία αξία της επένδυσης. Πιο κατανοητά είναι η τιμή στην οποία η λογιστική αξία ενός χρεογράφου είναι ίση με την παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών. Εν κατακλείδι με την χρήση της σελίδας «Υπολογισμός Οικονομικής Αποδοτικότητας Επένδυσης Γεωργίας Ακριβείας» ο υποψήφιος παραγωγός – επενδυτής θα είναι σε θέση να γνωρίζει την αποτελεσματικότητα και την οικονομική αποδοτικότητα που θα επιφέρει η εκάστοτε επένδυση σε βάθος 10 ετών.

## 7.2 Τεχνολογίες και Εργαλεία

Η σελίδα που κατασκευάστηκε είναι δυναμική. Αυτό σημαίνει ότι είναι μία σελίδα η οποία αλληλεπιδρά με τον χρήστη, δηλαδή γίνεται εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων και στοιχείων. Αυτό δεν σημαίνει ότι μία δυναμική σελίδα δεν εμπεριέχει και στατικό περιεχόμενο το οποίο επιλέγεται φυσικά από τον κατασκευαστή. Παρακάτω θα αναφερθούν επιγραμματικά τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της:

- Notepad++ (Έκδοση 7.9.2)
- PhP
- HTML
- CSS

Το Notepad++ [114] είναι ένας επεξεργαστής κειμένου που προσφέρει αρκετές δυνατότητες αλλά και επιλογές, που παρέχεται δωρεάν. Στο πρόγραμμα αυτό δημιουργήθηκαν οι γραμμές κώδικα της σελίδας (PhP, HTML, CSS) καθώς τους υποστηρίζει. Πλεονέκτημα επίσης είναι ότι το πρόγραμμα Notepad++ δεν καταλαμβάνει αρκετούς πόρους συστήματος ενώ παράλληλα έχει ιδιαίτερα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον.

Η PHP [115] είναι γλώσσα προγραμματισμού που σκοπεύει στην δημιουργία ιστοσελίδων με δυναμικό περιεχόμενο. Ένα αρχείο PHP είναι δυνατόν να περιέχει κείμενο, κώδικα HTML, CSS, JavaScript αλλά και PHP. Επίσης ο κώδικας εκτελείται στον server και αυτό επιστρέφει στο πρόγραμμα περιήγησης το ανάλογο αποτέλεσμα .



Η γλώσσα HTML [116] (HyperText Markup Language) είναι η βασική γλώσσα για την δόμηση σελίδων. Είναι μία γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για να τροποποιήσει ένα τμήμα κειμένου και να βελτιώσει σημαντικά την εμφάνιση του. Επιπλέον με την χρήση της HTML επιτρέπεται η ενσωμάτωση ήχου και εικόνων στις σελίδες. Αξίζει να αναφέρουμε ότι αρχικά είχε κατασκευασθεί με σκοπό μόνο την μορφοποίηση κειμένου, αλλά έπειτα εξελίχθηκε και ενσωμάτωσε σχεδιαστικές τεχνικές.

Το CSS [117](Cascading Style Sheets) είναι αυτό που καθορίζει την εμφάνιση των διαφόρων στοιχείων της HTML στον επισκέπτη μιας σελίδας. Επίσης προστέθηκε στην HTML 4.0 με σκοπό την επίλυση του προβλήματος της μορφοποίησης των σελίδων, γλυτώνοντας έτσι τους σχεδιαστές από πολύ κόπο και πολύ χρόνο, με αποτέλεσμα την σημαντική μείωση στον όγκο της εργασίας.

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΧΡΑΝΩΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

### Υπολογισμός Οικονομικής Αποδοτικότητας Επένδυσης Γεωργίας Ακριβείας

[Home](#) [Υπολογισμός Λόγου Ωφέλειας Κόστους](#) [Υπολογισμός Τύπου NPV](#) [Υπολογισμός Τύπου IRR](#) [About](#)

#### Υπολογισμός Εξόδων Επένδυσης

Αγορά Απαραίτητου Εξοπλισμού (Hardware):

Αγορά Απαραίτητου Λογισμικού (Software):

Δαπάνες και Έξοδα Συντήρησης και Επισκευής Βλαβών

Ετήσιος Μισθός Προσωπικού (με τις επιβαρύνσεις)

#### Υπολογισμός Κόστους Παραγωγής

Κόστος Λιπομάζων:

Κόστος Συναρμολογίας:

Ημερομίσθια Προσωπικού Παραγωγής:

Μισθός Υπαλλήλου/ων Παραγωγής:

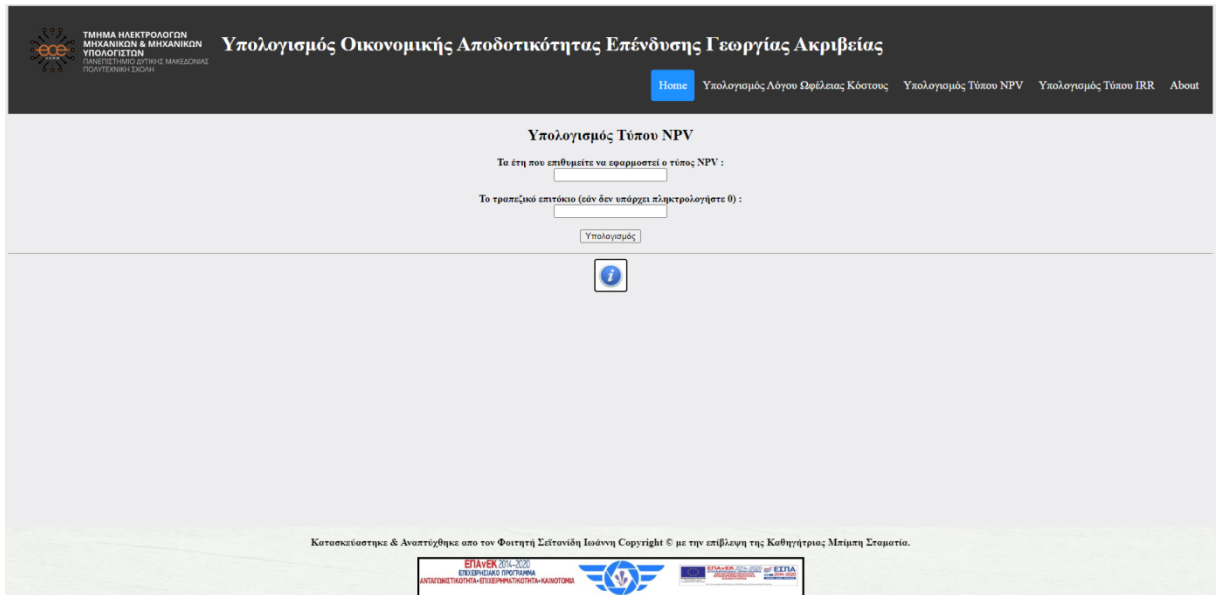
Έξοδα Κίνησης - Λειτουργίας:

ΛΟΙΠΑ ΕΞΟΔΑ (Κίνδυνος Ζημίας Απρόσπευτων Καυμάτων Συνθροιστ 1%):

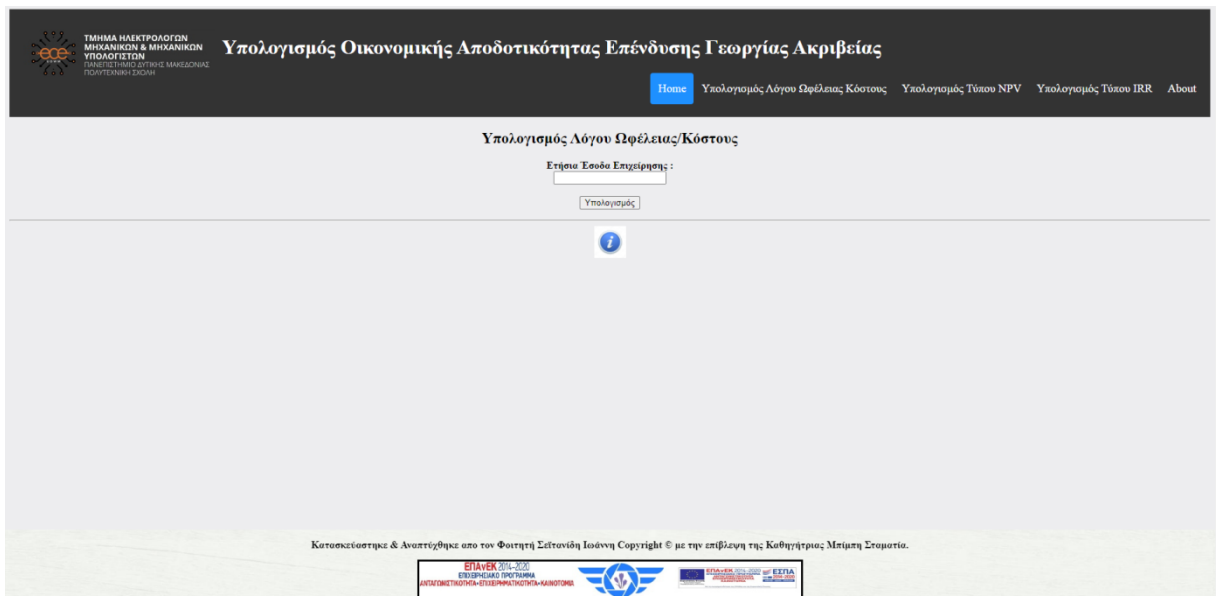
*Εικόνα 25 Ιστοσελίδα - Αρχική Σελίδα*







**Εικόνα 26** Ιστοσελίδα - Υπολογισμός NPV



**Εικόνα 27** Ιστοσελίδα – Υπολογισμός Λόγου Ωφέλειας/Κόστους



## 8. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε μία εκτενής βιβλιογραφική επισκόπηση που είχε ως στόχο τη μελέτη σκοπιμότητας της εφαρμογής της γεωργίας ακριβείας σε καλλιέργειες κρόκου. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε η οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης, τα ρίσκα, οι δαπάνες και η αποτελεσματικότητα που θα έχει η υιοθεσία αυτής της τεχνολογίας. Εκτός από την βιβλιογραφική αναφορά, συμπεριλήφθηκε στην έρευνα και η εφαρμογή τύπων αξιολόγησης μίας επένδυσης με τη μορφή εγγράφου Excel.

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν με την παρούσα έρευνα, γίνεται ευδιάκριτο ότι η υιοθέτηση τεχνολογιών ακριβείας στον τομέα της γεωργίας και η απόκτηση πληροφοριών – δεδομένων επιτρέπουν την αύξηση της παραγωγικότητας. Επομένως, βελτιώνεται η οικονομική απόδοση και ταυτόχρονα μειώνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής. Κατά συνέπεια, η διεξαχθείσα μελέτη επιτρέπει στον καλλιεργητή κρόκου να επαληθεύσει τη συμπεριφορά της καλλιέργειας με την χρήση αυτών των τεχνολογιών, δίνοντας όχι μόνο σημαντικές γνώσεις για τη διαχείριση της παραγωγής, αλλά και για την ενίσχυση της οικονομικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας της καλλιέργειας.

Αποδείχθηκε ότι, ακόμη και σε μικρές εκμεταλλεύσεις, η χρήση τεχνολογιών και μοντέλων διαχείρισης γεωργίας ακριβείας είναι οικονομικά αποδεκτή και φιλική προς το περιβάλλον, καθώς επέτρεψε εκτός από την αύξηση των κερδών, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τη χρήση λιπασμάτων. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν, λειτουργούν ως έναυσμα για την εφαρμογή ευρύτερων στρατηγικών που επιτρέπουν μεγαλύτερη χρήση των μεθόδων αυτών και στην Ελλάδα, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από μελέτες άλλων χωρών, δείχνουν ότι η συνδυασμένη επίδραση της χρήσης τέτοιων μεθόδων και τεχνολογιών μπορεί να ενισχύσει τη βιωσιμότητα του γεωργικού τομέα. Επιπλέον, το γεγονός ότι υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός μικρών και μεσαίων εταιρειών που προσφέρουν αυτόν τον τύπο υπηρεσιών σε όλη την Ευρώπη, δίνει την ελπίδα ότι θα ξεκινήσουν τη δραστηριότητα και στην χώρα μας, με αποτέλεσμα οι τιμές να τείνουν να είναι ολοένα και χαμηλότερες. Μια καινοτόμα εταιρεία που έχει δείξει το ποιόν της στον επιχειρηματικό τομέα στην Ελλάδα, είναι η εταιρεία Μελλοντική Ε.Π.Ε. Η προαναφερθείσα επιχείρηση παρέχει όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό για να έχει την δυνατότητα κάθε παραγωγός – επενδυτής να εφαρμόσει την τεχνολογία της γεωργίας



ακριβείας. Ο εξοπλισμός είναι δυνατόν να ενοικιαστεί αλλά και να αγοραστεί από τον παραγωγό – επενδυτή. Το συμπέρασμα είναι ότι η χρήση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας καθίσταται διαθέσιμη σχεδόν σε κάθε αγρότη, καθιστώντας το εφικτό και δυνατό να χρησιμοποιηθεί ακόμη και σε μικρές παραγωγικές μονάδες..

Επιπρόσθετα, τα δεδομένα δείχνουν ότι η χρήση των μη επανδρωμένων οχημάτων (Drone) και των αισθητήρων, διευκολύνουν τόσο τη διάγνωση ασθενειών όσο και την πορεία της παραγωγικότητας των καλλιεργειών, σε αντίθεση με τη χρήση των παραδοσιακών μεθόδων, με τις οποίες είναι αρκετά δύσκολο να εκτιμηθούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες.



## 9. Βιβλιογραφία

- [1] Θ. Γ. Σπύρος Φούντας, Γεωργία Ακριβείας, Αθήνα , 2015.
- [2] Μ. Πατσιλιάς, «ΚΡΟΚΟΣ : ΤΟ ΦΥΤΟ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ,» Κοζάνη.
- [3] Α. Σ. Κροκοπαραγωγών, «Κρόκος Κοζάνης - cultivation and Trading of Red Saffron,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://safran.gr/el/>.
- [4] Μ. Πατσιλιάς, «ΚΡΟΚΟΣ : ΤΟ ΦΥΤΟ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ,» Κοζάνη.
- [5] N. H. a. P. L. Joint Research Centre (JRC) of the European Commission Monitoring Agriculture ResourceS (MARS) Unit H04 Pablo J. Zarco-Tejada, «Precision of Agriculture : An Opportunity for EU Farmers - Potential Support with Cap,» 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI\\_NT%282014%29529049\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT%282014%29529049_EN.pdf).
- [6] R. T. & K. B. Justis, «The feasibility study as a tool for venture analysis,» *Business Journal of Small Business Management*, 1979.
- [7] 1. A. T. 2. P. S. 3. S. B. 4. F. V. 5. V. Pantzios, «Modelling deployment costs of Precision Agriculture Monitoring Systems,» 2020.
- [8] 1. A. T. 2. P. S. 3. S. B. 4. F. V. 5. V. Pantzios, «Modelling deployment costs of Precision Agriculture Monitoring Systems,» *16th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems*, 2020.
- [9] \*, ., A. C. ., P. F. ., A. L. ., R. C. ., P. Luís Loures, «Assessing the Effectiveness of Precision Agriculture Management Systems in Mediterranean Small Farms,» 2020.
- [10] L. Blomqvist, «Precision agriculture: bigger yields from smaller farms,» 2018.
- [11] ., A. C. ., P. F. ., A. L. ., R. C. a. T. P. Luís Loures, «Assessing the Effectiveness of Precision Agriculture,» p. 3, 6 May 2020.
- [12] A. C. ., P. F. ., A. L. ., R. C. ., a. T. P. Luís Loures, «Assessing the Eectiveness of Precision Agriculture Management Systems in Mediterranean Small Farms,» p. 5, 6 May 2020.
- [13] 2. P. S. 3. S. B. 4. F. V. 5. P. V. 1st Anna Triantafyllou, «Modelling deployment costs of Precision Agriculture Monitoring Systems,» 2020.
- [14] InTeGrate, «Evapotranspiration and Crop Water Use».
- [15] Z. C. a. S. Li, «The IoT Attack Surface: Threats and Security Solutions,» 2019.
- [16] Ε. Ε. Π. Δ. Μακεδονίας, «Επιτροπή Ερευνών Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας,» 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://rc.uowm.gr/?page\\_id=15](https://rc.uowm.gr/?page_id=15).



- [17] Σ. Κ. Κοζάνης, «Συνεταιρισμός - Krokos Kozanis,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://safran.gr/el/%cf%83%cf%85%ce%bd%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%b9%cf%81%ce%b9%cf%83%ce%bc%cf%8c%cf%82/>.
- [18] Ε. Επιτροπή, «Ευρωπαϊκή Επιτροπή,» Κρόκος Κοζάνης ΠΟΠ, [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/eu-quality-food-and-drink/krokos-kozanis-pdo\\_el](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/eu-quality-food-and-drink/krokos-kozanis-pdo_el).
- [19] Σ. Κ. Κοζάνης, «Krokos Kozanis,» 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://safran.gr/el/%cf%83%ce%b1%cf%86%cf%81%ce%ac%ce%bd/>.
- [20] Τ. Αικατερίνη, «Πολύτιμα Πράσινα Εθνικά Προϊόντα Κρόκος-Κοζάνης, Ιπποφάεζ, Αλάδανο,» 2012.
- [21] Αγροσύμβουλος, «Καλλιέργεια Σαφράν | Καλλιεργητικές Τεχνικές,» 2015.
- [22] Μ. Ε.Π.Ε., «Μελλοντική Ε.Π.Ε Τεχνική Εταιρεία,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://mellontiki.gr/>.
- [23] B. U. a. 1. o. authors, «Threats to Precision Agriculture (2018 Public-Private Analytic Exchange Program Report),» 2020.
- [24] S. L. Aida Boghossian, «Threats to Precision Agriculture,» 2018.
- [25] B. P. L. D. -. A. P. Laurent PRobst, «Digital Transformation Monitor - Drones in Agriculture,» 2018.
- [26] W. J. D. F. Newell R.Kitchen, «Educational Needs of Precision Agriculture,» 2002.
- [27] R. G. V. B. S.E. Cook, «Precision agriculture — opportunities, benefits and pitfalls of site-specific crop management in Australia,» *C S I R O P U B L I S H I N G*, 1998.
- [28] P. Wagner, «PROBLEMS AND POTENTIAL ECONOMIC IMPACT OF PRECISION FARMING».
- [29] M. Window, «Security in Precision Agriculture - Vulnerabilities and risks of agricultural systems,» 2019.
- [30] «The challenges facing precision agriculture».
- [31] J. S. & C. Dillon, «The economic and environmental impacts of precision agriculture and interactions with agro-environmental policy,» February 2015.
- [32] Ι. Παρχαρίδης, «Αρχές δορυφορικής τηλεπισκόπησης Θεωρία και εφαρμογές».
- [33] J. Lowenberg-DeBoer, «The economics of precision agriculture,» November 2018.
- [34] Θ. Γ. Σπύρος Φουντάς, «ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ».
- [35] Δ. Μ. Λ. -Αθανασιάδου, «ΤΕΙ Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος,» [Ηλεκτρονικό].



- [36] S. S. M. Sensor. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/13322>.
- [37] A. 5. S. H. M. D. W. S. M. Y.-6. Sensor. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.amazon.com/ARCELI-HyrometerMoistureDetectionArduino/dp/B07CQT5RC8/ref=sr\\_1\\_6?dchild=1&keywords=Soil+Sensor&qid=1605378901&sr=8-6](https://www.amazon.com/ARCELI-HyrometerMoistureDetectionArduino/dp/B07CQT5RC8/ref=sr_1_6?dchild=1&keywords=Soil+Sensor&qid=1605378901&sr=8-6).
- [38] W. S. M. S. w. 1. Cable. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.amazon.com/Watermark-Moisture-Sensor-Cable-IRRIGATION-MART/dp/B01N4F7D9E/ref=sr\\_1\\_11?dchild=1&keywords=Soil+Sensor&qid=1605378901&sr=8-11](https://www.amazon.com/Watermark-Moisture-Sensor-Cable-IRRIGATION-MART/dp/B01N4F7D9E/ref=sr_1_11?dchild=1&keywords=Soil+Sensor&qid=1605378901&sr=8-11).
- [39] Wikipedia, «Αισθητήρας θερμοκρασίας».
- [40] T. S. T. S. Probes]. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.alphaomega-electronics.com/en/sensors-probes/2088-therm200-sensor-de-temperatura-del-suelo-40-c-a-85-c.html>.
- [41] C.-A. 50209-K. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.amazon.com/Cooper-Atkins-50209-K-MicroNeedle-Thermocouple-Polyurethane/dp/B001BQEFTE>.
- [42] S. m. s. SPR520-01. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.smartyplanet.com/en/products-smartyplanet/sensor-temperatura-y-humedad-del-suelo/>.
- [43] I. S. M. & T. S. M.-R. R. (-S. MT-02A). [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.seeedstudio.com/RS485-Soil-Moisture-Temperature-Sensor-S-Soil-MT-02-p-4634.html>.
- [44] I. S. M. & T. & E. S. M.-R. R. (-S. MTEC-02A). [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.seeedstudio.com/RS485-Soil-Moisture-Temperature-EC-Sensor-S-Soil-MTEC-02-p-4633.html>.
- [45] Wikipedia, «Rain Sensor».
- [46] C. r. g. RXW-RGF. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.agriexpo.online/prod/onset/product-186107-113067.html>.
- [47] R. C. R. Gauge. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.agriexpo.online/prod/onset/product-186107-113067.html>.
- [48] I.-G. O. R. G. RG-15. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.seeedstudio.com/Rain-Gauge-RG-15-p-4648.html>.
- [49] Y. L. , N. L. B. J. E. J. Y. D. J. P. S. & O. A. C. E.W. Slessarev, «Water balance creates a threshold in soil pH at the global scale,» *LETTER*, 2016.
- [50] H. W. S. p. Meter. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.hannainst.com/halo-ph-electrode->



for-direct-soil-measurement-hi12922.html.

- [51] S. p. M. PCE-228S. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/test-meters/ph-meter-ph-tester-pce-instruments-soil-ph-meter-pce-228s-det\\_5860019.htm](https://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/test-meters/ph-meter-ph-tester-pce-instruments-soil-ph-meter-pce-228s-det_5860019.htm).
- [52] «United States Department of Agriculture,» 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_052803.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052803.pdf). [Πρόσβαση 2021].
- [53] P.-I.-5.-S. LoRaWAN. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.decentlab.com/products/soil-moisture-temperature-and-electrical-conductivity-sensor-for-lorawan>.
- [54] I. S. M. & T. & E. S. M.-R. R. (-S. MTEC-02A). [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.seeedstudio.com/RS485-Soil-Moisture-Temperature-EC-Sensor-S-Soil-MTEC-02-p-4633.html>.
- [55] N. Taskos, «Pressure Sensing 101 – Absolute, Gauge, Differential & Sealed pressure,» *ES Systems. Retrieved* , 2020.
- [56] P. Barometer. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.vaisala.com/en/products/instruments-sensors-and-other-measurement-devices/instruments-industrial-measurements/ptb110>.
- [57] h. a. a. p. s. Wireless temperature. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.efento.gr/en/product/wireless-temperature-humidity-and-air-pressure-sensor/>.
- [58] W. G. Windcrop. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://sencrop.com/uk/wind-gauge/>.
- [59] W. s. s. IM512CD. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.agriexpo.online/prod/pessl-instruments-gmbh/product-169962-14651.html>.
- [60] AZoSensors, «What is a Sun Sensor?».
- [61] B. -. S. r. s. s. SC861. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://viomal.gr/products/becke-solar-radio-sunwind-sensor-sc861/>.
- [62] Σ. α. α. η. ακτινοβολίας. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.achema.gr/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%AD%CF%82-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CF%82/195-%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AE-%C>.
- [63] M. Y. (. ακτινοβολίας. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.achema.gr/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%AD%CF%82-%CF%84%CE%B7%CF%82-%>



%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82-  
%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%  
CE%AF%CE%B1%CF%82/194-  
%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF.

- [64] J. Ortiz, «Light Sensors: Lighting the Way to Crop Health».
- [65] T. L. SENSOR. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.electan.com/tsl2561-luminosity-sensor-p-6590-en.html>.
- [66] B. s. 1. 0. Lux. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://shop.bb-sensors.com/en/Measurement-by-branches/Building-automation/Brightness-sensor-100-000-Lux-with-measuring-transducer-0-10-V.html>.
- [67] S. Q. Sensor. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://sentera.com/product/sentera-quad-sensor/>.
- [68] P. S. M. Sensor. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.dronernds.com/products/drones/enterprise-drones/parrot-business/parrot-sequoia/parrot-sequoia-multispectral-sensor-pf740000-parrot.html>.
- [69] T. A. Lite. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://vespadrones.com/product/tetracam-adc-lite/>.
- [70] Β. Γ. Σ., «Χημεία Περιβάλλοντος,» 1986.
- [71] G. NG. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://edinburghsensors.com/products/oem-co2-sensor/gascard-ng/>.
- [72] E.-M. 1. C. Sensor. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.co2meter.com/collections/100-co2/products/explorir-100-pct-co2-sensor>.
- [73] B. Finn, «Exposing Electronics,» σε *Exposing Electronics*, CRC Press, 2000, p. 216.
- [74] A. U. R. D. (Compatible). [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.devobox.com/el/compatible-boards/260-arduino-uno-r3-dip-compatible.html>.
- [75] R. P. 4. -. M. B. -. 4GB. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://electrobot.gr/index.php?route=product/product&product\\_id=198&skr\\_prm=WyI1OWUxZjViMi0xZWUxLTQ5OTQtYWQxNC1iMjA1ZDZiOTEwMmEiLDE2MDU0Mzg4ODQ4NTIseyJhcHBfdHlwZSI6IndlYiIsImNwIjoiYiIsInRhZ3MiOiIifV0](https://electrobot.gr/index.php?route=product/product&product_id=198&skr_prm=WyI1OWUxZjViMi0xZWUxLTQ5OTQtYWQxNC1iMjA1ZDZiOTEwMmEiLDE2MDU0Mzg4ODQ4NTIseyJhcHBfdHlwZSI6IndlYiIsImNwIjoiYiIsInRhZ3MiOiIifV0).
- [76] X. 2. W. A. -. S. 2. (. Mesh). [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.amazon.com/XBee-2mW-Wire-Antenna-ZigBee/dp/B007R9U1QA>.
- [77] N. 2. W. R. T. Module. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.devobox.com/el/lora-rf/883-nrf24l01-24ghz-wireless-rf-transceiver-module-gr.html>.
- [78] A. S. 433MHz. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.geekbuying.com/item/Arduino-Si4432-433MHz-Wireless-RF-Transceiver-Module-Low-Power-Consumption-With-Antenna->





Compatible-With-RPi-343877.html.

- [79] Μ. π. μ. ο. ίνας. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.gearbest.com/wireless-routers/pp\\_009272013722.html](https://www.gearbest.com/wireless-routers/pp_009272013722.html).
- [80] Α. Τ. Σ. Β. Φ. Β. Ρ. Β. ΔΙΜΟΣΤΗΝΙΣ C. ΤΣΟΥΡΟΣ, «Towards a Fully Open-Source System for Monitoring of Crops with UAVs in Precision Agriculture,» 2020.
- [81] Β. Ρ. & Λ. Δ.-Α. Ρ. Λαυρέντιος, «Drones in agriculture,» *Digital Transformation Monitor*, January 2018.
- [82] Α. Chapman, «DRONE TYPES: MULTI-ROTOR VS FIXED-WING VS SINGLE ROTOR VS HYBRID VTOL,» 2016.
- [83] Δ. Μ. 2. ΖΟΟΜ. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.drele.com/shop/dji-drones/dji-mavic/mavic-2/dji-mavic-2-zoom/?skr\\_prm=WyI1OWUxZjViMi0xZWUxLTQ5OTQtYWQxNC1iMjA1ZDZiOTEwMmEiLDE2MDU0NDgxNjIxOTYseyJhcHBfdHlwZSI6IndlYiIsImNwIjoiYiIsInRhZ3MiOiIifV0](https://www.drele.com/shop/dji-drones/dji-mavic/mavic-2/dji-mavic-2-zoom/?skr_prm=WyI1OWUxZjViMi0xZWUxLTQ5OTQtYWQxNC1iMjA1ZDZiOTEwMmEiLDE2MDU0NDgxNjIxOTYseyJhcHBfdHlwZSI6IndlYiIsImNwIjoiYiIsInRhZ3MiOiIifV0).
- [84] Δ. Ρ. 4. Ρ. V2.0. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ejgc.gr/el/eshop/%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B1/drones/dji-phantom-4-pro-v2-0-eu--detail>.
- [85] Δ. Μ. 2. Ε. ( . U. Edition. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ejgc.gr/el/eshop/%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B1/drones/dji-mavic-2-enterprise-zoom-universal-edition-detail>.
- [86] Δ. Α. ΜG-1. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://3dmall.gr/drones/20718-dji-agras-mg-1-1-.html?ref=bestprice.gr>.
- [87] Ρ. Υ. Σ. Ε. Χ. Φ. Ψ. Δrone. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://pjm.en.alibaba.com/product/60832432228-814022698/Professional\\_UAV\\_Sensefly\\_EBEE\\_X\\_Fixed\\_Wing\\_Drone.html](https://pjm.en.alibaba.com/product/60832432228-814022698/Professional_UAV_Sensefly_EBEE_X_Fixed_Wing_Drone.html).
- [88] Digiteum, «Precision Agriculture Technology: The Future of Precision Farming with IoT,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.digiteum.com/precision-agriculture-technology/>.
- [89] Κ. Κ. Ι. Σ. Ραίμο Νικκίλα, «Software architecture for farm management information systems in precision agriculture,» *Computers and Electronics in Agriculture*, 2009.
- [90] Pix4d. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.pix4d.com/pricing>.
- [91] D. Deploy, «Drone Deploy Software,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.dronedeploy.com/pricing.html>.
- [92] Ρ. Hawk, «Precision Hawk,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.precisionhawk.com/precisionanalytics>.



- [93] S. A. Vault, «Sentera Ag Vault,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://sentera.com/sentera-ontop-agvault-pricing/>.
- [94] B. L. Mapper, «Bot Link Mapper,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://botlink.com/drone-surveying-and-mapping>.
- [95] G. C. Geoffrey J Hay, «Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline,» 2008.
- [96] G. K. A. R. T. B. G. P. & A. M. [65], «Educational needs and perceptions of the sustainability of precision agriculture: survey evidence from Greece,» 2018.
- [97] K. T. R. M. M. T. I. Takács-György, «Sustainable new agricultural technology – economic aspects of precision crop protection,» *ScienceDirect*, 2013.
- [98] B. K. a. B. Malcolm, «A WHOLE-FARM INVESTMENT ANALYSIS OF SOME PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGIES,» 2007.
- [99] D. M. Direk, «6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE AND ENVIRONMENT,» 2019.
- [100] S. P. D. S. H. D. S. C. D. C. N. FABIO H. R. BAI01, «FINANCIAL ANALYSIS OF THE INVESTMENT IN PRECISION AGRICULTURE TECHNIQUES ON COTTON CROP,» *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*, 2017.
- [101] A. C. ., P. F. ., A. L. ., R. C. a. T. P. Luís Loures, «Assessing the Effectiveness of Precision Agriculture Management Systems in Mediterranean Small Farms,» p. 15, 6 May 2020.
- [102] R. E. P. G. S. P. W. R. Reinert, «Precision agriculture can increase profits and limit environmental impacts,» 2000.
- [103] L. B. a. t. o. authors, «The Economic Benefits of Precision Agriculture: Case Studies from Australian Grain Farms,» 2007.
- [104] P. S. S. B. F. V. P. V. Anna Triantafyllou, «Modelling deployment costs of Precision Agriculture Monitoring Systems,» 2020.
- [105] S. F. A. T. B. A. a. t. o. A. Tolga Erdem, «A Feasibility Study of Variable Rate Irrigation in Black Sea Area: Water and Energy Saving from the Application,» 2011.
- [106] J. M. S. a. C. Dillon, «An Economic Feasibility Assessment for Adoption of Autonomous Field Machinery in Row Crop Production,» 2018.
- [107] T. SZOT-GABRYŚ, «APPLICATION OF THE FEASIBILITY STUDY IN PROJECT FINANCE ON THE BASIS OF A SELECTED INVESTMENT PROJECT».
- [108] J. W. K. A. D. E. K. W. Daniel El Chami, «Assessing the financial and environmental impacts of precision irrigation in a humid climate».



- [109] S. H. A. T. M. W. A. C. Lal K. Almas, «Economic Feasibility of Precision Irrigation in the Northern Texas High Plains,» 2003.
- [110] M. K. M. B. Č. R. a. J. P. Karmen Pažek, «Financial Feasibility Analysis of Natura Rab Business: Case Study».
- [111] G. M. H. a. A. T. J. Shruthi K., «Financial Feasibility of Precision Farming in Paddy- A Case Study,» 2017.
- [112] J. FERNANDO, «Net Present Value (NPV),» 13 November 2020.
- [113] J. Fernando, «What is Net Present Value (NPV)?,» 13 November 2020.
- [114] Wikipedia, «Wikipedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Notepad%2B%2B>.
- [115] Wikipedia, «Wikipedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/PHP>.
- [116] Wikipedia, «Wikipedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>.
- [117] M. W. Docs, «MDN Web Docs,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/CSS>.

