



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"

Εφαρμογή μεθόδων τηλεπισκόπησης στην
αναγνώριση των πρακτικών βιολογικής
καλλιέργειας
σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς

Πέτρος Λ. Στρατής

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό
Δίπλωμα Ειδίκευσης
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

Αθήνα, Ιούνιος 2019

Επιβλέπων: Καθηγητής Δ. Αργιαλάς

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Δ. Αργιαλάς
Ε.Δι.Π. Ε.Μ.Π.	Π. Κολοκούσης
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Κ. Καράντζαλος

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ
ΔΠΜΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

Εφαρμογή μεθόδων τηλεπισκόπησης στην αναγνώριση των πρακτικών βιολογικής καλλιέργειας σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
Πέτρος Στρατής
Γεωπόνος Msc

Επιβλέπων: **Δ. Αργιαλάς, Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

Εγκρίθηκε από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή
την 14^η Ιουνίου 2019:

Δ. Αργιαλάς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.
(Επιβλέπων)

Κ. Καραντζαλος
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.
(Μέλος)

Π. Κολοκούσης
Ε.Δι.Π. Ε.Μ.Π.
(Μέλος)

.....

.....

.....

Αθήνα, Ιούνιος 2017

Πέτρος Λ. Στρατής
Γεωπόνος Γ.Π.Α. Msc.

Copyright © Πέτρος Λ. Στρατής, 2019
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

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 δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για αυτήν την εργασία πρέπει να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους γονείς μου και την μικρή Αδαμαντία για την υπομονή και την στήριξη σε όλο το εγχείρημα του Μεταπτυχιακού Διπλώματος.

Την τριμελή επιτροπή που ανέλαβε την στήριξη της εργασίας, τον Δρ. Πολυχρόνη Κολοκούση και τον Καθηγητή Δρ. Δημήτρη Αργιαλά, οι οποίοι στήριξαν την προσπάθεια της παρούσας διπλωματικής και βοήθησαν να ξεπεραστούν όσα προβλήματα και δυσκολίες υπήρξαν σε όλα τα επίπεδα. Χωρίς την βοήθειά τους και την υπομονή τους να εξηγούν και να κατευθύνουν, δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί αυτό το εγχείρημα και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Δρ. Κώστα Καράντζαλο για τις υποδείξεις και συστάσεις του.

Τον Δρ. Εμίρη Δ. και Δρ. Βέμμο Στ. που με τις συστατικές τους επιστολές μπόρεσα να ξεκινήσω αυτό το μεταπτυχιακό δίπλωμα.

Τον Dr. Joseph Mascaro Διευθυντή στα ακαδημαϊκά προγράμματα της Planet, όπως και την υπόλοιπη ομάδα της Planet για τις εικόνες που μας παρείχαν πρόσβαση με σκοπό να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Τους ανθρώπους του Τμήματος Τεχνικού Ελέγχου του ΟΠΕΚΕΠΕ για την άμεση διάθεση των δεδομένων που ζητήθηκαν για τη διπλωματική (τον Λόη Κ., τον Σκαρμούτσο Κ. κ.α.).

Επιπλέον, τον κ. Ντούτσια Γεώργιο για την φιλοξενία του και την παροχή πληροφοριών για αγροτεμάχια που καλλιεργεί και τον κ. Βαλλή Νίκο από τον Αγροτικό Συνεταιρισμό Ροβιών για την διάθεση συνεργασίας και τις πληροφορίες που απέστειλε για τα αγροτεμάχια που καλλιεργεί.

Τον Δρ. Reto Ingold και τους Δρ. Paul Mauder και Δρ. Urs Niggli, οι οποίοι στήριξαν την εργασία παρέχοντας όσα δεδομένα απαιτούνταν για την εφαρμογή του πειράματος στο μακροχρόνιο πείραμα του FIBL στην Ελβετία.

Τέλος, όλους τους καθηγητές και το προσωπικό του Πανεπιστημίου που στηρίζει όλη τη προσπάθεια της πραγματοποίησης αυτού του Μεταπτυχιακού Διπλώματος, παρέχοντας νέα γνώση και εμπειρίες, οι οποίες ελπίζω ότι θα μπορέσουν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση του κοινωνικού συνόλου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο Μιχάλης Δερτούζος, ο Ανδριώτης που είχε το σπάνιο δώρο να φέρνει την περίπλοκη τεχνολογία στο καθημερινό ανθρώπινο επίπεδο και να την καθιστά προσιτή σε μη τεχνικό κοινό, ήταν ο οραματιστής του Διαδικτύου, αυτός που τελικά συνέβαλε στην ιδέα και την ανάπτυξη του παγκόσμιου ιστού www. Συνεπώς ο τρόπος ζωής μας σήμερα και οι στόχοι μας, μεταξύ αυτών και η παρούσα εργασία, πιθανόν να μην υπήρχαν ούτε στην φαντασία μας, χωρίς τη συμβολή του.

Γι' αυτό ας ξεκινήσουμε την παρούσα εργασία με τα λόγια του, αφού και η φιλοσοφία του Μεταπτυχιακού Περιβάλλον και Ανάπτυξη του Ε.Μ.Π., ταιριάζει απόλυτα με αυτά:

*«Κάναμε ένα μεγάλο λάθος πριν 300 έτη, όταν διαχωρίσαμε την τεχνολογία από τον ανθρωπισμό.
Είναι καιρός να τα βάλουμε πάλι και τα δύο μαζί»*

Μιχάλης Δερτούζος



Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	ii
Πίνακας περιεχομένων.....	iii
Πίνακας Πινάκων.....	v
Πίνακας Εικόνων	vi
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	viii
SUMMARY IN ENGLISH	xi
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Επισκόπηση Βιβλιογραφίας.....	4
1.2 Βιολογική Γεωργία	6
1.2.1 Στατιστικά Στοιχεία.....	6
1.2.2 Φορείς Πιστοποίησης.....	9
1.2.3 Περιγραφή Συστήματος Βιολογικής Γεωργίας	12
1.2.4 Νομοθεσία Βιολογικής Γεωργίας	12
1.2.5 Περιγραφή Λειτουργίας του Συστήματος Πιστοποίησης.....	13
1.2.6 European Court of Auditors.....	14
1.2.7 Βιοδυναμική Γεωργία	15
1.2.8 Συμβατική Γεωργία και Γεωργία Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (IPM)	17
1.3 Διαφορές Βιολογικής και Συμβατικής Γεωργίας.....	19
1.3.1 Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.).....	21
1.3.2 ΟΠΕΚΕΠΕ.....	24
1.3.3 ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ – AGROCERT	24
1.4 Τηλεπισκόπηση και γεωργία	25
1.4.1 Χρήση εικόνων στην τηλεπισκόπηση	27
1.4.2 Δείκτες Βλάστησης	27
1.4.3 Ταξινομήσεις	28
1.4.4 Μέθοδοι Ταξινόμησης.....	30
1.4.5 Αξιολόγηση ταξινομήσεων	31
1.5 Έξυπνη Γεωργία ή Γεωργία Ακριβείας	32
1.5.1 Γεωργία Ακριβείας και Πιστοποίηση.....	36
1.6 LPIS.....	38
1.7 Γεωργικός Πειραματισμός	39
2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	41
2.1 Αρχική Πρόταση Μεθοδολογίας.....	41
3 Περιοχή Μελέτης Άγιος Κωνσταντίνος Φθιώτιδας	43
3.1 Περιοχή Μελέτης	43
3.2 Δεδομένα	44
3.3 Στάδια επεξεργασίας	46

3.3.1	Περιγραφή Sentinel 2	46
3.3.2	QGIS	47
3.3.3	Semi-Automatic Classification Plugin (SACP).....	48
3.3.4	Ανάλυση Εικόνων Φθιώτιδα	48
3.3.5	Αποτελέσματα	52
3.3.6	Ταξινόμηση Αγροτεμαχίων.....	58
3.3.7	Ταξινόμηση	59
4	Περιοχή Μελέτης FIBL Ελβετία.....	64
4.1	Περιοχή Μελέτης	64
4.2	DOK – σχεδιασμός του πειράματος.....	65
4.3	Υπάρχοντα Συμπεράσματα για το DOK-trial.....	66
4.3.1	Δεδομένα.....	70
4.4	Πολυφασματικές Εικόνες της Planet	74
4.5	Φωτοερμηνεία DOK-trial	77
4.5.1	Φωτοερμηνεία εικόνας Google Earth	79
4.5.2	Δημιουργία Πλέγματος Αγροτεμαχίων	82
4.6	Στάδια επεξεργασίας	83
4.7	Δημιουργία Ταξινόμησης.....	85
4.7.1	Σύνθετη εικόνα με όλες τις εικόνες και ταξινόμηση	89
4.7.2	Ταξινομήσεις εικόνων σε FIBL	92
5	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	99
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	104
7	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	i
7.1	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	i
7.2	Ημερολόγιο Εργασιών στην περιοχή του FIBL.....	i
8	Βιβλιογραφικές Αναφορές	- 1 -

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1. Αριθμός Βιοκαλλιεργητών σε Ε.Ε. [8].....	7
Πίνακας 2. Χρησιμοποιούμενη Γεωργική Γη (ha) με Βιολογική Πιστοποίηση [8].....	8
Πίνακας 3. Γη Βιολογικής Γεωργίας Παγκοσμίως (συμπεριλαμβανομένης της υπό μετατροπής) ανά Ήπειρο: Ανάπτυξη 2015-2016 [9].....	9
Πίνακας 4. Στοιχεία για το Διεθνές Εμπόριο: Λιανικές Πωλήσεις και	9
Πίνακας 5. Διαφορές βιολογικής συμβατικής γεωργίας	21
Πίνακας 6. Υπερφασματικοί δείκτες βλάστησης που είναι διαθέσιμοι για Γεωργία Ακριβείας. R = μήκος κύματος ανάκλασης (R) σε nm. NIR αναφέρεται στην ανάκλαση του εγγύς υπέρυθρου. [43].....	34
Πίνακας 7. Πίνακας Μέσων Μηνιαίων Τιμών Κλιματικών Δεδομένων [51].....	43
Πίνακας 8. Μήκη κύματος των δορυφόρων Sentinel 2	46
Πίνακας 9. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Άγιο Κωνσταντίνο για ενοποιημένα δείγματα	62
Πίνακας 10. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Άγιο Κωνσταντίνο	63
Πίνακας 11. FiBL Διαφορές στα Συστήματα Καλλιέργειας	66
Πίνακας 12. Παρουσίαση της αμειψισποράς στα πειραματικά τεμάχια του DOK-trial	72
Πίνακας 13. Σπορά/ Φύτευση και ημερομηνίες συγκομιδής για το έτος 2016 έως 2019 στο DOK-trial	73
Πίνακας 14. Δημιουργία κωδικοποίησης σε δεδομένα GIS.....	82
Πίνακας 15. Αποτελέσματα του τεστ για το ποσοστό ακρίβειας της ταξινόμησης.	89
Πίνακας 16. Ακρίβεια ταξινόμησης χρησιμοποιώντας όλες τις 6 εικόνες ως κανάλια σε μία διαχρονική εικόνα	91
Πίνακας 17. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 72.....	93
Πίνακας 18. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 73.....	94
Πίνακας 19. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 74.....	95
Πίνακας 20. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 76.....	97
Πίνακας 21. Αποτελέσματα ταξινόμησης των καλλιιεργειών με χρήση των διαχρονικών εικόνων με όλα τα κανάλια.....	98
Πίνακας 22. Αποτελέσματα ταξινόμησης των πρακτικών καλλιιεργειας (24 κατηγορίες) με χρήση των διαχρονικής εικόνας αποτελούμενης από όλα τα κανάλια	98
Πίνακας 23. Ταξινόμηση των 24 κατηγοριών χρησιμοποιώντας μόνο τρεις εικόνες στην διαχρονική εικόνα....	98

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Στατιστικά Στοιχεία για την Βιολογική Καλλιέργεια στην Ευρώπη [3].....	10
Εικόνα 2. Τί είναι η βιολογική γεωργία [3].....	11
Εικόνα 3. Ευρώφυλλο. το σήμα της Ε.Ε. για τα βιολογικά προϊόντα.....	12
Εικόνα 4. Πρότυπα της Βιοδυναμικής Γεωργίας [20].....	15
Εικόνα 5. Στόχοι της Νέα ΚΑΠ μετά το 2020.....	21
Εικόνα 6. Τυπικό ιστόγραμμα για δεδομένα δορυφορικών εικόνων 4 καναλιών.....	28
Εικόνα 7. Τυπική Διαδικασία ταξινόμησης.....	29
Εικόνα 8. 1. Καθορισμός των τάξεως από τα στατιστικά στοιχεία της τάξης. 2. Επιλογή της Συνάρτησης Πιθανής Συγκέντρωσης (PDF) που θα χρησιμοποιηθεί, έτσι ώστε οι πιθανότητες που θα χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν την απόφαση για τα επίπεδα τάξεων, 3. Χρήση των δεδομένων εκπαίδευσης για να καθοριστούν οι παράμετροι του (PDF) και με αυτόν τον τρόπο να καθοριστούν οι επιφάνειες απόφασης και συνεπώς και οι τομείς των τάξεων.....	29
Εικόνα 9. Το πραγματικό νόημα των τάξεων κάλυψης απεικονίζεται σε μία από αυτές τις εικόνες. Η θέση των καλύψεων γης σε κάθε ιστόγραμμα εξαρτάται από την τυπική ανάκλαση του είδους κάλυψης στα μήκη κύματος που απεικονίζονται στο ιστόγραμμα.....	30
Εικόνα 10. Κυριότερα είδη Ταξινόμησηων.....	30
Εικόνα 11. Ο δείκτης kappa [39].....	32
Εικόνα 12. Εικόνα αγροτεμαχίου καθώς καλλιεργείται (αριστερά) και από τον δορυφόρο (δεξιά) [44].....	35
Εικόνα 13. Μεταβολή του NDVI όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 12.....	36
Εικόνα 14. Διάγραμμα Ροής για τις υπηρεσίες myEOrganics (© myEOrganics).....	36
Εικόνα 15. Παραδείγματα αστοχίας εφαρμογής του LPIS από την έκθεση ECA [46].....	39
Εικόνα 16. Σχέση επανάληψης, τυχαιοποίησης και του τοπικού ελέγχου με το πειραματικό σφάλμα [47].....	39
Εικόνα 17. Copernicus Open Access Hub.....	41
Εικόνα 18. Άγιος Κωνσταντίνος από το Google Earth.....	44
Εικόνα 19. Βιολογικά Αγροτεμάχια Ελιάς όπως δηλώνονται από τους παραγωγούς στην εφαρμογή του ΟΠΕΚΕΠΕ.....	44
Εικόνα 20. Συμβατικά Αγροτεμάχια Ελιάς όπως δηλώνονται από τους παραγωγούς στην εφαρμογή του ΟΠΕΚΕΠΕ.....	45
Εικόνα 21. Δηλωμένα βιολογικά αγροτεμάχια σε περιοχή επίσκεψης.....	45
Εικόνα 22. Απεικόνιση της ανάλυσης για κάθε κανάλι των Sentinel 2.....	46
Εικόνα 23. Εγκατάσταση των Cad Tools σε QGIS για να δημιουργηθούν τα όρια των πειραματικών.....	47
Εικόνα 24. Semi Automatic Classification Plugin.....	48
Εικόνα 25. κ. Ντούτσιας κατά τη διάρκεια της υπόδειξης των αγροτεμαχίων.....	49
Εικόνα 26. Αγροτεμάχιο που καλλιεργείται με συμβατικές μεθόδους.....	49
Εικόνα 27. Άνοιγμα της εικόνας στο SNAP.....	50
Εικόνα 28. Κόψιμο της εικόνας σε 10μ. pixel.....	50
Εικόνα 29. Τελική εικόνα στο QGIS με διαφορετική πλέον αλληλουχία καναλιών.....	51
Εικόνα 30. Εικόνα από Planet σε Άγιο Κωνσταντίνο (έγχρωμο σύνθετο NIR) [57].....	51
Εικόνα 31. Έγχρωμο σύνθετο των τριών εικόνων NDVI 25/04/2018, 29/6/2018 και 02/11/2018 [57].....	52
Εικόνα 32. Συγκρίνοντας την Εικόνα 21 με την Εικόνα 31 [57].....	53
Εικόνα 33. Βιολογικό αγροτεμάχιο κ. Ντούτσια [57].....	55
Εικόνα 34. Συμβατικό Αγροτεμάχιο σε Άγιο Κωνσταντίνο [57].....	56
Εικόνα 35. Συμπεράσματα για εφαρμογή μη επιτρεπόμενων ουσιών σε Βιολογικές Ελιές [57].....	57
Εικόνα 36. Επιλογή μελέτης για ταξινόμηση (με κόκκινο οι δηλωμένες συμβατικές ελιές και με πράσινο οι βιολογικές) [57].....	58
Εικόνα 37. Επιλογή δειγμάτων για να γίνει η ταξινόμηση (βιο και συμβατικών) [57].....	58
Εικόνα 38. [57].....	59
Εικόνα 39. Αποτέλεσμα Ταξινόμησης στον Άγιο Κωνσταντίνο.....	59
Εικόνα 40. Επιλογή δειγμάτων σε Αγ. Κωνσταντίνο βιολογικών και συμβατικών για εκπαίδευση.....	60
Εικόνα 41. Έγχρωμο Σύνθετο διαχρονικής εικόνας NDVI στον Άγιο Κωνσταντίνο.....	60
Εικόνα 42. Βιολογικά Δείγματα (μπλε) και Συμβατικά (καφέ) σε Άγιο Κωνσταντίνο.....	61
Εικόνα 43. Αποτελέσματα ταξινόμησης.....	61
Εικόνα 44. Αποτελέσματα ταξινόμησης όταν ενοποιηθούν τα δείγματα βιολογικών αγροτεμαχίων και συμβατικών αντίστοιχα.....	62
Εικόνα 45. Αποτελέσματα του πειράματος FiBL το 2000 (21 έτη πειραματισμού).....	68
Εικόνα 46. Μέση παραγωγή σκληρού σίτου, πατάτας και λιβαδιών στο DOK Trial.....	69
Εικόνα 47. Φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους στα συστήματα καλλιέργειας του DOK-trial.....	70
Εικόνα 48. Παρουσίαση των πειραματικών τεμαχίων και ο τρόπος καλλιέργειάς τους στο DOK-trial.....	71

Εικόνα 49. Πρόσβαση 14 ημερών στη σελίδα Planet [57].....	74
Εικόνα 50. Επιλογή Δορυφορικών Εικόνων σε Planet [57].....	75
Εικόνα 51. Επιλογή εικόνας για λήψη από Planet [57].....	75
Εικόνα 52. Επιλογή εικόνας από πλήθος λήψεων σε Planet [57].....	76
Εικόνα 53. Παραγγελία εικόνας για να εγκριθεί και γίνει λήψη [57].....	76
Εικόνα 54. DOK-trial στο Therwil 26/07/2018	77
Εικόνα 55. Εικόνα 26/07/2018 με αποτύπωση των πειραματικών ορίων	78
Εικόνα 56. Το πειραματικό σημείο DOK-trial όπως αποτυπώνεται στην εικόνα Google Earth δεξιά και σε μία εικόνα ανάλυσης 3*3 m που λήφθηκε από την Planet 30/07/2018 [57].....	79
Εικόνα 57. Αποτύπωση της εικόνας Google Earth της 26/07/2018 μετά από γεωαναφορά στο QGIS	80
Εικόνα 58. Google Earth 26/07/2018 στο FIBL	81
Εικόνα 59. Τεμάχια με πατάτα της 26/07/2018 από Google earth	82
Εικόνα 60. Δημιουργία εικόνας NDVI στις κομμένες εικόνες της περιοχής του Therwil	83
Εικόνα 61. Μετατροπή εικόνας σε NDVI αριστερά και κανονική εικόνα δεξιά.....	83
Εικόνα 62. Δημιουργία Εικόνας με όλους του NDVI για εικόνες 2017-2018	84
Εικόνα 63. Σύνθετη εικόνα με όλες τις NDVI για 2017 και 2018 (σύνολο 6 εικόνες)	84
Εικόνα 64. Σύνθετη εικόνα μόνο κόκκινο και πράσινο κανάλι (13/10/2017 – 29/04/2018) [57].....	85
Εικόνα 65. Έγχρωμο Σύνθετο, διαχρονικής εικόνας των NDVI με περιγράμματα και περιγραφές των πειραματικών [57].....	85
Εικόνα 66. Επιλογή και αποθήκευση ως training points μόνο τα πειραματικά με πατάτα [57].....	86
Εικόνα 67. Επίπεδα που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση	89
Εικόνα 68. Σύνθετη εικόνα με τις 6 εικόνες που λήφθηκαν από την planet [57].....	90
Εικόνα 69. Με πράσινο τα σημεία εκπαίδευσης.....	90
Εικόνα 70. Ανάλυση της εικόνας με τα σημεία εκπαίδευσης, αφού ορίστηκαν χρώματα.....	91
Εικόνα 71. Σημεία εκπαίδευσης σε περιοχή FIBL	92
Εικόνα 72. Ταξινόμηση για 15 κατηγορίες (ενοποίηση όλων των O, ξεχωριστά D, K, M, N) επί τρεις καλλιέργειες,	93
Εικόνα 73. Ταξινόμηση χωρίς να υπάρχει κάποια ενοποίηση στις 24 κατηγορίες (8 πρακτικές και 3 καλλιέργειες).....	94
Εικόνα 74. Ταξινόμηση με ενοποίηση στις καλλιέργειες με ίδια πρακτική και διαφορετική ποσότητα λίπανσης (O1-O2, D1-D2, K1-K2) και τελικά προκύπτουν 5 κατηγορίες O, D, K, M, N.....	95
Εικόνα 75. Ταξινόμηση με ενοποίηση σε όλες τις βιολογικές και όλες τις άλλες κατηγορίες χωριστά.....	95
Εικόνα 76. Ταξινόμηση του πειράματος FIBL κατά καλλιέργεια χωρίς να υπολογιστούν καθόλου οι πρακτικές	96
Εικόνα 77. Επιτυχής βιολογική γεωργία με προσέγγιση συστήματος.....	100
Εικόνα 78. Προτεινόμενο Διάγραμμα Ροής για περαιτέρω μελέτη Τηλεπισκόπησης στην πιστοποίηση Βιολογικής γεωργίας	103
Εικόνα 79. Ο Νιλ Χάρμπισον έχοντας αποκτήσει επιπλέον αισθήσεις.....	105

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιολογική γεωργία έχει χάσει σημαντικούς υποστηρικτές, ενώ μέρος των παραγωγών που καλλιεργούν πραγματικά βιολογικά προϊόντα, υπάρχει πιθανότητα να μην έχουν δυνατότητα να ακολουθήσουν τον ανταγωνισμό από συναδέλφους τους που ενδεχομένως χρησιμοποιούν μη επιτρεπόμενες ουσίες και δεν μπορούν να ανιχνευτούν άμεσα από τις διαθέσιμες μεθόδους ελέγχου (λόγω υψηλού κόστους, ή συχνότητας που αυτές πραγματοποιούνται, ή ακόμα και λόγω της ευαισθησίας της διαθέσιμης μεθόδου). Έτσι, μία μέθοδος που θα μπορεί να προσφέρει μία ένδειξη για τα αγροτεμάχια ότι πιθανόν έχουν καλλιεργηθεί με συμβατικές μεθόδους παραγωγής, παρότι ο παραγωγός ισχυρίζεται ότι εφαρμόζει όλες τις μεθόδους, θα προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια στον καταναλωτή, αλλά και στη γενικότερη λειτουργία του συστήματος παραγωγής βιολογικών προϊόντων, αφού θα ενσωματωθεί στην ανάλυση κινδύνου κάθε φορέα πιστοποίησης.

Εαν κάτι τέτοιο γίνει εφικτό, θα πραγματοποιούνται τελικά επιθεωρήσεις σε παραγωγούς που διαπιστώνεται ότι τα αγροτεμάχιά τους παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο να έχουν αποκλίσει της αποδεκτής μεθόδου καλλιέργειας. Ένα άλλο όφελος ενός τέτοιου εργαλείου είναι ότι θα συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος, αφού θα μειωθούν οι πραγματοποιούμενοι επιτόπιοι έλεγχοι, καθώς θα γίνεται έλεγχος απευθείας μέσω δορυφορικών εικόνων (και μάλιστα διαχρονικά). Έτσι, οι έλεγχοι θα γίνουν περισσότερο στοχευμένοι και αντικειμενικοί, όπως και με μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση (λόγω των καυσίμων που καταναλώνονται για την μετακίνηση των ελεγκτών στα αγροτεμάχια των παραγωγών).

Κατά την έναρξη της εργασίας πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις ελληνικές και αγγλόφωνες δημοσιεύσεις που υπάρχουν. Έτσι ώστε να εντοπιστούν αντίστοιχες εργασίες, σχετικές με την χρήση της τηλεπισκόπησης στον διαχωρισμό των βιολογικά και μη καλλιεργούμενων αγροτεμαχίων. Τελικά, παγκοσμίως εντοπίστηκαν μόλις τρεις δημοσιεύσεις. Η μία αφορά καλλιέργεια αμπέλου και τα άλλα δύο ετήσιες καλλιέργειες, ενώ εντοπίστηκε και μία εργασία μεταπτυχιακού διπλώματος. Συμπέρασμα είναι ότι η παρούσα εργασία αποτελεί κάτι που δεν έχει ακόμα διερευνηθεί παγκοσμίως. Πιθανόν οι δυσκολίες που υπάρχουν στον εντοπισμό και τη σύγκριση των αγροτεμαχίων στην πραγματικότητα, καθώς δεν είναι ένα βιομηχανικό προϊόν με συγκεκριμένη εικόνα κάθε φορά, αποτελεί πιθανόν τους λόγους που δεν έχουν ακόμα εφαρμοστεί οι κανόνες της τηλεπισκόπησης με επιτυχία.

Παρόλα αυτά, από την Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχει μία κατεύθυνση για να δημιουργηθούν βάσεις και υποδομές που θα προσφέρουν την υπηρεσία της βιολογικής πιστοποίησης με όσα μπορεί να διαθέσει η νέα τεχνολογία και η λήψη δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών στο ορατό ή μη μήκος κύματος.

Στην βιβλιογραφία που έχει εντοπιστεί φαίνεται ότι αντίστοιχες προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερο σε ετήσιες καλλιέργειες, εκτός από μία περίπτωση, όπου το 2014 έγινε ανάλυση σε καλλιέργειες αμπέλου, με πολύ υψηλής ακρίβειας αποτελέσματα στην διαφοροποίηση βιολογικών καλλιεργειών από συμβατικές. Το 2014 πραγματοποιήθηκε το επιτυχές πείραμα στην Γαλλία, όπου βιολογικά καλλιεργούμενοι αμπελώνες μπόρεσαν να διαχωριστούν από συμβατικής καλλιέργειας με τηλεσκοπικές μεθόδους, με ακρίβεια 91% [1]. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι η χρήση χημικών, τα οποία χρησιμοποιούνται στις συμβατικές καλλιέργειες, τελικά επηρεάζουν την σύσταση των φύλλων και την δομή των κυττάρων, κάτι που καθίσταται σημαντικός παράγοντας για να αποτυπωθεί χαρακτηριστικό φάσμα σε αυτά τα αμπέλια. Σύμφωνα με την εν λόγω μελέτη, αν υποθέσουμε ότι οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι ίδιες (κλάδεμα, κτλ.), τότε οι διαφορές μεταξύ συμβατικών και βιολογικών έγκεινται σε δύο σημαντικούς παράγοντες τις χημικές εφαρμογές και την κάλυψη του εδάφους. Επίσης στην συγκεκριμένη μελέτη αναφέρεται ότι το υπέρυθρο είναι πολύ σημαντικό στον διαχωρισμό μεταξύ βιολογικών και συμβατικών αμπελώνων. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι είναι σημαντικό είναι ότι στον NDVI δεν διαπιστώθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο διαφορετικών τρόπων καλλιέργειας, κάτι που όμως ήταν χρήσιμο όταν υπολογίστηκε ο NDVI με το εγγύς υπέρυθρο.

Η μελέτη που αναφέρεται σε ένα επιτυχές πείραμα στην διαφοροποίηση βιολογικών από μη καλλιεργειών βαμβακιού στην Αφρική, αφορά αγροτεμάχια με γενετικά τροποποιημένο βαμβάκι. Ως σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης των βιολογικών αγροτεμαχίων λήφθηκε το γεγονός ότι εφαρμόζονται βιολογικά λιπάσματα και κοπριά, με αποτέλεσμα να μην είναι η καλλιέργεια τόσο

ομοιογενείς όσο οι συμβατικές. Επίσης, πολύ σημαντικό είναι η απουσία χρήσης ζιζανιοκτόνων, με αποτέλεσμα να υπάρχουν και ζιζάνια μέσα στην βιολογική καλλιέργεια. Τέλος καταγράφεται ότι η αντιμετώπιση των εντόμων και των ασθενειών και δεν είναι τόσο επιτυχής στα βιολογικά αγροτεμάχια, με αποτέλεσμα η εικόνα τους να παρουσιάζει μεγαλύτερη παραλλακτικότητα.

Στην μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Γερμανία με στόχο της διαπίστωση εάν οι δορυφόροι μπορούν να συμβάλουν στις διαδικασίες πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων [2], χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από δορυφόρους και αναλύθηκαν τρεις διαφορές μεταξύ βιολογικών και συμβατικών καλλιεργειών λόγω της διαφοροποίησης στο άζωτο των φυτών και την συγκέντρωση της Χλωροφύλλης II στην βιομάζα στα αγροτεμάχια. Επίσης, ελέγχθηκε η ετερογένεια που παρατηρείται εντός των βιολογικών καλλιεργειών, αλλά και η ύπαρξη ιχνών από την διέλευση των τρακτέρ, κάτι που είναι πολύ πιο σύνηθες στις συμβατικές καλλιέργειες, αντί των βιολογικών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε αυτήν την έστω και περιορισμένη μελέτη, διαπιστώθηκε ότι οι δορυφορικές εικόνες μπορεί να έχουν πολύ μεγάλη αποτελεσματικότητα στην διάκριση των βιολογικών από τα συμβατικά αγροτεμάχια. Μάλιστα το ποσοστό διάκρισης κυμάνθηκε από 80 έως 100%.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία βασίστηκε αρχικά στην σκέψη να βρεθούν διαφορές σε δείκτες όπως στον NDVI ή αντίστοιχες σχέσεις καναλιών μεταξύ βιολογικών και μη αγροτεμαχίων. Μακροπρόθεσμα η βελτίωση του τρόπου ανάλυσης των χαμηλής τιμής δορυφορικών εικόνων, όπως και η χρήση περισσότερων εικόνων και ο έλεγχος ακόμα και των τρακτέρ που εισέρχονται σε ένα αγροτεμάχιο, θα μπορεί να συγκριθεί με το ημερολόγιο εργασιών του παραγωγού και τελικά να διαπιστωθεί κατά τον έλεγχο η πραγματική κατάσταση και η ορθότητα των καταγραφών στα αρχεία από τον παραγωγό.

Το εγχείρημα είχε στόχο να εφαρμοστεί σε αγροτεμάχια με καλλιέργεια ελιάς στην Ελληνική επικράτεια. Τελικά εντοπίστηκαν παραγωγοί με βιολογικά αγροτεμάχια, αλλά η παραλλακτικότητα και η αβεβαιότητα των εφαρμοζόμενων πρακτικών στα αγροτεμάχια λοιπών βιοκαλλιεργητών αλλά και των συμβατικών καλλιεργειών (πολλές φορές καλλιεργούνται ως βιολογικά), οδήγησε στην αναζήτηση επιπλέον πηγών από τον Οργανισμό Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών ενισχύσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ). Τελικά, η αναζήτηση κατέληξε και στην επικοινωνία και τη συνεργασία με το Ινστιτούτο FIBL της Ελβετίας, όπου δόθηκαν δεδομένα για ένα μακροχρόνιο πείραμα σύγκρισης βιολογικής, βιοδυναμικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης σε αγροτεμάχια στην Ελβετία.

Η σύγκριση έγινε με την λήψη πολυφασματικών εικόνων και στη συνέχεια τη δημιουργία διαχρονικών σύνθετων των ίδιων των εικόνων ή των NDVI τους.

Τα αποτελέσματα και τα κύρια ευρήματα της εργασίας είναι η διαπίστωση ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός αγροτεμαχίων που έχουν λάβει μη επιτρεπόμενες ουσίες στη βιολογική γεωργία, όπως ζιζανιοκτόνα ή άλλα μέσα, κυρίως με την χρήση διαχρονικών σύνθετων εικόνων και κυρίως παρατηρώντας τον δείκτη όπως τον NDVI. Υπάρχει μία μικρή σχετικά επιτυχία της τάξης του 20% στην ταξινόμηση διαχρονικών εικόνων που δημιουργήθηκαν από πολυφασματικές εικόνες στην περιοχή του μακροχρόνιου πειράματος FIBL στην Ελβετία, όπου συγκρίνονται Βιολογικές, Βιοδυναμικές και πρακτικές ολοκληρωμένης διαχείρισης σε πειραματικά τεμάχια αγρού, ενώ η σύγκριση αγροτεμαχίων που έχουν δεχτεί ζιζανιοκτόνα, σε σχέση με αντίστοιχα που δεν έχουν δεχτεί μπορεί να διακριθεί με επιτυχία και ήδη σημειώθηκαν κάποια αγροτεμάχια με κίνδυνο να έχουν υποστεί ζιζανιοκτόνα.

Τελικά, το γεγονός ότι η υπάρχουσα βιβλιογραφία για το θέμα είναι περιορισμένη, ωστόσο το εν λόγω αντικείμενο φαίνεται ότι έχει αποτελέσματα και χρήση περαιτέρω έρευνας σε διάφορα επίπεδα, καθώς η βιολογική γεωργία είναι μία μέθοδος που διασφαλίζει το περιβάλλον σε αγροτικές περιοχές, όπως και την υγεία των κατοίκων και εργαζομένων σε περιοχές που στο παρελθόν λάμβαναν ασύστολη εφαρμογή αγροχημικών ακόμα και από αέρος, ενώ παράλληλα δρα ως μοχλός μεταφοράς της γνώσης στους παραγωγούς. Όχι μόνο αυτό, η βιολογική γεωργία έχει στηριχτεί με σημαντικά χρηματικά ποσά από Ευρωπαϊκά Κονδύλια και η ανάπτυξη και εφαρμογή ενός συστήματος όπως το παρόν κρίνεται επιβεβλημένη, αφού θα είναι το εργαλείο που θα μπορεί να δώσει, αν όχι μία άμεση απάντηση αν ένα αγροτεμάχιο καλλιεργείται βιολογικά, το σήμα ότι υπάρχει κίνδυνος κάποιες μονάδες να μην ακολουθούν τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Κανονισμών.

Συνεπώς, ο συνδυασμός βιολογικής γεωργίας και του σωστού τρόπου διεξαγωγής των ελέγχων, με κύριο στόχο τον περιορισμό των άσκοπων μετακινήσεων και της ορθής πιστοποίησης των

παραγωγών, θα οδηγήσει στην εφαρμογή και διατήρηση της αξιόβιωτης ανάπτυξης στην ελληνική και όχι μόνο ύπαιθρο.

SUMMARY IN ENGLISH

Organic farming has lost considerable support, while some of the producers who actually cultivate organic products are likely not to be able to compete with others who may be using illegal substances and can not be detected by available control methods, due to the high cost, or frequency of visit, either because of the sensitivity of the available methods. Thus, a method that can provide an indication of parcels that may have been cultivated using conventional production methods, although the producer claims to apply all organic methods, will provide greater safety for the consumers by integrating into the risk analysis of each certification body .

Therefore the inspection bodies will carry out inspections on producers whose parcels are at increased risk of deviating from the accepted cultivation method. In addition, such a tool will help to protect the environment by reducing on-site inspections as it will be controlled directly by satellite images (and the important is that they are multitemporal), making audits more objective as well as less environmentally friendly (due to the fuel consumption for the transport of inspectors to and from the agricultural plots of producers).

At the beginning of this study, English and Greek-language publications were searched, so as to identify corresponding tasks, related to the use of remote sensing in the separation of organic and non-cultivated parcels. Eventually, only three publications were found worldwide. One concerns vine growing and the other two annual crops, and also one postgraduate diploma project. Conclusion is that the present work is something that has not been explored globally. Probably the difficulties in identifying and comparing parcels also in reality, as this is not an industrial process, just with a specific image, is probably the reason why the remote sensing rules have not yet been successfully implemented.

Nevertheless, the European Union is focused to establish the fructure and infrastructures that will offer the service of organic certification with what the modern technology can offer and also the satellite imagery and aerial photographs at visible or not visible wavelength.

In the available literature it seems that similar efforts have been made more in annual crops, except for one case where in 2014 the analysis was carried out on vineyards, with high accuracy results in the diversification of organic crops from conventional. In 2014, a successful experiment was carried out in France, where organically grown vines could be separated from conventional cultivation by remote sensing technics and accuracy 91% [1]. In particular, it has been found that the use of chemicals used in conventional crops ultimately affects the composition of the leaves and the structure of the cells, which is an important factor in capturing a characteristic spectrum in these vines. According to this study, assuming that cultivation care is the same (pruning etc.), the differences between conventional and organic lie in two important factors: chemical applications and soil cover. Also in this study it is stated that infrared is very important in the separation between organic and conventional vineyards, while it is significant that NDVI does not detect differences between the two cultivation methods, but this was useful when NDVI was measured with near infrared.

The study, referring to a successful experiment in the diversification of organic non-cotton crops in Africa, concerns parcels of genetically modified cotton. An important factor in the diversification of organic parcels was the fact that organic fertilizers and manure are applied, so that the cultivation is not as homogeneous as in conventional crops, while the absence of herbicide use is very important, so there are also weeds inside the organic plots. Finally, it is recorded that the treatment of insects and diseases is not as successful in organic plots as in conventional ones, with the result that the image of biological fragments is more varied.

In the study conducted in Germany to determine whether satellites can contribute to the certification of organic products [2], images from satellites were used and three differences between biological and conventional crops were analyzed due to plant nitrogen variation and Chlorophyll concentration II on biomass on parcels. Also, the heterogeneity observed in organic crops, as well as the traces of tractors, were more closely observed, which is much more common in conventional crops than in organic crops. The results showed that in this even limited study, it was found that satellite imagery may be efficient in distinguishing biological from conventional plots. Indeed, the result was the correct classification in rate ranged from 80 to 100%.

The methodology followed was originally based on the idea of finding differences in indicators such as NDVI or corresponding channel relationships between organic and non-agricultural parcels. In long-term, while the analysis process of low-cost satellite imagery is improved, as well as using more images so as to be possible to inspect either the tractors that entering a parcel, will be possible to compare this to the producer's records and during the onsite audit to be possible to validate the real situation and the correctness of the producer's record keeping.

The project was intended to be applied to olive-growing parcels in the Greek territory. Producers with organic parcels were eventually identified, but the variation and uncertainty of the practices applied to the parcels of other organic farmers and conventional crops (often cultivated as organic) was the reason to search for additional sources from the OPEKEPE Paying and Controlling Authority. Finally, the search also resulted to communicate and collaborate with Swiss FIBL, which data were provided on a long-term experiment for organic, biodynamic and integrated cultivated parcel comparison in Switzerland.

The comparison for the current work was made by taking multi-spectral images and then creating multitemporal composites of their own images or NDVIs.

The results and main findings of the work are the finding that it is possible to separate parcels that have received unauthorized substances in organic farming, such as herbicides or other media, mainly by using multitemporal composite images, and observing indices such as NDVI. There is a small relative success rate of 20% in the classification of multitemporal images created by multi-spectral images in the area of the long-term FIBL experiment in Switzerland, where Biological, Biodynamic and Integrated Management practices are compared to field samples, while the comparison of parcels treated with herbicides , compared to those that they have not accepted can be successfully distinguished and some parcels have already been recorded at risk of being herbicides.

Ultimately, the fact that the existing literature on the subject is limited, but the subject matter seems to have results and the use of further research at various levels, as organic farming is a method that ensures the environment in rural areas as well as health of residents and workers in areas previously unsafe to apply agrochemicals even by air, while acting as a lever for transferring knowledge to producers. Not only that, organic farming has been backed by substantial sums of money from European Funds, and the development and implementation of a system like this is necessary, since it will be the tool that can, if not an immediate response if a parcel is cultivated organically , the sign that there is a risk that some units will not comply with the requirements of the European Regulations.

Consequently, the combination of organic farming and the proper way of carrying out controls, with the main objective of reducing unnecessary movements and proper certification of producers, will lead to the implementation and maintenance of the scanty growth in Greek and not just in the countryside.

Λέξεις Κλειδιά/ Keywords

Τηλεπισκόπηση, Βιολογική Γεωργία, ΓΣΠ, Πιστοποίηση, Γεωργικές Μέθοδοι Παραγωγής, Επεξεργασία Εικόνας, Λιπάσματα, Φυτοπροστατευτικά.

Remote sensing, Organic Agriculture, ΓΣΠ, GIS, Certification, Agricultural Production Methods, Imagery Processing, Fertilizers, Plant Protection Agents.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Πρόγραμμα Περιβάλλον και Ανάπτυξη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στο εργαστήριο τηλεπισκόπησης της Σχολής των Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών. Η αρχική ιδέα ήταν η διεξαγωγή μίας μελέτης πάνω στην χρήση ενός καινοτόμου τρόπου για την τεκμηρίωση του τρόπου καλλιέργειας των φυτών. τα οποία πιστοποιούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Κανονισμών για τα βιολογικά προϊόντα. Συγκεκριμένα επιλέχθηκε η καλλιέργεια της ελιάς, καθώς αποτελεί μεγάλο ποσοστό της έκτασης τόσο της συμβατικής, όσο και της βιολογικής καλλιέργειας στην χώρας μας.

Όλο και περισσότεροι καταναλωτές στην ΕΕ αγοράζουν προϊόντα που παράγονται με φυσικές ουσίες και διεργασίες. Η παραγωγή βιολογικών τροφίμων δεν αποτελεί πλέον εξειδικευμένη αγορά, ακόμη κι αν αντιπροσωπεύει ένα σχετικά μικρό ποσοστό της συνολικής αγροτικής παραγωγής στην ΕΕ. Όμως τί ακριβώς σημαίνει «βιολογικό»; Η βιολογική παραγωγή βασίζεται σε ένα αγροτικό σύστημα που σέβεται το περιβάλλον και τα ζώα, ενώ περιλαμβάνει όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού (προμήθεια πρώτων υλών, επεξεργασία, αποθήκευση, μεταφορά, διανομή και υπηρεσίες λιανικής) [3]. Ωστόσο, παρότι στατιστικά τα βιολογικά προϊόντα είναι λιγότερο επιβαρυνμένα από μη επιτρεπόμενες ουσίες, σε σχέση με αυτά που καλλιεργούνται με συμβατικές μεθόδους, διαπιστώνονται σημαντικές ελλείψεις στην διασφάλιση του τρόπου παραγωγής αυτών των προϊόντων. Πάνω σε αυτήν την έλλειψη βασίστηκε η παρούσα εργασία.

Το «άγρυπνο μάτι» των δορυφόρων και οι σύγχρονες τεχνικές επεξεργασίας και σύνθεσης των εικόνων μπορούν να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την τεκμηρίωση της καλλιέργειας ενός αγροτεμαχίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας. Ήδη για την δήλωση των καλλιεργειών και την τεκμηρίωση της καλλιέργειας συγκεκριμένων ειδών γίνονται έλεγχοι με μεθόδους τηλεπισκόπησης σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο, χωρίς να χρειαστεί να γίνει επίσκεψη γεωπόνου ή άλλου προσωπικού στα αγροτεμάχια ενός παραγωγού.

Χρησιμοποιώντας αρχικά δεδομένα από καλλιεργούμενα αγροτεμάχια σύμφωνα με τις δηλώσεις στην Υπηρεσία Πληρωμών του Υπουργείου (ΟΠΕΚΕΠ), καθώς επίσης σύντομοι επιτόπιοι έλεγχοι σε αγροτεμάχια λαμβάνονται ορισμένα αποτελέσματα για τα βιολογικά και μη αγροτεμάχια ελαιοδένδρων στην περιοχή του Αγίου Κωνσταντίνου, Λαμίας, χρησιμοποιώντας κυρίως το διαχρονικό έγχρωμο σύνθετο των NDVI, από εικόνες Planet στην περιοχή. Επιπλέον, πραγματοποιείται μία πρώτη προσέγγιση για την εφαρμογή των μεθόδων τηλεπισκόπησης για την ταυτοποίηση των βιολογικών, βιοδυναμικών και αγροτεμαχίων που δέχονται μεθόδους ολοκληρωμένης διαχείρισης, στο πολυετές πείραμα της FIBL, στο Therwil της Ελβετίας.

Η παρούσα εργασία είναι κάτι νέο και διαπιστώνεται ότι μπορούν να αναπτυχθούν τα κατάλληλα εργαλεία που θα φέρουν σημαντική αλλαγή στην βιολογική γεωργία όσο αφορά την τεκμηρίωση του τρόπου παραγωγής.

Σκοπός ήταν η αναζήτηση των κατάλληλων αγροτεμαχίων και των κατάλληλων εργαλείων (δορυφορικές εικόνες, λήψεις με drones κτλ.), τα οποία θα μπορούσαν να παρέχουν τελικά κάποια συμπεράσματα στον διαχωρισμού ενός αγροτεμαχίου που καλλιεργείται με ελιές σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ευρωπαϊκών κανονισμών βιολογικής γεωργίας, σε σύγκριση με αντίστοιχο που εφαρμόζονται μέθοδοι καλλιέργειας συμβατικής γεωργίας. Δηλαδή, στόχος ήταν η τεκμηρίωση ότι μία καλλιέργεια έχει τηρήσει και τηρεί τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Κανονισμών για τα βιολογικά προϊόντα με την χρήση της τηλεπισκόπησης, έτσι ώστε να αποφευχθεί η επίσκεψη γεωτεχνικών, ή πιο σωστά να γίνουν λιγότεροι και στοχευμένοι έλεγχοι στα αγροτεμάχια της εκμετάλλευσης.

Η επιτυχία αυτού του εργαλείου θα έχει άμεση εφαρμογή στην διευκόλυνση της πιστοποίησης όχι μόνο εντός των Ελληνικών συνόρων, αλλά όπου εφαρμόζεται η διαδικασία της πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων, δηλαδή σχεδόν σε ολόκληρο το κόσμο. Είναι βέβαιο ότι η ανάπτυξη και χρήση του εργαλείου, θα έχει δυνατότητα να βελτιώσει κατά πολύ τις διαδικασίες πιστοποίησης, σε προϊόντα που παράγονται υπαίθρια και ελέγχονται από επιθεωρητές, πολλές φορές με τελείως διαφορετική κουλτούρα και ανάγκες από τις δικές μας, με αποτέλεσμα τελικά να διαπιστώνονται αρκετά προβλήματα σε εισαγόμενα προϊόντα. Αυτό παρατηρείται σε προϊόντα που εισέρχονται από τις λεγόμενες Τρίτες Χώρες (αυτές που δεν ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά έχουν αποκτήσει το δικαίωμα να παράγουν και να εμπορεύονται βιολογικά προϊόντα στην Ευρωπαϊκή Ένωση κάτω

από συγκεκριμένες συνθήκες), σύμφωνα με τη κείμενη νομοθεσία μπορούν να παράγουν και να εμπορεύονται βιολογικά προϊόντα, εφόσον τηρούν κάποιες συγκεκριμένες απαιτήσεις, αφού υπάρχει πλέον συγκεκριμένος Ευρωπαϊκός Κανονισμός ΕΚ 1235/2008 (για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες) [4].

Με την παρούσα εργασία στον αρχικό σχεδιασμό ορίστηκε ότι θα υπάρξει επιτυχές αποτέλεσμα ακόμα και η διαπίστωση ότι και μόνο από την παρατήρηση των εικόνων θα μπορεί να ορίζεται ένας αυξημένος ή μειωμένος βαθμός επικινδυνότητας για την παρέκκλιση από την εφαρμογή των απαιτήσεων της νομοθεσίας κατά την καλλιέργεια ορισμένων αγροτεμαχίων (π.χ. ψεκασμοί με μη επιτρεπόμενα σκευάσματα ή εφαρμογή λιπασμάτων που δεν επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το κύριο κανονισμό βιολογικής γεωργίας ΕΚ 834/2008, άρθρο 27 [5, ρ. 17], ορίζεται ότι στα πλαίσια του εν λόγω κανονισμού. «η φύση και η συχνότητα των ελέγχων καθορίζονται βάσει εκτίμησης του κινδύνου εκδήλωσης παρατυπιών ή παραβάσεων όσον αφορά τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού. *Εν πάση περιπτώσει, όλες οι επιχειρήσεις, εξαιρουμένων των επιχειρήσεων χονδρικής πώλησης που διακινούν μόνον προσσκευασμένα προϊόντα και των επιχειρήσεων που πωλούν στον τελικό καταναλωτή ή χρήστη, υπόκεινται σε εξακρίβωση της συμμόρφωσης τουλάχιστον άπαξ ετησίως*». Με άλλα λόγια, από την νομοθεσία ορίζεται ότι πρέπει να υπάρχει ανάλυση επικινδυνότητας, χωρίς όμως να ορίζεται ο τρόπος. Αποτέλεσμα αυτού είναι κάθε κράτος να εξηγεί και να εφαρμόζει με διαφορετική προσέγγιση τέτοια σημεία του κανονισμού, ενώ τελικά κάθε φορέας πιστοποίησης να ορίζει ξεχωριστά τον τρόπο της ανάλυσης επικινδυνότητας. Συνεπώς, ένα πολύ σημαντικό σημείο βρίσκει τελικά διαφορετικές διευκρινήσεις. Η χρήση ενός εργαλείου τηλεπισκόπησης κάτω από συγκεκριμένες διαδικασίες φαίνεται ότι θα είναι η λύση μίας πρώτης αξιολόγησης του ρίσκου σε επιχειρήσεις πρωτογενούς παραγωγής.

Σήμερα, η πιστοποίηση των βιολογικών προϊόντων πραγματοποιείται με τη παρακολούθηση της καλλιέργειας των προϊόντων μέσω του επιτόπιου ελέγχου (τουλάχιστον μία φορά το έτος και λαμβάνοντας τουλάχιστον 5% δείγματα για ανάλυση στους ενταγμένους επιχειρηματίες κάθε φορέα ελέγχου και πιστοποίησης) κυρίως από γεωτεχνικούς (αλλά όχι πάντα απαραίτητα) και την αξιολόγηση των διαθέσιμων αρχείων που τηρούν οι εν λόγω μονάδες.

Η επίτευξη της εισαγωγής της τηλεπισκόπησης στις διαδικασίες ελέγχου και πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων, θα έχει ως αποτέλεσμα για πρώτη φορά να υπάρξει ένα εργαλείο που θα βοηθάει στην διεξαγωγή μίας αξιόπιστης ανάλυσης κινδύνου για κάθε καλλιέργεια και τελικά θα μπορέσουν να υπάρξουν περισσότεροι και στοχευμένοι επιτόπιοι έλεγχοι σε αυτούς τους επιχειρηματίες που θα κριθεί απαραίτητο (δηλαδή σε αυτούς που θα φανεί ότι υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος να μην ακολουθούν τις απαιτήσεις των κανονισμών). Αποτέλεσμα θα είναι:

- να δημιουργηθεί ένα περισσότερο αξιόπιστο σύστημα βιολογικής γεωργίας το οποίο θα έχει σημαντικά οφέλη τόσο για τους παραγωγούς που παράγουν σύμφωνα με τους εν λόγω κανονισμούς, όσο και για τους καταναλωτές των βιολογικών προϊόντων.
- για τους καταναλωτές να τονωθεί η αξιοπιστία προς τον κλάδο, κάτι που θα οδηγήσει στην κατανάλωση μεγαλύτερων ποσοτήτων βιολογικών προϊόντων, έτσι θα επιτευχθεί,
- να στηριχθούν οι παραγωγοί που καλλιεργούν πραγματικά και σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κανονισμών βιολογικής γεωργίας,
- το όφελος προς το περιβάλλον, καθώς θα μειωθούν οι άδικες μετακινήσεις των επιθεωρητών (άρα και η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, αλλά και οι χαμένες εργατοώρες, οι οποίες θα μπορέσουν να αξιοποιηθούν σε άλλες εργασίες), σε περιόδους και σε μονάδες που ούτως ή άλλως τηρούν τις απαιτήσεις των κανονισμών. Συνεπώς το βάρος των ελέγχων θα δοθεί σε επιχειρήσεις που το εργαλείο θα δείχνει ότι πιθανόν δεν ακολουθούν τις απαιτήσεις της νομοθεσίας.

Κατά τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας, τελικά διαπιστώθηκαν διάφορα προβλήματα λόγω της ύπαρξης παραλλακτικότητας στα αγροτεμάχια που καλλιεργούνται με ελιές στην Ελληνική περιφέρεια, λαμβάνοντας ως μέτρο σύγκρισης σύνολο αγροτεμαχίων που δόθηκαν από δύο παραγωγούς στην περιφέρεια του Αγίου Κωνσταντίνου Φθιώτιδας και Ροβιές, Ευβοίας, σε συνδυασμό με επίσημα στοιχεία που παρείχε ο «Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων» (ΟΠΕΚΕΠΕ), ενώ η επικοινωνία με ειδικούς στον

χώρο την βιολογικής γεωργίας οδήγησε στην επικοινωνία με επιστήμονες από το ερευνητικό κέντρο βιολογικής γεωργίας FIBL στην Ελβετία, οι οποίοι αποδέχτηκαν να παρέχουν δεδομένα για ένα μακροχρόνιο πείραμα που εφαρμόζεται στην Ελβετία από το 1974. Λαμβάνοντας λοιπόν δεδομένα από το εν λόγω πείραμα σε συνεργασία με τους καθηγητές Dr. Paul Maeder και Dr. Niggli Urs ξεκίνησε μία προσπάθεια εύρεσης δορυφορικών πολυφασματικών εικόνων που θα μπορούσαν να διαφοροποιήσουν το μέγεθος των πειραματικών αγροτεμαχίων, μεγέθους 5*20m. Έτσι, υπήρξε δυνατότητα να ληφθούν δωρεάν εικόνες από την Planet, με pixel 3*3m [6].

Τέλος, το παραδοτέο που θα ήταν ιδανικό να δημιουργηθεί αν όχι με την παρούσα εργασία σε δεύτερη φάση, είναι ένα λογισμικό ή κάποιοι αλγόριθμοι – ακολουθία που θα επεξεργάζεται τις εικόνες και θα δίνει βαθμούς επικινδυνότητας σε διαφορετικά αγροτεμάχια παραγωγών που πιστοποιούνται στο σύστημα βιολογικής γεωργίας.

1.1 Επισκόπηση Βιβλιογραφίας

Κατά την έναρξη της εργασίας πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις αγγλόφωνες δημοσιεύσεις που υπάρχουν. έτσι ώστε να εντοπιστούν αντίστοιχες εργασίες. σχετικές με την χρήση της τηλεπισκόπησης στον διαχωρισμό των βιολογικά και μη καλλιεργούμενων αγροτεμαχίων. Τελικά, παγκοσμίως εντοπίστηκαν μόλις τρεις δημοσιεύσεις. Η μία αφορά καλλιέργεια αμπέλου και τα άλλα δύο ετήσιες καλλιέργειες, ενώ εντοπίστηκε και μία εργασία μεταπτυχιακού διπλώματος. Συμπέρασμα είναι ότι η παρούσα εργασία αποτελεί κάτι που δεν έχει διερευνηθεί παγκοσμίως. Πιθανόν οι δυσκολίες που υπάρχουν στον εντοπισμό και τη σύγκριση των αγροτεμαχίων στην πραγματικότητα, καθώς δεν είναι ένα βιομηχανικό με συγκεκριμένη εικόνα. αποτελεί πιθανόν τους λόγους που δεν έχουν ακόμα εφαρμοστεί οι κανόνες της τηλεπισκόπησης με επιτυχία.

Παρόλα αυτά από την Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχει μία κατεύθυνση για να δημιουργηθούν βάσεις και υποδομές που θα προσφέρουν την υπηρεσία της βιολογικής πιστοποίησης με όσα μπορεί να διαθέσει η νέα τεχνολογία και η λήψη δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών στο ορατό ή μη μήκος κύματος.

Η βιολογική γεωργία έχει χάσει σημαντικούς υποστηρικτές, ενώ μέρος των παραγωγών που καλλιεργούν πραγματικά βιολογικά προϊόντα, υπάρχει πιθανότητα να μην έχουν δυνατότητα να ακολουθήσουν τον ανταγωνισμό από συναδέλφους τους που ενδεχομένως χρησιμοποιούν μη επιτρεπόμενες ουσίες και δεν μπορούν να ανιχνευτούν άμεσα από τις διαθέσιμες μεθόδους ελέγχου (λόγω υψηλού κόστους, ή συχνότητας που αυτές πραγματοποιούνται, ή ακόμα και λόγω της ευαισθησίας της διαθέσιμης μεθόδου). Έτσι, μία μέθοδος που θα μπορεί να προσφέρει μία ένδειξη για τα αγροτεμάχια που μπορεί να έχουν καλλιεργηθεί με συμβατικές μεθόδους παραγωγής, ενώ ο παραγωγός ισχυρίζεται ότι εφαρμόζει όλες τις μεθόδους, θα προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια στον καταναλωτή, αφού θα ενσωματωθεί στην ανάλυση ρίσκου (κάτι που απαιτείται πλέον από τους κανονισμούς βιολογικής γεωργίας) κάθε φορά πιστοποίησης και τελικά θα πραγματοποιεί επιπλέον επιθεωρήσεις σε παραγωγούς που τα αγροτεμάχιά τους φαίνεται ότι έχουν αποκλίνει της αποδεκτής μεθόδου καλλιέργειας, σύμφωνα με την προτεινόμενη μέθοδο τηλεπισκόπησης. Όχι μόνο αυτό, θα προσφέρει και στην προστασία του περιβάλλοντος, αφού αν τελικά η συγκεκριμένη ιδέα πετύχει να ξεχωρίσει τα βιολογικά καλλιεργημένα αγροτεμάχια και σταδιακά βελτιωθούν τα εργαλεία ανάλυσης και εφαρμογής, θα μπορέσουν να μειωθούν οι πραγματοποιούμενοι έλεγχοι ή να πραγματοποιούνται μέσω δορυφορικών εικόνων, με αποτέλεσμα οι έλεγχοι να γίνουν περισσότερο αντικειμενικοί και με μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση (λόγω των καυσίμων που καταναλώνονται για την μετακίνηση των ελεγκτών στα αγροτεμάχια των παραγωγών. Τέλος, ακόμα και κατά την επιθεώρηση, ο επιθεωρητής θα μπορεί να αξιολογεί εικόνες των αγροτεμαχίων από διαφορετικές ημερομηνίες και να μπορεί να διαπιστώνει αν υπάρχουν αποκλίσεις από τα μέσα βιολογικά.

Αρχική σκέψη είναι να βρεθούν διαφορές σε δείκτες όπως στον NDVI ή αντίστοιχες σχέσεις καναλιών μεταξύ βιολογικών και μη αγροτεμαχίων. Μακροπρόθεσμα η βελτίωση του τρόπου ανάλυσης των εικόνων, όπως και η χρήση περισσότερων εικόνων και ο έλεγχος ακόμα και των τρακτέρ που εισέρχονται σε ένα αγροτεμάχιο, θα μπορεί να συγκριθεί με το ημερολόγιο εργασιών του παραγωγού και τελικά να διαπιστωθεί κατά τον έλεγχο η πραγματική κατάσταση και η ορθότητα των καταγραφών στο ημερολόγιο από τον παραγωγό. Βέβαια αυτό φαίνεται ότι θα αποτελέσει έργο σε μελλοντικές εργασίες, αφού χρειάζεται να γίνεται ανάλυση και σύγκριση των διαφορών που υπάρχουν σε κάθε εικόνα (π.χ. όταν διέρχεται εκ νέου ο δορυφόρος από μία ορισμένη περιοχή κτλ.).

Η βιβλιογραφία που έχει εντοπιστεί είναι περιορισμένη και φαίνεται ότι αντίστοιχες προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερο σε ετήσιες καλλιέργειες, εκτός από μία περίπτωση, όπου το 2014 έγινε ανάλυση σε καλλιέργειες αμπέλου, με πολύ υψηλής ακρίβειας αποτελέσματα στην διαφοροποίηση βιολογικών καλλιεργειών από συμβατικές. Το 2014 πραγματοποιήθηκε το επιτυχές πείραμα στην Γαλλία, όπου βιολογικά καλλιεργούμενοι αμπελώνες μπόρεσαν να διαχωριστούν από συμβατικής καλλιέργειας με τηλεσκοπικές μεθόδους, με ακρίβεια 91% [1]. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι η χρήση χημικών, τα οποία χρησιμοποιούνται στις συμβατικές καλλιέργειες, τελικά επηρεάζουν την σύσταση των φύλλων και την δομή των κυττάρων, κάτι που καθίσταται σημαντικός

παράγοντας για να αποτυπωθεί χαρακτηριστικό φάσμα σε αυτά τα αμπέλια. Ωστόσο, αναφέρεται ότι και η συνεισφορά της βλάστησης μεταξύ των γραμμών συντελεί στην αποτύπωση διαφορετικής φασματικής υπογραφής στα βιολογικά αμπέλια (ωστόσο καταγράφεται ότι τελικά στην περιοχή που πραγματοποιήθηκε η μελέτη σε πολλά συμβατικά αγροτεμάχια υπήρχαν και εκεί ζιζάνια, συνεπώς δεν αποτελεί τον βασικό λόγο διαχωρισμού). Σύμφωνα με την εν λόγω μελέτη, αν υποθέσουμε ότι οι καλλιεργητικές φροντίδες είναι ίδιες (κλάδεμα, κτλ.) τότε οι διαφορές μεταξύ συμβατικών και βιολογικών έγκεινται σε δύο σημαντικούς παράγοντες τις χημικές εφαρμογές και την κάλυψη του εδάφους. Επίσης στην συγκεκριμένη μελέτη αναφέρεται ότι το υπέρυθρο είναι πολύ σημαντικό στον διαχωρισμό μεταξύ βιολογικών και συμβατικών αμπελώνων. Τέλος σημαντικό είναι ότι στον NDVI δεν διαπιστώθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο διαφορετικών τρόπων καλλιέργειας. αλλά όταν υπολογίστηκε ο NDVI με το εγγύς υπέρυθρο. τότε φάνηκαν κάποιες διαφορές.

Μία μελέτη που αναφέρεται σε ένα επιτυχές πείραμα στην διαφοροποίηση βιολογικών από μη καλλιεργειών βαμβακιού στην Αφρική, αφορά αγροτεμάχια με γενετικά τροποποιημένο βαμβάκι. Στο εν λόγω πείραμα λήφθηκε υπόψη ως σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης των βιολογικών αγροτεμαχίων το γεγονός ότι εφαρμόζονται βιολογικά λιπάσματα και κοπριά, με αποτέλεσμα να μην είναι η καλλιέργεια τόσο ομοιογενείς, όσο στις συμβατικές, ενώ πολύ σημαντικό είναι η απουσία χρήσης ζιζανιοκτόνων, συνεπώς υπάρχουν και ζιζάνια μέσα στην βιολογική καλλιέργεια. Τέλος καταγράφεται ότι η αντιμετώπιση των εντόμων και των ασθενειών και δεν είναι τόσο επιτυχής στα βιολογικά αγροτεμάχια, όσο και στα συμβατικά, με αποτέλεσμα η εικόνα των βιολογικών τεμαχίων με παρουσιάζει μεγαλύτερη παραλλακτικότητα. Συγκεντρωτικά, οι παράγοντες που αναφέρεται ότι διαφέρουν μεταξύ βιολογικών και συμβατικών είναι ότι το βιολογικό βαμβάκι έχει:

- α. μικρότερη φυλλική επιφάνεια,
- β. χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλληςII,
- γ. χαμηλότερου ύψους φυτά,
- δ. μεγαλύτερη ετερογένεια εντός της καλλιέργειας.

Ενώ για τον εντοπισμό των διαφορών, χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες με ακρίβεια 2.5m από τον SPOT 5 (colour mode με 2 A προεργασία) και άλλη μία εικόνα σε διαφορετική ημερομηνία με 10m στα κανάλια Πράσινο, Κόκκινο, NIR και SWIR. Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ARC GIS, e Cognition, R Software, ενώ όπως καταγράφεται η εν λόγω εργασία είναι η πρώτη προσέγγιση για την χρήση της τηλεπισκόπησης στην ταυτοποίηση ενός αγροτεμαχίου που καλλιεργείται με μεθόδους βιολογικής καλλιέργειας ή μη [7].

Στην μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Γερμανία με στόχο της διαπίστωση εάν οι δορυφόροι μπορούν να συμβάλουν στις διαδικασίες πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων [2], χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από τους δορυφόρους SPOT4, Kompsat-2, Landsat 5 TM, Chris-PROBA, Worldview-2 και αναλύθηκαν τρεις διαφορές μεταξύ βιολογικών και συμβατικών καλλιεργειών λόγω της διαφοροποίησης στο άζωτο των φυτών και την συγκέντρωση της Χλωροφύλλης II στην βιομάζα στα αγροτεμάχια. Επίσης, ελέγχθηκε η ετερογένεια που παρατηρείται εντός των βιολογικών καλλιεργειών, αλλά και η ύπαρξη ίχνων από την διέλευση των τρακτέρ, κάτι που είναι πολύ πιο σύνηθες στις συμβατικές καλλιέργειες, αντί των βιολογικών, αφού οι ελκυστήρες διέρχονται εντός των αγροτεμαχίων για να ψεκάσουν και οι ρόδες τους αφήνουν ίχνη στα αγροτεμάχια (και αυτά τα ίχνη μπορούν αν είναι εμφανή και από δορυφορικές εικόνες). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε αυτήν την έστω και περιορισμένη μελέτη, διαπιστώθηκε ότι οι δορυφορικές εικόνες μπορεί να έχουν πολύ μεγάλη αποτελεσματικότητα στην διάκριση των βιολογικών από τα συμβατικά αγροτεμάχια. Μάλιστα το ποσοστό διάκρισης κυμάνθηκε από 80 έως 100%. Συγκεκριμένα, οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- ο Green NDVI για τα κανάλια 931nm / 653 nm (από τον υπέρυθρο αισθητήρα του CHRIS-PROBA) είχε 100% αποτελεσματικότητα καθώς βρέθηκε ότι σχετίζεται με την Χλωροφύλλη II.
- Οι δείκτες χωρικής ετερογένειας έδειξαν 90-100% διαχωρισμό για τα βιολογικά αγροτεμάχια σίτου και καλαμποκιού. Σε υψηλής ανάλυσης όμως εικόνες ο δείκτης “object based spatial heterogeneity” μερικές φορές ήταν μεγαλύτερος, όπου όμως τα αποτυπώματα των ελαστικών των τρακτέρ είναι εμφανή.

- Τα αποτυπώματα των ελαστικών των τρακτέρ επιτρέπουν τον πλήρη διαχωρισμό βιολογικών αγροτεμαχίων σίτου, ενώ στο καλαμπόκι αυτό επιτυγχάνεται σε ποσοστό 60-80%.

1.2 Βιολογική Γεωργία

1.2.1 Στατιστικά Στοιχεία

Η βιολογική γεωργία έχει πλέον μπει στη ζωή όλων μας. καθώς περίπου 4% της καλλιεργούμενης αγροτικής έκτασης ακολουθεί τις πρακτικές της βιολογικής γεωργίας, λαμβάνοντας την αντίστοιχη πιστοποίηση. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τον αριθμό των βιοκαλλιεργητών σε κάθε Χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τις λεγόμενες Τρίτες Χώρες, από όπου μπορεί να γίνει εμπορία και διακίνηση βιολογικών προϊόντων. σύμφωνα με την Eurostat για τα έτη 2012 έως 2017.

Διαπιστώνεται ότι το 2016 μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 28 κρατών μελών υπήρχαν 295.577 αγρότες που καλλιεργούσαν σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Κανονισμών βιολογικής γεωργίας.

Αυτό σημαίνει ότι κάθε χρόνο απαιτείται τουλάχιστον μία επιθεώρηση ή 295.577 επιθεωρήσεις από κάποιον εκπρόσωπο φορέα πιστοποίησης στην μονάδα ή τα χωράφια ενός επιχειρηματία. Αν υποθέσουμε ότι ένας μέσος επιθεωρητής πραγματοποιεί 200 επιθεωρήσεις ανά έτος, τότε απαιτούνται 1478 επιθεωρητές βιολογικής γεωργίας οι οποίοι τελικά θα καλύψουν τουλάχιστον 8.867.310 χιλιόμετρα (αν υποθέσουμε ότι κατά μέσο όρο διανύουν 30 Km για κάθε επιθεώρηση) για να πραγματοποιήσουν επιτόπιους ελέγχους, κάτι που αντιστοιχεί σε 532.039 lt βενζίνης (για ένα μέσο αυτοκίνητο που καταναλώνει 6lt/100km καύσιμο) ή 798.058 € αν το κόστος καυσίμου είναι 1.5 €/lt.

Σε αυτά τα ποσά δεν έχουν υπολογιστεί οι υπόλοιποι παραγωγοί (π.χ. μόνο 65.000 στην Τουρκία), οι οποίοι τελικά θα ελέγχονται πολύ καλύτερα με ένα τέτοιο σύστημα ελέγχου.

Να σημειωθεί ότι η Ελλάδα το 2017 είχε 27.808 βιοκαλλιεργητές, έναν από τους μεγαλύτερους αριθμούς στην Ευρώπη, κάτι που ωστόσο δεν σημαίνει ότι έχουμε και τις μεγαλύτερες εκτάσεις με βιολογικές καλλιέργειες, μιας και η συγκεκριμένη καλλιέργεια βασίζεται επί των πλείστων στην επιδότηση των βιοκαλλιεργητών, οι οποίοι διαθέτουν στην κατοχή τους ιδιαίτερα μικρές εκτάσεις, ενώ τελικά πολλοί από αυτούς δεν ενδιαφέρονται να παράγουν αγροτικά προϊόντα, παρά μόνο να λαμβάνουν το ποσό της επιδότησης.

Χαρακτηριστικά, σε ένα από τα τελευταία προγράμματα επιδότησης ένας βιοκαλλιεργητής λάμβανε από 300 έως 900 €/ha κάθε έτος, ανάλογα με την καλλιέργεια που διέθετε για την επόμενη πενταετία ή τριετία.

Κράτος/Έτος	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ευρωπαϊκή Ένωση (EU6-1958. EU9-1973. EU10-1981. EU12-1986. EU15-1995. EU25-2004. EU27-2007. EU28-2013. EU27-2019)	-	257.123	257.641	271.349	295.577	-
Ευρωπαϊκή Ένωση - 28 μέλη	-	257.123	257.641	271.349	295.577	-
Βέλγιο	1.435	1.656	1.602	1.733	1.946	2.105
Βουλγαρία	2.754	3.854	3.893	5.919	6.964	-
Τσεχία	3.907	3.910	3.866	4.121	4.271	4.426

Δανία	2.651	2.563	2.538	2.984	3.306	3.637
Γερμανία (μέχρι το 1990 πρώην επικράτεια της FRG)	23.032	23.271	23.717	25.078	27.636	29.764
Εστονία	1.478	1.553	1.542	1.629	1.753	1.888
Ιρλανδία	-	1.351	1.275	1.710	1.765	1.725
Ελλάδα	23.448	21.986	20.186	19.604	20.197	27.808
Ισπανία	30.462	30.502	30.602	34.673	36.207	37.712
Γαλλία	24.425	25.467	26.466	28.884	32.266	36.691
Κροατία	1.413	1.608	2.043	3.061	3.546	4.023
Ιταλία	43.831	45.965	48.662	52.609	64.227	66.788
Κύπρος	719	746	743	1.032	1.174	1.175
Λάτβια	3.496	3.490	3.475	3.634	4.145	4.178
Λιθουανία	2.511	2.570	2.445	2.672	2.539	2.478
Λουξεμβούργο	-	83	79	88	93	103
Ουγγαρία	1.560	1.682	1.672	1.971	3.414	3.642
Μάλτα	12	9	10	11	14	13
Ολλανδία	1.658	1.650	1.457	1.475	1.557	1.696
Αυστρία	21.843	21.863	22.184	23.070	24.213	24.998
Πολωνία	25.944	26.598	24.829	22.277	22.435	20.257
Πορτογαλία	2.833	3.029	3.329	4.103	4.246	4.674
Ρουμανία	15.280	14.553	14.151	11.812	10.083	7.908
Σλοβενία	2.680	3.045	3.293	3.412	3.513	3.627
Σλοβακία	362	343	403	420	431	439
Φινλανδία	4.316	4.284	4.247	4.328	4.493	4.665
Σουηδία	5.599	5.584	5.406	5.605	5.741	5.801
Ηνωμένο Βασίλειο	4.273	3.908	3.526	3.434	3.402	3.479
Ισλανδία	33	-	33	36	35	30
Νορβηγία	2.590	2.452	2.232	2.113	2.083	2.070
Ελβετία	-	6.047	6.195	6.244	6.348	6.638
Μαυροβούνιο	-	-	-	222	280	308
Βόρεια Μακεδονία	-	276	331	460	509	-
Σερβία	202	201	215	264	286	-
Τουρκία	65.042	65.042	71.472	69.967	67.879	75.067

Πίνακας 1. Αριθμός Βιοκαλλιεργητών σε Ε.Ε. [8]

Κράτος/Έτος	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ευρωπαϊκή Ένωση (EU6-1958. EU9- 1973. EU10-1981. EU12-1986. EU15- 1995. EU25-2004. EU27-2007. EU28- 2013. EU27-2019)	10.015.993	10.070.639	10.315.169	11.105.856	11.935.317	12.560.189
European Union - 28 countries	10.047.896	10.070.639	10.315.169	11.105.856	11.935.317	12.560.189
Βέλγιο	59.718	62.471	66.704	68.818	78.452	83.508
Βουλγαρία	39.138	56.287	47.914	118.552	160.620	136.618

Τσεχία	468.670	474.231	472.663	478.033	488.591	496.277
Δανία	194.706	169.310	165.773	166.788	204.950	226.307
Γερμανία (μέχρι το 1990 πρώην επικράτεια της FRG)	959.832	1.008.926	1.033.807	1.060.291	1.135.941	1.138.272
Εστονία	142.065	151.164	155.560	155.806	180.852	196.441
Ιρλανδία	52.793	53.812	51.871	73.037	76.701	74.336
Ελλάδα	462.618	383.606	362.826	407.069	342.584	410.140
Ισπανία	1.756.548	1.610.129	1.710.475	1.968.570	2.018.802	2.082.173
Γαλλία	1.030.881	1.060.755	1.118.845	1.322.911	1.537.351	1.744.420
Κροατία	31.904	40.660	50.054	75.883	93.593	96.618
Ιταλία	1.167.362	1.317.177	1.387.913	1.492.571	1.796.333	1.908.570
Κύπρος	3.923	4.315	3.887	4.699	5.550	5.616
Λάτβια	195.658	185.752	203.443	231.608	259.146	268.870
Λιθουανία	156.539	165.885	164.390	213.579	221.665	234.134
Λουξεμβούργο	4.130	4.447	4.490	4.216	4.528	5.444
Ουγγαρία	130.607	130.990	124.841	129.735	186.322	199.683
Μάλτα	37	7	34	30	24	41
Ολλανδία	48.038	48.936	49.159	49.273	52.204	56.203
Αυστρία	533.230	526.689	525.521	552.141	571.423	620.656
Πολωνία	655.499	669.863	657.902	580.731	536.579	494.978
Πορτογαλία	200.833	197.295	212.346	241.375	245.052	253.786
Ρουμανία	288.261	286.896	289.252	245.924	226.309	258.471
Σλοβενία	35.101	38.664	41.237	42.188	43.579	46.222
Σλοβακία	164.360	157.848	180.307	181.882	187.024	189.148
Φινλανδία	197.751	204.810	210.649	225.235	238.240	258.672
Σουηδία	477.684	500.996	501.831	518.983	552.695	576.845
Ηνωμένο Βασίλειο	590.011	558.718	521.475	495.929	490.205	497.742
Ισλανδία	:	7.727	:	22.464	22.594	6.838
Νορβηγία	55.260	51.662	49.827	47.640	47.621	47.042
Ελβετία	121.013	127.282	133.002	136.287	141.249	150.491
Μαυροβούνιο	:	:	:	:	3.470	2.797
Βόρεια Μακεδονία	:	10.370	10.019	2.174	3.245	3.193
Σερβία	:	8.229	9.548	15.298	14.358	13.423
Τουρκία	:	474.766	515.817	518.499	533.218	567.936

Πίνακας 2. Χρησιμοποιούμενη Γεωργική Γη (ha) με Βιολογική Πιστοποίηση [8]

Περισσότερο χαρακτηριστική είναι η εικόνα που υπάρχει στην παγκόσμια αγορά από τα δεδομένα του FIBL και τηςIFOAM για το 2015-2016 και όπως τροποποιήθηκαν οι εκτάσεις [9]. Έτσι, βλέπουμε ότι υπάρχει κατά μέσο όρο μία αύξηση της τάξης του 83,5% κατά μέσο όρο και στις έξι Ηπείρους, με μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης την τελευταία δεκαετία στην Αυστραλία και την Αφρική όπου οι καλλιεργούμενες με βιολογικές πρακτικές εκτάσεις διπλασιάστηκαν. Χαρακτηριστικό είναι ότι στις Ηπείρους δεν συμπεριλαμβάνεται η Ανταρκτική, καθώς ο αγροτικός παραγωγικός τομέας είναι ελάχιστος, λόγω των ακραίων καιρικών συνθηκών.

Από την συγκεκριμένη ζήτηση και προσπάθεια για καλλιέργεια όλο και περισσότερων εκτάσεων βιολογικής γεωργίας συμπεραίνουμε ότι η ανάπτυξη ενός εργαλείου τηλεπισκόπησης κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική.

Region	Organic agr. land 2015 [ha]	Organic agr. land 2016 [ha]	1 year growth [ha]	1 year growth [%]	10 years growth [ha]	10 years growth [%]
Africa	1'682'788	1'801'699	+118'911	+7.1%	+939'348	+108.9%
Asia	3'965'289	4'897'837	+932'549	+23.5%	+1'995'140	+68.7%
Europe	12'663'914	13'509'146	+845'232	+6.7%	+5'717'098	+73.4%
Latin America	6'737'231	7'135'155	+397'924	+5.9%	+1'549'488	+27.7%
North America	2'973'885	3'130'332	+156'446	+5.3%	+837'975	+36.6%
Oceania	22'257'008	27'346'986	+5'089'977	+22.9%	+15'272'436	+126.5%
World*	50'276'260	57'816'759	+7'540'499	+15.0%	+26'307'088	+83.5%

Πίνακας 3. Γη Βιολογικής Γεωργίας Παγκοσμίως (συμπεριλαμβανομένης της υπό μετατροπή) ανά Ήπειρο: Ανάπτυξη 2015-2016 [9]

Table 12: Global market data: Retail sales and per capita consumption by region 2016

Region	Retail sales [Million €]	Per capita consumption [€]
Africa*	16	-
Asia	7'343	1.7
Europe	33'526	40.8
Latin America**	810	1.3
North America	41'939	117.0
Oceania	1'065	26.5
World	84'698	11.3

Πίνακας 4. Στοιχεία για το Διεθνές Εμπόριο: Λιανικές Πωλήσεις και ανά κάτοικο κατανάλωση σε κάθε Ήπειρο το 2016 [9]

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο Πίνακας 4 όπου διαπιστώνεται ότι τρόφιμα προστιθέμενης αξίας, αλλά και όπως αποδέχονται οι καταναλωτές, ποιοτικότερα της συμβατικής γεωργίας, αφού δεν έχουν υπολείμματα επικίνδυνων φυτοφαρμάκων, σε φτωχές χώρες όπως την Αφρική πωλούνται λιανικώς βιολογικά τρόφιμα αξίας 16 εκ. €, ενώ σχεδόν δεν καταναλώνονται καθόλου από τους μόνιμους κατοίκους. Αντιθέτως, στην Ευρώπη πωλούνται λιανικώς 33 δις €, ενώ η κατανάλωση κατά άτομο είναι 40,8€. Όχι μόνο αυτό, οι εξαγωγές που πραγματοποιούνται από την Αφρική αφορούν κυρίως πρώτες ύλες και όχι μεταποιημένα τρόφιμα, συνεπώς ο όγκος των τροφίμων που πωλείται είναι κατά πολύ μεγαλύτερος αυτών που πωλούνται συσκευασμένα σε πλούσιες χώρες της Ευρώπης ή της Αμερικής και πιθανόν είναι τρόφιμα που παράγονται από τις πρώτες ύλες της Αφρικής.

1.2.2 Φορείς Πιστοποίησης

Για να γίνει κατανοητή η σημασία της βελτίωσης του τρόπου διεξαγωγής επιθεωρήσεων, με περισσότερο στοχευμένους ελέγχους και πιο αποδοτική εργασία αρκεί να αναφέρουμε κάποια στατιστικά για τους Φορείς Πιστοποίησης [8]. Στην Ελλάδα λειτουργούν 13 φορείς πιστοποίησης βιολογικής γεωργίας, οι οποίοι προσλαμβάνουν κυρίως γεωτεχνικούς ως μόνιμο ή προσωπικό εξωτερικούς συνεργάτες. Σκοπός τους να πραγματοποιούν τις επιθεωρήσεις στις μονάδες και αφού ακολουθήσουν τις οδηγίες του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και του ΕΣΥΔ να τεκμηριώνουν την συμμόρφωση ή μη των μονάδων που ελέγχονται από αυτούς.

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται ορισμένα στατιστικά στοιχεία για την βιολογική γεωργία στην Ευρώπη. Διαπιστώνουμε ότι στην χώρα μας το 2016 καλλιεργούνται συνολικά 6,5% της καλλιεργούμενης έκτασης με βιολογικές καλλιέργειες, σχεδόν στο μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επιπλέον καλλιεργούνται συνολικά 11.9 εκατομμύρια εκτάρια σε ολόκληρη την Ευρώπη των 28 κρατών μελών, με:

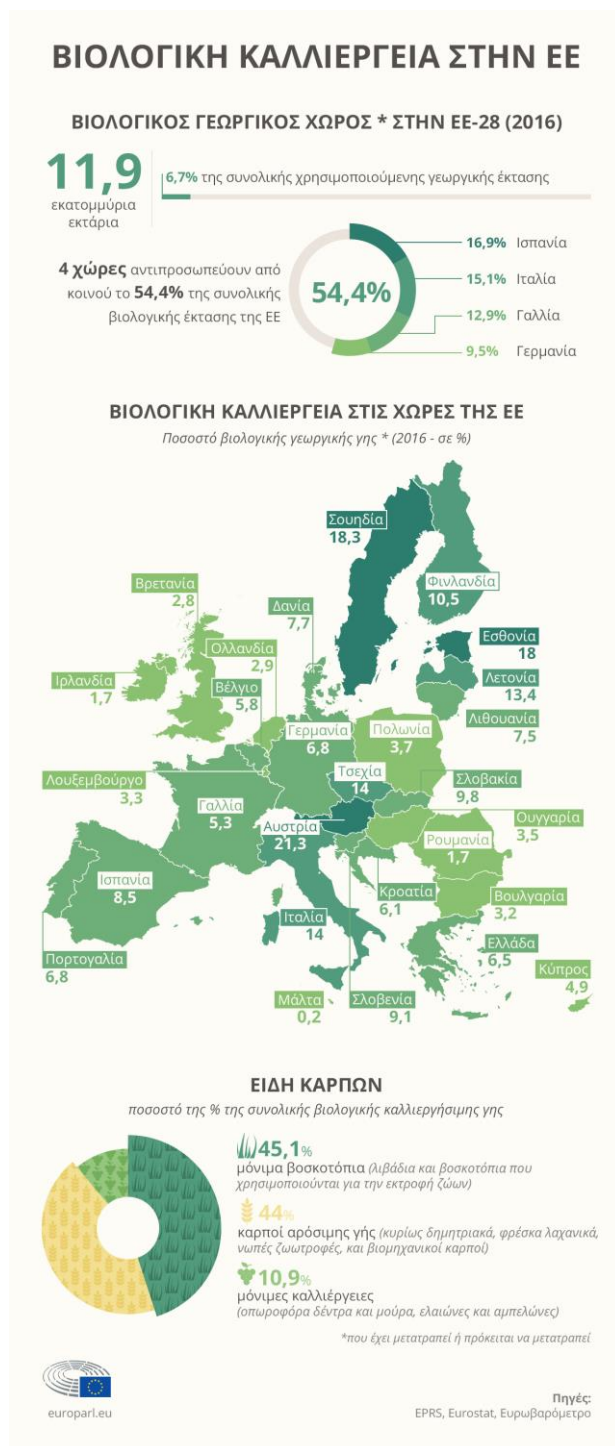
- 45,1% να αποτελεί μόνιμο βοσκοτόπια,
- 44% αροτραίες καλλιέργειες (δημητριακά, φρέσκα λαχανικά, νωπές ζωοτροφές, βιομηχανικά φυτά) και

- 10,9% μόνιμες καλλιέργειες (οπωροφόρα δένδρα, μούρα, ελαιώνες και αμπελώνες)

Η καλλιέργεια ενός αγροτεμαχίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κανονισμών βιολογικής γεωργίας,

έχει ως αποτέλεσμα την πιστοποίηση των προϊόντων ως βιολογικά, κάτι που προσδίδει προστιθέμενη αξία στον παραγωγό και τον μεταποιητή τους, ενώ επιβαρύνεται πολύ λιγότερο το περιβάλλον από την εφαρμογή χημικών λιπασμάτων και λοιπών αγροχημικών. Η προστιθέμενη αξία που προσδίδεται στα προϊόντα, χωρίς πολλές φορές να διαφέρουν σημαντικά και με γυμνό οφθαλμό από τα μη πιστοποιημένα, είναι και ο λόγος που απαιτείται ένας τρίτος (ο φορέας πιστοποίησης), ο οποίος πρέπει να διασφαλίσει ότι πιστοποιούνται μόνο τα προϊόντα που καλλιεργήθηκαν/δέχθηκαν χειρισμούς σύμφωνα με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας. Ωστόσο, αυτό έχει αρκετές δυσκολίες και χρειάζονται αρκετές μετακινήσεις από τους επιθεωρητές, μόνο και μόνο για να επισκεφθούν συνήθως μία φορά τον χρόνο κάποια εκμετάλλευση. Τελικά είναι αυτό αρκετό για να διασφαλιστεί ότι τα αγροτεμάχια δέχονται μόνο επεμβάσεις με επιτρεπόμενες ουσίες, όπως αυτές αναφέρονται στην κείμενη νομοθεσία?

Η Βιολογική Γεωργία είναι μία μέθοδος παραγωγής γεωργικών προϊόντων και εκτροφής ζώων, η οποία από το 2002, όπως ορίζει και ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός Ε.Κ. 2091/2002, απαιτείται να ακολουθεί τις διαδικασίες που θεσπίζει η αντίστοιχη Ευρωπαϊκή και Εθνική Νομοθεσία. Όπως αναφέρεται και στην Εικόνα 2 υπάρχουν ορισμένες βασικές αρχές που είναι η απουσία χρήσης χημικών φυτοφαρμάκων και προϊόντων θρέψης, όπως και η απαγόρευση αντιβιοτικών στα ζώα ως προληπτική χορήγηση, η απαγόρευση των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών και η απαίτηση για εναλλαγή καλλιεργειών κάθε έτος στα αγροτεμάχια, αφού έτσι υπάρχει δυνατότητα να μειωθούν τα προβλήματα με ασθένειες και έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος.



Εικόνα 1. Στατιστικά Στοιχεία για την Βιολογική Καλλιέργεια στην Ευρώπη [3]



Εικόνα 2. Τί είναι η βιολογική γεωργία [3]

Παρόλα αυτά ο κανονισμός (ΕΟΚ) 2078/92 με τίτλο «σχετικά με μεθόδους παραγωγής που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις προστασίας περιβάλλοντος καθώς και με τη διατήρηση του φυσικού χώρου» ήταν η αρχή θεσμοθέτησης πρακτικών όπως την βιολογική γεωργία από το 1992 [10].

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης [11] η Βιολογική Γεωργία είναι η μέθοδος γεωργικής παραγωγής που σκοπεύει να παραχθούν τρόφιμα με την χρήση φυσικών ουσιών και διαδικασιών. Αυτό σημαίνει ότι η βιολογική γεωργία τείνει να έχει περιορισμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα καθώς προάγει:

- Την υπεύθυνη χρήση ενέργειας και των φυσικών πηγών
- Τη διατήρηση της βιοποικιλότητας
- Την διατήρηση των τοπικών οικολογικών ισορροπιών
- Ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους
- Την διατήρηση της ποιότητας του νερού

Επιπλέον, οι κανόνες της βιολογικής γεωργίας προάγουν τα υψηλά πρότυπα για την ευημερία των ζώων και απαιτούν από τους παραγωγούς να τηρούν τις συγκεκριμένες ανάγκες συμπεριφοράς των ζώων.

Οι Ευρωπαϊκοί Κανόνες για την βιολογική γεωργία έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν ξεκάθαρη δομή για την παραγωγή των αγροτικών αγαθών σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτό έχει σκοπό να ικανοποιούνται οι καταναλωτές για ένα έμπιστο σύστημα παραγωγής βιολογικών προϊόντων, καθώς παρέχει μία δίκαιη αγορά για παραγωγούς, διανομείς και εμπόρους.

Σύμφωνα με την ίδια πηγή της Ευρωπαϊκής ένωσης [11], σημαντικό σημείο του κανονισμού είναι η «*Δημιουργία εμπιστοσύνης στην βιολογική γεωργία*». Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται, για να είναι δυνατόν οι παραγωγοί να λάβουν οφέλη από τις μεθόδους βιολογικής παραγωγής, οι καταναλωτές χρειάζεται να εμπιστευτούν ότι οι κανόνες που αφορούν την βιολογική παραγωγή τηρούνται. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή διατηρεί το αυστηρό σύστημα ελέγχου και επιβολής για να διασφαλίσει ότι οι βιολογικοί κανόνες και οι κανονισμοί ακολουθούνται όπως πρέπει. Καθώς η βιολογική παραγωγή είναι μέρος μίας μεγαλύτερης εφοδιαστικής αλυσίδας, η οποία συμπεριλαμβάνει την επεξεργασία των τροφίμων, την διάθεση και την λιανική πώληση, είναι σημεία επίσης ελέγχου.

Σε γενικές γραμμές οι απαιτήσεις για την καλλιέργεια ή εκτροφή των ζώων απαιτεί μειωμένες εισροές (θρεπτικές ουσίες, κτλ.) αλλά και τα εφαρμοζόμενα μέτρα φυτοπροστασίας, θρέψης κτλ., θα πρέπει να μην είναι χημικά αλλά φυσικά, κάτι που περιγράφεται πλήρως από τους Ευρωπαϊκούς

Κανονισμούς. Ομοίως με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς υπάρχει η νομοθεσία στην Αμερική από το αντίστοιχο υπουργείο (USDA/NOP), στον Καναδά (CARTV), σχετικά πιο πρόσφατα στην Κίνα, την Κορέα, την Αυστραλία και τις Άλλες Χώρες. Γενικά, επειδή η Ευρώπη, η Βόρεια Αμερική και ο Καναδάς είναι τα κέντρα κατανάλωσης των υψηλής προστιθέμενης αξίας πιστοποιημένων προϊόντων, τελικά η διαδικασία της παραγωγής των βιολογικών προϊόντων κατευθύνεται από τις απαιτήσεις των συγκεκριμένων Χωρών – Ηπείρων. Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας θα εστιαστούμε στην προσπάθεια ταυτοποίησης της βιολογικής παραγωγής ελαιοκαλλιέργειας σε αγροτεμάχια στην Ελληνική Περιφέρεια (σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Κανονισμών για τα βιολογικά προϊόντα) μέσω μεθόδων τηλεπισκόπησης, καθώς επίσης σε υφιστάμενο μακροχρόνιο πείραμα που συγκρίνει τις μεθόδους παραγωγής της Βιολογικής Γεωργίας, της Βιοδυναμικής Γεωργίας και της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης στο πείραμα που πραγματοποιείται στο Therwill της Ελβετίας από το ερευνητικό κέντρο FIBL.

1.2.3 Περιγραφή Συστήματος Βιολογικής Γεωργίας

Ο παραγωγός αιτείται σε έναν φορέα πιστοποίησης για την ένταξη στο σύστημα ελέγχου και πιστοποίησης βιολογικής γεωργίας.

Μετά από αυτό, εκδίδονται οι συμβάσεις μεταξύ του φορέα πιστοποίησης και του εν λόγω παραγωγού και δηλώνεται μοναδικός κωδικός αριθμός για τον παραγωγό στο αρχείο του φορέα.

Ο Φορέας γνωρίζει όλα τα δεδομένα για την επιχείρηση του παραγωγού, και ιδίως τα αγροτεμάχια που καλλιεργεί (βιολογικά και συμβατικά).

Επιπλέον σύμφωνα με την τρέχουσα νομοθεσία, πρέπει να πραγματοποιούνται τουλάχιστον ένας ετήσιος επιτόπιος έλεγχος στους παραγωγούς που έχουν συνάψει συμβάσεις με τους φορείς πιστοποίησης, καθώς επίσης να λαμβάνονται κάποια δείγματα προς ανάλυση, των οποίων ο αριθμός είναι 5% από τους ενταγμένους παραγωγούς σε κάθε φορέα πιστοποίησης.

1.2.4 Νομοθεσία Βιολογικής Γεωργίας

Η βιολογική γεωργία διέπεται από κάποιους κανονισμούς. Οι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί που πρέπει να ακολουθούν όσοι παράγουν και γενικά χειρίζονται βιολογικά προϊόντα αναφέρονται πιο κάτω [12]. [13].

Το 2007, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συμφώνησε σε έναν νέο κανονισμό τον 834/2007 [14], ο οποίος έθετε τις αρχές, τον σκοπό και τους γενικούς κανόνες βιολογικής παραγωγής, καθώς επίσης καθόρισε τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να επισημαίνονται τα βιολογικά προϊόντα. Ο παρών κανονισμός ισχύει και σήμερα, ενώ συμπληρώνεται επίσης από πολλές εκτελεστικές πράξεις της Επιτροπής σχετικά με την παραγωγή, τη διανομή και την εμπορία βιολογικών προϊόντων. Όλες αυτές οι νομοθετικές πράξεις είναι η νομική βάση που διέπει τη δυνατότητα για τα αγαθά να μπορούν να επισημανθούν ως βιολογικά εντός της Ε.Ε.. συμπεριλαμβανομένων αυτών που έχουν εισαχθεί από χώρες εκτός της Ε.Ε.. Επιπλέον, οι Κανονισμοί καθορίζουν πώς και πότε το Σήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί (Εικόνα 3). Υπάρχουν όμως και άλλοι κανονισμοί που διέπουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για τις υδατοκαλλιέργειες και την παραγωγή οίνου.



Εικόνα 3. Ευρώφυλλο. το σήμα της Ε.Ε. για τα βιολογικά προϊόντα

Οι σημαντικότεροι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί είναι:

- Κανονισμός 834/2007 για την βιολογική παραγωγή και επισήμανση των βιολογικών προϊόντων [14].
- Κανονισμός 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την

επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων [5].

- Κανονισμός 1235/2008 για τους κανόνες που αφορούν την εισαγωγή βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες [4].
- Κανονισμός 203/2012 για την θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά λεπτομερείς κανόνες για τους βιολογικούς οίνους.
- Κανονισμός 710/2009 για την εφαρμογή του 834/2007 στα ζώα υδατοκαλλιέργειας και τα φυκών.

Τέλος, κάθε κράτος μέλος έχει τη δική του νομοθεσία που εφαρμόζει το κοινοτικό δίκαιο, καθώς κάποια σημεία στην εφαρμογή των Ευρωπαϊκών κανονισμών μπορεί να είναι ανοιχτά και αν διαφέρουν από κράτος σε κράτος, παρότι η Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί είναι αυτόματα και νομοθεσία των κρατών μελών.

Έτσι, η Ελλάδα εφαρμόζει την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία βιολογικών προϊόντων κυρίως με την Υπουργική Απόφαση «ΥΑ αριθμ.2543/103240/03-10-2017(ΦΕΚ Β'3529/09-10-17)» [15]. Αντίστοιχα υπάρχουν και άλλες αποφάσεις που έχουν εκδοθεί κατά καιρούς. Στην εν λόγω απόφαση συμπεριλαμβάνονται οι απαιτήσεις για την ενσωμάτωση των Ευρωπαϊκών Κανονισμών στην Ελληνική Νομοθεσία. Έτσι, στην Ελλάδα κάθε φορέας ελέγχου και πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων πρέπει να πραγματοποιεί τους σχετικού ελέγχους και να τηρεί τα απαιτούμενα αρχεία τόσο εγγράφως (π.χ. συμβάσεις με τους παραγωγούς – ελεγχόμενους), όσο και να καταχωρούνται δεδομένα σχετικά με τις επιθεωρήσεις στην Ηλεκτρονική Βάση του Υπουργείου Γεωργίας

1.2.5 Περιγραφή Λειτουργίας του Συστήματος Πιστοποίησης

Χαρακτηριστικό είναι ότι σε ένα σύστημα ελέγχου πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων υπάρχει μία αλυσίδα εμπλεκόμενων, οι οποίοι δέχονται ελέγχους σε διάφορα επίπεδα. Έτσι, το βιολογικό προϊόν ξεκινάει από τον αγρότη ή τον κτηνοτρόφο, οι οποίοι ελέγχονται από έναν ιδιωτικό φορέα πιστοποίησης, τουλάχιστον μία φορά το έτος με επιτόπιο έλεγχο, ενώ λαμβάνονται κατά καιρούς και δείγματα από τα προϊόντα τους είτε στην αποθήκη ή στο χωράφι από φυτικούς ιστούς.

Στη συνέχεια τα προϊόντα αν δεν πουληθούν απ' ευθείας από τους παραγωγούς στους καταναλωτές, θα μεταποιηθούν, συσκευαστούν, αποθηκευτούν και διατεθούν. Όλες αυτές οι επιχειρήσεις που θα διαχειριστούν τα προϊόντα πρέπει να πιστοποιηθούν ομοίως από έναν φορέα πιστοποίησης. Πολλές φορές τον ίδιο ή αντίστοιχο που θα έχει εγκριθεί από τις αρμόδιες κρατικές αρχές.

Ο Φορέας Πιστοποίησης στην περίπτωση της Ελλάδας ελέγχεται με τη σειρά του από το Υπουργείο Γεωργίας [16] και το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ) [17] για το ISO 17065. Ο έλεγχος πραγματοποιείται στα αρχεία των φορέων πιστοποίησης, αλλά και στον τρόπο που πραγματοποιούν οι επιθεωρητές τους ελέγχους, ή γίνεται διασταυρωτικός έλεγχος κάποιων επιθεωρήσεων που έχουν ήδη πραγματοποιήσει, κάνοντας επιπλέον ελέγχους.

Στη συνέχεια, το Υπουργείο Γεωργίας θα ελεγχθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή από ειδικά κλιμάκια, ενώ το ΕΣΥΔ από αντίστοιχες υπηρεσίες σε άλλα κράτη μέλη, οι οποίες θα ελέγξουν αν κάνουν σωστά τους ελέγχους. Συνεπώς μιλάμε για ένα σύστημα που αυτοελέγχεται σε όλα τα επίπεδα και αργά ή γρήγορα αν υπάρξουν ελλείψεις εντοπίζονται στο επόμενο επίπεδο και υπάρχουν οι ανάλογες κυρώσεις για να βελτιωθούν οι διαδικασίες και το σύστημα ελέγχου και πιστοποίησης, άρα και οι διαδικασίες παραγωγής, όπου αυτό απαιτείται.

1.2.6 European Court of Auditors

Ο Θεσμός του European Court of Auditors έχει παρέμβει και έχει ελέγξει την διαδικασία παραγωγής και πιστοποίησης των βιολογικών προϊόντων, έτσι ώστε να διαπιστώσει τις ελλείψεις, πιθανές παρατυπίες στα κράτη μέλη ή άλλα προβλήματα που υπάρχουν.

Μάλιστα στην πρόσφατη ειδική αναφορά η οποία αφορούσε τη βιολογική γεωργία και είχε θέμα «το σύστημα ελέγχου για τα βιολογικά προϊόντα έχει βελτιωθεί, αλλά μερικές προκλήσεις παραμένουν» [18]. Οι προτάσεις του σώματος των επιθεωρητών προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή με στόχο το 2020 αφορούν γενικά τα σημεία:

- Να παρακολουθηθούν οι αδυναμίες που εντοπίστηκαν στο σύστημα ελέγχου των Κρατών Μελών που ελέγχθηκαν.
- Να γίνει καλύτερη εργασία στην εναρμόνιση του όρου των παρατυπιών και παραβάσεων και τα αντίστοιχα μέτρα κυρώσεων. μέσω συζήτησης με τα Κράτη Μέλη και την υιοθέτηση των εκτελεστικών πράξεων.
- Να παρέχουν οδηγίες στις αρμόδιες αρχές για να βελτιώσουν τις αναφορές τους. για παράδειγμα μέσω της παρουσίασης των κενών πληροφοριών στις ετήσιες αναφορές τους.

Σε γενικές γραμμές δεν εντοπίστηκαν σημαντικά προβλήματα στην Χώρα μας, αλλά σε άλλες γειτονικές γίνονται εκτεταμένες αναφορές και αυτό διαπιστώνεται ξεκάθαρα σε όσους εργάζονται στον συγκεκριμένο χώρο, αφού σε Βαλκανικές Χώρες που εντοπίστηκαν προβλήματα το European Court of Auditors, τα Υπουργεία έχουν γίνει ιδιαίτερα αυστηρά ως προς την λειτουργία των Φορέων Πιστοποίησης.

Η σημασία που δίνουν κυρίως στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την διασφάλιση της ποιότητας των βιολογικών τροφίμων διαπιστώνεται και από μία πρόσφατη ενέργεια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σε συνεργασία με την Eurorol για την οργάνωση δράσεων όσο αφορά τα βιολογικά προϊόντα, στα πλαίσια της επιχείρησης OPSON VIII. Ο σκοπός αυτής της επιχείρησης είναι να προστατευτεί η φήμη του ευρωπαϊκού λογότυπου βιολογικής γεωργίας και να διασφαλιστεί η εμπιστοσύνη των Ευρωπαίων καταναλωτών. Αναφέρεται ότι είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η απάτη στα βιολογικά δεν αντικατοπτρίζει κινδύνους στην ασφάλεια των τροφίμων. Αντιθέτως αν εντοπιστεί κάποια «απάτη», τα προϊόντα που είναι μη συμμορφούμενα με τους σχετικούς κανονισμούς υποβιβάζονται και πωλούνται ως συμβατικά [19].

Η πιο πάνω ανακοίνωση αναφέρεται ότι στοχεύει στην αναγνώριση των κρίσιμων σημείων μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα και να εστιάσει μέσα στις σύνθετες διεθνείς εφοδιαστικές αλυσίδες διακίνησης βιολογικών προϊόντων. Επίσης, διερευνήθηκαν υποψίες για απάτη, στοχευμένη εσφαλμένη πιστοποίηση, επικεντρωμένη σε τρόφιμα και ζωοτροφές σε σημαντικές ποσότητες, η πλειοψηφία εισάχθηκε και προοριζόταν για διανομή με σήμανση του Ευρωπαϊκού Λογότυπου για τα βιολογικά προϊόντα.

Αποτέλεσμα αυτής της δράσης ήταν να ξεκινήσει πλήθος διοικητικών και ποινικών διαδικασιών, να κατασχεθούν προϊόντα, άνθρωποι να συλληφθούν και επιχειρηματίες να λάβουν κυρώσεις. Οι έρευνες βρίσκονται ακόμα σε εξέλιξη και περισσότερα αποτελέσματα αναμένονται τους επόμενους μήνες.

Η αυξανόμενη ζήτηση για βιολογικά προϊόντα τα τελευταία έτη, όπως και το ταχέως αυξανόμενο μερίδιο της βιολογικής παραγωγής και της λιανικής διάθεσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δημιουργεί αυξανόμενους κινδύνους για την ακεραιότητα της αλυσίδας εφοδιασμού των βιολογικών τροφίμων.

1.2.7 Βιοδυναμική Γεωργία



PRODUCTION STANDARDS

FOR THE USE OF DEMETER,
BIODYNAMIC[®] AND RELATED
TRADEMARKS

Εικόνα 4. Πρότυπα της Βιοδυναμικής Γεωργίας [20]

Η Βιοδυναμική Γεωργία βασίζεται στη φιλοσοφία του Whitsun Rudolf Steiner, ο οποίος στο Koberwirtz της Σιλεσίας πραγματοποίησε οχτώ διαλέξεις με τίτλο «Πνευματικά θεμέλια για την ανανέωση της γεωργίας». Η προέλευσή της έγκειται στο αγροτικό μάθημα του Rudolf Steiner το 1924. Ο Πειραματικός Κύκλος των Ανθρωποσοφικών Αγροτών εξέτασε αμέσως τις ενδείξεις του Steiner στην καθημερινή γεωργική πρακτική και τρία χρόνια αργότερα ιδρύθηκε ο Συνεταιρισμός για την εμπορία βιοδυναμικών προϊόντων.

Η βιοδυναμική μονάδα αποτελεί μία ολιστική προσέγγιση της γεωργίας στην οποία η ζωτικότητα έχει την ύψιστη προτεραιότητα. Οι βιοδυναμικοί αγρότες επιστρέφουν περισσότερο στο έδαφος από ό, τι αφαιρούν στη διαδικασία καλλιέργειας και ζώων και η εκμετάλλευση θεωρείται οργανισμός στον οποίο τα φυτά, τα ζώα και τα ανθρωπίνα όντα είναι ενσωματωμένα μεταξύ τους.

Το 1928 δημιουργήθηκε το σήμα της Demeter και διατυπώθηκαν τα πρώτα πρότυπα για τον ποιοτικό έλεγχο της Demeter. Σε μία οροσειρά του Μεξικού, στις δυτικές πλαγιές της Sierra Madre, ο Rodolfo και ο Walter Peters ξεκινούν την πρώτη βιοδυναμική καλλιέργεια καπνού στο Finca Irlanda στο Chipas, που εξακολουθεί να καλλιεργείται βιοδυναμικά και σήμερα.

Σήμερα, έχουν περάσει 21 χρόνια από την Δημιουργία της Demeter International, η οποία αντιπροσωπεύει περισσότερους από 5.000 Demeter παραγωγούς με περισσότερα από 180.000 εκτάρια σε 54 Χώρες. Η Ελλάδα είναι μία από αυτές με την ύπαρξη δύο Ελληνικών Φορέων πιστοποίησης να έχουν πάρει την έγκριση να πραγματοποιούν επιθεωρήσεις για τα εν λόγω πρότυπα [20]. Αναφέρονται ως πρότυπα, καθώς ο τρόπος καλλιέργειας και κατεργασίας των προϊόντων βασίζεται σε επικαιροποιημένα πρότυπα από την Demeter International, τα οποία είναι παρεμφερή της αντίστοιχης νομοθεσίας αλλά ελέγχονται από έναν ιδιωτικό φορέα και ελέγχονται από αυτόν [21], [22].

Η σημαντική διαφορά της βιοδυναμικής γεωργίας από την συμβατική είναι ότι η βιοδυναμική μέθοδος επιχειρεί να λειτουργήσει με τις δυναμικές ενέργειες στη φύση και όχι μόνο με τις υλικές ανάγκες της. Για παράδειγμα υπάρχει στόχος να αξιοποιηθούν οι κοσμικοί ρυθμοί της φύσης, δηλαδή η καλλιέργεια, η σπορά και η συγκομιδή προγραμματίζονται, αν είναι δυνατόν, σε ευνοϊκές μέρες.

Είναι σημαντικό ότι φυτοφάγα ζώα πρέπει να υπάρχουν στις αροτραίες καλλιέργειες. Οι ζωτροφές πρέπει να λαμβάνονται κυρίως από την μονάδα (τουλάχιστον 90% των ζωτροφών των μηρυκαστικών πρέπει να προέρχεται από Βιοδυναμική παραγωγή και τουλάχιστον 50% από την μονάδα). Αποκλείονται οι συμβατικές ζωτροφές.

Εκτός αυτού στη βιοδυναμική γεωργία χρειάζεται να γίνεται χρήση κόκαλων με έναν ιδιαίτερο τρόπο. Τα κόκκαλα είναι όπως τα ράμφη κάνουν τα κοτόπουλα και είναι πολύ σημαντικά όργανα για τις αγελάδες. Έχουν μία επιρροή στην ισορροπία της ενέργειας των ζώων και στην απόδοση της διεργασίας της κομποστοποίησης, η οποία στη συνέχεια έχει αποφασιστική επίδραση στην ποιότητα της κοπριάς.

Επιπλέον είναι απαραίτητη ολόκληρη μία μονάδα να έχει μετατραπεί σε βιοδυναμική και ο διευθυντής ή αγρότης να μην ασχολείται και σε άλλες συμβατικές μονάδες, αλλά να διαθέτει και να εφαρμόζει τις ιδέες της βιοδυναμικής γεωργίας.

Η παράλληλη παραγωγή ιδίων ποικιλιών καλλιεργειών σε χωράφια σε Demeter σε μετατροπή και σε πλήρως Βιοδυναμικά είναι κάτι που δεν επιτρέπεται.

Αναφορικά με την λίπανση, η ποσότητα του Αζώτου που μπορεί να έχει χρησιμοποιηθεί σε κάθε στρέμμα περιορίζεται στα 112kg στις αροτραίες καλλιέργειες. Αυτό όμως πρέπει να προέρχεται από κομποστοποιημένη κοπριά που παράγεται στην μονάδα. Όλα τα βιολογικά λιπάσματα (κοπριά, κομποστ κτλ) πρέπει να λαμβάνουν τα βιοδυναμικά παρασκευάσματα, ενώ δεν επιτρέπεται το αίμα.

Τα βιοδυναμικά παρασκευάσματα δημιουργούνται από θεραπευτικά φυτά, ορυκτά (κρύσταλλοι πυριτίου) και κοπριά αγελάδας και ψεκάζονται πάνω στη γη ή εισέρχονται στο κομπόστ. Σκοπός είναι η προαγωγή της ανάπτυξης των ριζών και της ζωής στο έδαφος, καθώς επίσης για την ενίσχυση των φυτών. Μικρές ποσότητες των ψεκαζόμενων παρασκευασμάτων αναδεύονται για μία ώρα πριν την εφαρμογή τους στα χωράφια. Η διαδικασία, παράλληλα με την δυναμική των ομοιοπαθητικών φαρμάκων επουλώνει τη γη.

Στη βιοδυναμική γεωργία δεν επιτρέπεται η χρήση χαλκού στις ετήσιες καλλιέργειες, ενώ ένα μέγιστο 75% τύρφης στα υποστρώματα του πολλαπλασιαστικού υλικού επιτρέπεται, ενώ τουλάχιστον 25% των μειγμάτων πρέπει να αποτελείται από επεξεργασμένο με βιοδυναμικά παρασκευάσματα κόμποστ.

Τελικά, η χρήση των παρασκευασμάτων Βιοδυναμικού κομπόστ χρειάζονται και συμβάλλουν σε μία καλύτερη ζύμωση και ωρίμανση της κοπριάς.

Επιπλέον οι σπόροι χρησιμοποιούνται στις βιοδυναμικές καλλιέργειες πρέπει να βιοδυναμικοί ή βιολογικοί, ενώ οι συμβατικοί σπόροι απαιτείται να μην έχουν δεχτεί εφαρμογή από αγροχημικά που συνήθως επικαλύπτουν τους συμβατικούς σπόρους για να τους προστατέψουν από μύκητες και έντομα.

Προτεραιότητα δίνεται στην καλλιέργεια ποικιλιών φυτών με υψηλή ζωτικότητα. Η χρήση της κατάλληλης ποικιλίας είναι πολύ σημαντική και τελικά οδηγεί σε προϊόντα διατροφής υψηλής θρεπτικής ποιότητας. Οι σπόροι στα προγράμματα αναπαραγωγής προέρχονται εν μέρει από παλιές, τοπικές ποικιλίες, ενώ απαγορεύεται η χρήση γενετικής τροποποιημένων σπόρων ή μεθόδων αναπαραγωγής.

Η βιοδυναμική γεωργία σχετίζεται με τις κοσμικές δυνάμεις και στο μέτρο του εφικτού, τηρούνται κάποιες διαδικασίες που λαμβάνονται υπόψη το φεγγάρι και οι πλανήτες, καθώς αυτά επηρεάζουν την ανάπτυξη των ριζών, των φύλλων, των λουλουδιών και των φρούτων, ακριβώς όπως οι φάσεις του φεγγαριού επηρεάζουν τις παλίρροιας.

Η επεξεργασία των προϊόντων είναι σημαντική για να διατηρηθεί η ποιότητα των προϊόντων μέχρι την κατανάλωση από τους ανθρώπους, έτσι η ποιότητα των προϊόντων πρέπει να διατηρείται στα μεταποιημένα προϊόντα με την εφαρμογή των κατάλληλων μεθόδων επεξεργασίας και συντήρησης. Η εσωτερική ποιότητα μπορεί να μετρηθεί με τις λεγόμενες μεθόδους σχηματισμού εικόνας. Μέθοδοι όπως η ομογενοποίηση του γάλακτος δεν επιτρέπεται, ενώ για τα επιτρεπόμενα πρόσθετα κατά την μεταποίηση των τροφίμων υπάρχει κατάλογος των επιτρεπόμενων (π.χ. δεν επιτρέπονται τα νιτρώδη άλατα στη συντήρηση και επεξεργασία κρέατος και για προσθήκη αρωμάτων επιτρέπονται μόνο καθαρά εκχυλίσματα καθώς και βιολογικά πιστοποιημένα βότανα και μπαχαρικά.

Τέλος, η βιοδυναμική γεωργία λαμβάνει υπόψη κάποια επιπλέον στοιχεία όπως την κοινωνική εργασία ενώ υπάρχει και πολιτική εκπροσώπηση με ένα γραφείο στις Βρυξέλες, το οποίο βρίσκεται σε συνεχή επαφή με την επιτροπή της Ευρωπαϊκή Ένωσης [23].

1.2.8 Συμβατική Γεωργία και Γεωργία Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (IPM)

Σήμερα η καλλιέργεια των χωραφιών διέπεται κάτω από συγκεκριμένους κανόνες για τον τρόπο παραγωγής, καθώς κάθε αγρότης είναι υποχρεωμένος να τηρεί ελάχιστες απαιτήσεις για την ασφάλεια του τελικού προϊόντος προς τον καταναλωτή, αλλά και πρέπει να μεριμνά για την προστασία του περιβάλλοντος, τουλάχιστον στην Ευρώπη και άλλες ανεπτυγμένες χώρες.

Η αποδοτική παραγωγή φυτών προϋποθέτει την χρήση αγροχημικών για την θρέψη και την προστασία των φυτών και των προϊόντων που θα καταναλώσουμε, τόσο για την λήψη όλων των απαιτούμενων θρεπτικών στοιχείων που θα βοηθήσουν στην ανάπτυξή τους, όσο και για την προστασία ή και θεραπεία τους από μύκητες, έντομα ή άλλους εχθρούς. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται ορυκτά ή χημικά μέσα λίπανσης, οργανικά και μη προϊόντα για την προστασία των φυτών.

Είναι πλέον γεγονός ότι η λανθασμένη και πολλές φορές υπερβολική χρήση των γεωργικών εισροών έχει αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον και τους καταναλωτές. Για αυτόν τον λόγο, έχει θεσπιστεί με νόμο ότι οι καλλιέργειες θα πρέπει να δηλώνονται μέχρι τις 15 Μαΐου κάθε έτους στον ΟΠΕΚΕΠΕ.

Η διαχείριση των συστημάτων καλλιέργειας βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι πρακτικές γεωργίας και διαχείρισης των καλλιεργειών επέδειξαν βαθιές αλλαγές, επιτρέποντας την επέκταση των καλλιεργούμενων περιοχών, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα έναν αποτελεσματικό έλεγχο των πληθυσμών των ασθενειών και των ασθενειών. Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (ή φυτοφάρμακα) αποτελούν μέρος αυτών των πρακτικών διαχείρισης και ο κατάλογος των προϊόντων που διαθέτουν οι αγρότες ακολούθησε μια παράλληλη εξέλιξη για να ανταποκριθεί στις προσδοκίες των αγροτών όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια, αλλά και τις προσδοκίες του κοινού. Το κανονιστικό πλαίσιο που διέπει τη διάθεση φυτοφαρμάκων στην αγορά, καθώς και οι πτυχές της χρήσης τους, αντικατοπτρίζουν αυτές τις αλλαγές και διαμορφώνουν τις συνθήκες χρήσης τους με βιώσιμο τρόπο. Ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1107/2009 [24] αφορά τη διάθεση φυτοφαρμάκων στην αγορά, αποδεικνύοντας ότι η χρήση τους συμμορφώνεται με καθορισμένους στόχους προστασίας που εγγυώνται υψηλό επίπεδο ασφάλειας για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η οδηγία 2009/128 / ΕΚ [25] που ονομάζεται επίσης "Οδηγία για την αειφόρο χρήση" επεκτείνει το σύνολο των μέτρων τα οποία, από την εκπαίδευση και την πιστοποίηση των χρηστών έως τον έλεγχο μηχανών εφαρμογής και την ανάπτυξη αποτελεσματικών εναλλακτικών μεθόδων, επεξεργάζονται, διαδικασία [26].

Γενικές αρχές της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας, σύμφωνα με την οδηγία 2009/128/ΕΚ είναι:

1. Η πρόληψη ή/και η εξάλειψη των επιβλαβών οργανισμών πρέπει να επιτυγχάνεται ή να υποστηρίζεται, μεταξύ άλλων επιλογών, ιδίως με:

- αμειψισπορά,
- χρήση κατάλληλων τεχνικών καλλιέργειας (π.χ., προετοιμασία σποροκλινής με σκοπό το σπάσιμο του ληθάργου των σπόρων των ζιζανίων και την καταπολέμησή τους, ημερομηνίες και πυκνότητες σποράς, συγκαλλιέργεια με εδαφοκάλυψη, άροση συντήρησης, κλάδεμα και άμεση σπορά),
- χρήση, όπου απαιτείται, ανθεκτικών/ ανεκτικών ποικιλιών και τυποποιημένου/πιστοποιημένου υλικού σποράς και φύτευσης,
- χρήση ισορροπημένων πρακτικών λίπανσης, ασβέστωσης και άρδευσης/αποστράγγισης,
- παρεμπόδιση της διάδοσης επιβλαβών οργανισμών με μέτρα υγιεινής (π.χ. με τακτικό καθαρισμό των μηχανημάτων και του εξοπλισμού),
- προστασία και ενίσχυση σημαντικών επωφελών οργανισμών, π.χ. με κατάλληλα μέτρα φυτοπροστασίας ή τη χρήση οικολογικών υποδομών εντός και εκτός των χώρων παραγωγής.

2. Οι επιβλαβείς οργανισμοί πρέπει να παρακολουθούνται με κατάλληλες μεθόδους και εργαλεία, εφόσον υπάρχουν. Στα κατάλληλα αυτά εργαλεία πρέπει να περιλαμβάνονται επιτόπιες παρατηρήσεις καθώς και συστήματα επιστημονικώς ορθής προειδοποίησης, πρόβλεψης και έγκαιρης διάγνωσης, εφόσον είναι εφικτό, καθώς και η αξιοποίηση συμβουλών από συμβούλους με επαγγελματική κατάρτιση.

3. Με βάση τα αποτελέσματα της παρακολούθησης, ο επαγγελματίας χρήστης πρέπει να αποφασίζει αν και πότε πρέπει να εφαρμόσει μέτρα φυτοπροστασίας. Άριες και επιστημονικά ορθές τιμές κατωτέρων ορίων είναι βασική προϋπόθεση για τη λήψη αποφάσεων. Για τους επιβλαβείς οργανισμούς, πριν από τις εφαρμογές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα επίπεδα κατωτέρων ορίων επέμβασης που έχουν καθοριστεί για την περιοχή, τις συγκεκριμένες εκτάσεις, τις καλλιέργειες και τις ειδικές κλιματολογικές συνθήκες, εφόσον είναι εφικτό.

4. Ορθολογικές βιολογικές, φυσικές και άλλες μέθοδοι χωρίς χημικά μέσα πρέπει να προτιμούνται από τις μεθόδους με χημικά μέσα, εφόσον παρέχουν ικανοποιητικό έλεγχο των επιβλαβών οργανισμών.

5. Τα γεωργικά φάρμακα που εφαρμόζονται πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ειδικά για το συγκεκριμένο στόχο και να έχουν τις λιγότερες παρενέργειες για την υγεία του ανθρώπου, τους οργανισμούς που δεν αποτελούν στόχο και το περιβάλλον.

6. Ο επαγγελματίας χρήστης πρέπει να τηρεί τη χρήση των γεωργικών φαρμάκων και άλλων μορφών παρέμβασης στα απαραίτητα επίπεδα, π.χ. με χαμηλές δόσεις, μειωμένη συχνότητα εφαρμογής ή μερική εφαρμογή, εφόσον το επίπεδο κινδύνου για τη βλάστηση είναι αποδεκτό και δεν αυξάνεται ο κίνδυνος ανάπτυξης της ανθεκτικότητας στους πληθυσμούς επιβλαβών οργανισμών.

7. Εάν ο κίνδυνος να αναπτυχθεί ανθεκτικότητα σε ένα μέτρο φυτοπροστασίας είναι γνωστός και εάν το επίπεδο επιβλαβών οργανισμών απαιτεί επανειλημμένη εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων στις καλλιέργειες, πρέπει να εφαρμόζονται οι διαθέσιμες στρατηγικές διαχείρισης της ανθεκτικότητας προκειμένου να διατηρηθεί η αποτελεσματικότητα των προϊόντων. Σε αυτές μπορεί να περιλαμβάνεται η χρήση πολλαπλών γεωργικών φαρμάκων με διάφορους τρόπους δράσης.

8. Με βάση το ιστορικό χρήσης των γεωργικών φαρμάκων και την παρακολούθηση των επιβλαβών οργανισμών, ο επαγγελματίας χρήστης πρέπει να αξιολογεί την επιτυχία των εφαρμοζόμενων μέτρων φυτοπροστασίας.

Από τα παραπάνω, που είναι και νομικές απαιτήσεις, συμπεραίνεται ότι όλες οι μονάδες παραγωγής αγροτικών προϊόντων πρέπει να διαθέτουν ένα σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής των εφαρμογών που πραγματοποιούν, προτού προβούν στην εφαρμογή των κατάλληλων προληπτικών και άλλων μέτρων. Επιπρόσθετα, χρειάζεται η χρήση των αγροχημικών να γίνεται με τέτοιο τρόπο θα διασφαλίζει την ασφάλεια και την υγεία τόσο του προσωπικού εφαρμογής, όσο και του τελικού καταναλωτή.

1.3 Διαφορές Βιολογικής και Συμβατικής Γεωργίας

Βασικές διαφορές Βιολογικής Γεωργίας από συμβατική. οι οποίες από προσωπική εμπειρία φαίνεται ότι επηρεάζουν τους εφαρμοζόμενους χειρισμούς στα συμβατικά και τα βιολογικά αγροτεμάχια. κάτι που τελικά μπορεί να επηρεάζει και το τελικό προϊόν. χωρίς αυτό όμως να είναι απαραίτητο. παρουσιάζει ο Πίνακας 5.

Να σημειωθεί ότι στις συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας εννοείται ότι επιτρέπονται και οι βιολογικές μέθοδοι, ενώ έχει παρατηρηθεί ότι φιλικές μέθοδοι καλλιέργειας που αναπτύχθηκαν λόγω της βιολογικής γεωργίας, χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό πλέον στην συμβατική γεωργία. Αυτός είναι και ένας λόγος που αν προσπαθήσουμε να συγκρίνουμε χωρίς να έχουμε πλήρη δεδομένα δύο διαφορετικές μορφές καλλιέργειας, πιθανόν να μην εντοπιστούν διαφορές, αφού ακόμα και το συμβατικό μπορεί να καλλιεργείται με βιολογικές μεθόδους καλλιέργειας. αλλά να μην δηλώνεται κάπου επίσημα.

Χαρακτηριστικό	Διαδικασίες Παραγωγής	
	Βιολογικής Γεωργίας	Συμβατικής Καλλιέργειας
Φυτοπροστασία από εντομολογικούς εχθρούς	Κυρίως φυσικά προϊόντα (πύρεθρο. χρήση ωφέλιμων εντόμων. είτε από εισροές είτε από ανάπτυξη βιοποικιλότητας σε μικροοργανισμούς λόγω της διατήρησης της φυσικής ισορροπίας)	Εφαρμογή χημικών προϊόντων τα οποία δρουν και προληπτικά. χωρίς πολλές φορές να υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης ή συμπτώματα ενός εχθρού. ο παραγωγός εφαρμόζει το εντομοκτόνο/ παρασιτοκτόνο ή ψεκάζει για να αποφύγει τον κίνδυνο ανάπτυξης εχθρών/ παρασίτων
Φυτοπροστασία μυκητολογικές ασθένειες	Χρήση χαλκού. φυσικών αμινοξέων. κατάλληλων ποικιλιών που αποφεύγουν την ανάπτυξη ασθενειών.	Εφαρμογές κυρίως χημικών μυκητοκτόνων
Ζιζανιοκτόνα	Η αντιμετώπιση των ζιζανιοκτόνων γίνεται μόνο με φυσικές μεθόδους (βόσκηση, καλλιεργητικές φροντίδες όπως κατεργασία εδάφους ή χορτοκοπή, κάλυψη του εδάφους με mulch ή νάυλον κτλ.). Επίσης σε περιπτώσεις που υπάρχει διαθέσιμο νερό διατηρείται φυσική βλάστηση ή άλλου είδους φυτική κάλυψη (κάτι σαν το γκαζόν). Μέχρι τώρα δεν έχει βρεθεί κάποια άλλη μέθοδος.	Χρήση ζιζανιοκτόνων που καταστρέφουν τα ζιζάνια όταν αυτά έχουν εκπτυχθεί ή ακόμα και σε γυμνό έδαφος υπάρχουν ουσίες που δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη ζιζανίων και το έδαφος παραμένει γυμνό.
Υπολείμματα φυτοφαρμάκων (MRL's)	Μηδενική αποδοχή για τα βιολογικά προϊόντα/ καλλιέργειες σε χημικά υπολείμματα.	Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και Εθνική Νομοθεσία θεσπίζονται ανώτατα όρια ύπαρξης μίας ουσίας σε κάποιο προϊόν. καθώς επίσης ορίζεται συγκεκριμένος χρόνος πριν την συγκομιδή από την τελευταία εφαρμογή γεωργικού φαρμάκου για κάθε γεωργικό φάρμακο χωριστά.
Λίπανση	Εφαρμογή μόνο ορυκτών προϊόντων θρέψης και κομποστοποιημένης κοπριάς και άλλων υπολειμμάτων → Δηλαδή στα αγροτεμάχια αναμένεται να υπάρχει αυξημένη οργανική ουσία	Χρήση φθηνότερων και ευκολότερης εφαρμογής χημικών λιπασμάτων (Αζώτου. Φωσφόρου. Καλίου που είναι τα βασικά στοιχεία και λοιπών ιχνοστοιχείων). Πλέον η λίπανση μπορεί να γίνεται και διαφυλλικά ή μέσω της άρδευσης.
Παραγωγή	Μικρότερη συγκομιδή η οποία φαίνεται ότι έχει καλύτερη «ποιότητα» σε γεύση και συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων κτλ.	Αναμένεται μεγαλύτερη συγκομιδή

	στους καρπούς	
Γεωργικές εισροές	Στην πράξη τελικά στα βιολογικά υπάρχουν (όχι όμως απαραίτητα) μικρότερες γεωργικές εισροές (μονάδες αζώτου, φωσφόρου, καλίου κτλ.) Υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι σε ένα υγιές έδαφος λειτουργούν μικροοργανισμοί, οι οποίοι τελικά κάνουν διαθέσιμο τον φώσφορο που υπάρχει δεσμευμένος στο έδαφος, στις ρίζες των φυτών και άμεσα αφομοιώσιμο.	Μεγαλύτερες ποσότητες γεωργικών εισροών (μονάδες αζώτου, φωσφόρου, καλίου κτλ.). Τις περισσότερες φορές τα προϊόντα θρέψης ξεπλένονται και στον υδροφόρο ορίζοντα με προβλήματα που διαπιστώνονται στην ρύπανση των υδάτινων μαζών.
Χλωροφύλλη II	Λόγω της ποιότητας και της ποσότητας του αζώτου τελικά τα φύλλα των βιολογικών καλλιεργειών έχουν μικρότερη συγκέντρωση σε Χλωροφύλλη II	Μεγαλύτερη συγκέντρωση σε χλωροφύλλη II
Μορφή Αζώτου σε καλλιέργεια (σε άλλες καλλιέργειες υπάρχουν πειράματα που τεκμηριώνουν ότι διαχωρίζει με Δείκτες Βλάστησης στην τηλεπισκόπηση το φυτό που έλαβε άζωτο προερχόμενο από οργανική ουσία και μη)	Προέρχεται μόνο από οργανική ουσία (κοπριά, χλωρή λίπανση κτλ.)	Προέρχεται από χημικά κυρίως λιπάσματα στο έδαφος, με υδρολίπανση ή διαφυλλικά
Παραλλακτικότητα	Η απουσία πολλών ψεκασμών και αντιμετώπισης όλων των ασθενειών/ εντόμων (ιδίως στα έντομα αν δεν ψεκάξεις άμεσα αναπτύσσονται τα ωφέλιμα έντομα που θα αντιμετώπισουν τα παράσιτα) τελικά οδηγεί σε παραλλακτικότητα στην εικόνα μίας καλλιέργειας, έχοντας και κάποιους έχθρους στα φύλλα κτλ. Επίσης παραλλακτικότητα λόγω της ύπαρξης των ζιζανίων κτλ.	Μία εντατική συμβατική καλλιέργεια δέχεται μεγάλο πλήθος εφαρμογών με στόχο να μην υπάρχει καμία εστία παρασίτου ή εχθρού, η οποία αν αφεθεί και βρεθεί κάτω από κατάλληλες συνθήκες (κλιματικών και άλλων συνθηκών) μπορεί να αναπτυχθεί σε ολόκληρη την καλλιέργεια. Αν υπάρχει εφαρμογή ζιζανιοκτόνου το έδαφος είναι καθαρό
Δακοκτονία	Με παγίδες σε κάθε δένδρο ή/ και δολωματικούς ψεκασμούς με επιτρεπόμενο σκεύασμα spinosad που προέρχεται από τοξίνη που παράγεται από μικροοργανισμό. Πολλοί εφαρμόζουν καολίνη, μία ορυκτή λευκή σκόνη, η οποία «λερώνει τα φύλλα» και τελικά αποτρέπει το έντομο να πλησιάσει τους καρπούς (<u>αυτή η εφαρμογή θα φανεί από τον δορυφόρο γιατί τα φύλλα γίνονται αρκετά πιο λευκά</u>) Έναρξη εφαρμογών Ιούλιο αλλά κυρίως Σεπτέμβριο - Οκτώβριο	Όπως βιολογικά ή καθολικοί ψεκασμοί με ισχυρά εντομοκτόνα ή δολωματικοί ψεκασμοί (ψεκασμοί μέρους του δένδρου με προσελκυστικά για τον δάκο) με spinosad και άλλα «πιο δυνατά» εντομοκτόνα
Πυρηνοτρίτης	Χρήση bacillus th. Με καθολικό ψεκασμό φύλλων (15 μέρες μετά από Άνθιση περίπου Μάιο)	Χρήση εντομοκτόνων καθολικά στο δένδρο
Ενασχόληση καλλιεργητή	Τα βιολογικά αγροτεμάχια πολλές φορές θα τα δούμε πολύ πιο προσεγμένα, αφού ο παραγωγός χρειάζεται να βρίσκεται συνεχώς παρόν και υπάρχει και μία ιδεολογία πίσω από την διαδικασία καλλιέργειας. Ή Ο παραγωγός είναι τελείως απών, τα αγροτεμάχια καλλιεργούνται μόνο για την επιδότηση που ενδεχομένως υπάρχει από το κράτος.	Πραγματοποιούνται προληπτικές εφαρμογές εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων, έτσι ώστε να προλαμβάνονται ασθένειες και προσβολές, ή όταν υπάρξουν οι πρώτες προσβολές πραγματοποιούνται καθολικοί ψεκασμοί με χημικά φυτοπροστατευτικά.

Πανίδα Αρθροπόδων εδάφους (αυτό είναι σημαντικό στοιχείο αν μπορούσε να αποτυπωθεί στην τηλεοπτική εικόνα)	Πλούσια	Μειωμένη λόγω της χρήσης ζιζανιοκτόνων και χημικών προϊόντων θρέψης. εντομοκτόνων κτλ.
Οργανική Ουσία Εδάφους. (θα μπορούσε π.χ. κατά την περίοδο του καλοκαιριού να ελέγξουμε εικόνες και λογικά το έδαφος με την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε οργανική ουσία θα είναι πιο σκούρο)	Κατά κανόνα μεγαλύτερη. λόγω των εφαρμογών που πραγματοποιούνται	Μικρότερη

Πίνακας 5. Διαφορές βιολογικής συμβατικής γεωργίας

1.3.1 Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.)

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική του 2015. των Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιλαμβάνει ένα σύνολο κανονισμών που αφορούν στην αγροτική παραγωγή και τις ενισχύσεις των γεωργών, την ανάπτυξη της υπαίθρου και στη ρύθμιση των αγορών γεωργικών προϊόντων, φροντίζοντας παράλληλα και την περιβαλλοντική συμβατότητα της γεωργίας δραστηριότητας. Συμπεριλαμβάνεται επίσης η διακίνηση των αγροτικών προϊόντων στοχεύοντας τη σταθερότητα των τιμών, η επιλογή και η υψηλή ποιότητα των προϊόντων, η χρήση του εδάφους με κατάλληλες μεθόδους (έτσι ώστε να συνεχίσει να υπάρχει παραγωγικότητα και για τις επόμενες γενεές) και η απασχόληση στον αγροτικό τομέα. Το σύνολο αυτών των ρυθμίσεων άρχισε να ισχύει το 1992 και ονομάστηκε Κοινή Αγροτική Πολιτική, ενώ ήδη έχουμε μπει σε διαδικασίες τροποποίησης της Κ.Α.Π. [27], [28].



Εικόνα 5. Στόχοι της Νέας ΚΑΠ μετά το 2020

Μετά το 2020 θα τροποποιηθεί εκ νέου η νέα ΚΑΠ. όπως αποτυπώνεται και στην Εικόνα 5 και οι στόχοι που έχουν τεθεί είναι οι πιο κάτω [29]:

- Να διασφαλιστεί ένα δίκαιο εισόδημα στους αγρότες
- Να αυξηθεί ο ανταγωνισμός
- Να εξισορροπηθεί η ισχύς στην εφοδιαστική αλυσίδα
- Να γίνουν δράσεις για την κλιματική αλλαγή

- Φροντίδα του Περιβάλλοντος
- Να διατηρηθούν τα τοπία και η βιοποικιλότητα
- Να υποστηριχτεί η ανανέωση των γενεών
- Να υπάρξουν ζωντανές αγροτικές περιοχές
- Να προστατευθεί το φαγητό και η ποιότητα της υγείας

Έτσι, τον Ιούνιο 2018, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε τις νομοθετικές προτάσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) μετά το 2020. Αυτές οι προτάσεις στοχεύουν σε μία ΚΑΠ περισσότερο υπεύθυνη στις παρούσες και μελλοντικές προκλήσεις όπως την κλιματική αλλαγή ή την αλλαγή των γενεών, καθώς θα συνεχιστεί να υποστηρίζονται οι Ευρωπαίοι Αγρότες για να δημιουργήσουν έναν βιώσιμο και ανταγωνιστικό αγροτικό τομέα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση διαμορφώνει τον προϋπολογισμό της για ένα ρεαλιστικό, σύγχρονο και μακροπρόθεσμο προγραμματισμό για την περίοδο 2021-2027, στοχεύοντας να επιλύσει ζητήματα που έχουν σημασία για τους Ευρωπαίους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Επιτροπή έχει προτείνει τη μείωση της χρηματοδότησης κατά 5%. λόγω των μειωμένων συνεισφορών σε μία Ευρώπη πλέον των 27 κρατών μελών.

Τελικά όμως η Κοινή Αγροτική Πολιτική, ιδίως μετά το 2006, για να τονώσει τα γεωργοπεριβαλλοντικά μέτρα, μέσα στα οποία εντάσσεται η βιολογική γεωργία, έχει επιδοτήσει με αρκετά εκατομμύρια ευρώ τόσο την Ελληνική όσο και την Ευρωπαϊκή βιολογική γεωργία, με αποτέλεσμα πολλές φορές ο παραγωγός και ο μηχανισμός ελέγχου και πιστοποίησης να απομακρύνεται τελικά από την ουσία της βιολογικής γεωργίας και να στοχεύει στην διάθεση κονδυλίων στην ευάλωτη ομάδα των αγροτών, κάτι που πολλές φορές έχει και πολιτικές σκοπιμότητες. Έτσι, η βιολογική γεωργία αντί να βοηθηθεί, αυξάνονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις, πολλές φορές χωρίς να παράγεται προϊόν, ενώ δεν είναι λίγες οι φορές που μπορεί να μην εφαρμόζονται οι αρχές της βιολογικής γεωργίας στον βωμό του απλού καταμερισμού επιδοτήσεων. Αποτέλεσμα είναι ο καταναλωτής να χάνει το ενδιαφέρον του για την αναζήτηση και κατανάλωση βιολογικών προϊόντων, μιας και δεν είναι βέβαιος για την προστιθέμενη αξία των συγκεκριμένων προϊόντων, όταν μάλιστα δεν διαφέρουν και μακροσκοπικά.

Μία άποψη είναι ότι με την νέα Κ.Α.Π. χρειάζεται να στηρίξει οπωσδήποτε τη βιολογική γεωργία, αλλά σε ένα επίπεδο που θα τονώσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών, έτσι ώστε τα βιολογικά προϊόντα να γίνουν περισσότερο αποδεκτά από τους καταναλωτές και να είναι διαθέσιμα περισσότερα χρήματα για την προμήθεια βιολογικών προϊόντων. Η χρήση της τηλεοπτικής μπορεί να είναι ένας από τους τρόπους που θα συνεισφέρει στην προστιθέμενη αξία, απλά δημιουργώντας ευκολότερες διαδικασίες ελέγχου και με μεγαλύτερη ακρίβεια, στοχεύοντας στην απομάκρυνση παραγωγών που δεν τηρούν τις απαιτήσεις των κανονισμών. Μάλιστα, οι ενέργειες αυτές ταυτίζονται με τους στόχους:

- Διασφάλισης δίκαιου εισοδήματος για τους παραγωγούς (δεν μπορεί κάποιος που δεν παράγει πραγματικά βιολογικά προϊόντα να λαμβάνει επιδοτήσεις)
- Η βιολογική γεωργία βοηθάει ως δράση κατά της κλιματικής αλλαγής, καθώς οι καλλιεργητικές πρακτικές συμβάλουν στην συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακος στο έδαφος και τα φυτά. Σε μία μελέτη στην Γερμανία βρέθηκε ότι στην βιολογική γεωργία που υπάρχει και εκτροφή αγελάδων, η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακος είναι μικρότερη στην βιολογική γεωργία – εκτροφή, ωστόσο αν συσχετιστεί και η τελική παραγωγή είναι όμοιες [30].
- Η Φροντίδα του Περιβάλλοντος είναι προτεραιότητα στην βιολογική γεωργία, καθώς η εφαρμογή όλων των γεωργικών εισροών και οι γεωργικές πρακτικές πραγματοποιούνται με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος.
- Η διατήρηση των τοπίων και την βιοποικιλότητας, προάγεται από την ορθή τήρηση των κανόνων βιολογικής γεωργίας, τόσο χρησιμοποιώντας πλήθος τοπικών ποικιλιών φυτικών ειδών, όσο και διατηρώντας το φυσικό οικοσύστημα μίας περιοχής.
- Η υποστήριξη και ανανέωση των γενεών σχετίζεται με τη βιολογική γεωργία, καθώς οι νεότερες γενιές που θα ασχοληθούν με τη βιολογική γεωργία αμείβονται καλύτερα, ενώ εργάζονται σε ένα ασφαλέστερο περιβάλλον με λιγότερα χημικά, έτσι ζωντανεύουν και οι αγροτικές περιοχές

- Τέλος, με την βιολογική γεωργία προστατεύεται το φαγητό και η ποιότητα υγείας, καθώς τα βιολογικά προϊόντα είναι κατά πολύ λιγότερο επιβαρυνμένα από μη επιτρεπόμενες ουσίες.

1.3.2 ΟΠΕΚΕΠΕ

Ο Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ) είναι ο Ελληνικός Οργανισμός πληρωμών των κοινοτικών ενισχύσεων που λειτουργεί από το 2001 υπέρ του δημοσίου συμφέροντος και εποπτεύεται από τον Υπουργό Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων [31].

Στόχος του ΟΠΕΚΕΠΕ ως Οργανισμού Πληρωμών είναι να καταβάλλει έγκαιρα, σωστά και με διαφάνεια τις αγροτικές ενισχύσεις που χορηγούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στον γεωργικό τομέα.

Συγκεκριμένα, ο ΟΠΕΚΕΠΕ διαχειρίζεται για λογαριασμό της Ελλάδας τις ενισχύσεις των δύο κοινοτικών ταμείων για την χρηματοδότηση των γεωργικών δαπανών του κοινοτικού προϋπολογισμού, δηλαδή το Ευρωπαϊκό Γεωργικό Ταμείο Εγγυήσεων (ΕΓΤΕ) και το Ευρωπαϊκό Γεωργικό Ταμείο Αγροτικής Ανάπτυξης (ΕΓΤΑΑ), καθώς και του Ευρωπαϊκού Ταμείου Αλιείας (ΕΤΑ)

Δικαιούχοι των ενισχύσεων είναι κυρίως οι αγρότες-κτηνοτρόφοι αλλά και οι επενδυτές του αγροτικού τομέα, μεταποιητικές επιχειρήσεις κ.λπ. Λόγω αυτών των αρμοδιοτήτων, ο ΟΠΕΚΕΠΕ εδώ και αρκετά χρόνια έχει δημιουργήσει ένα μητρώο, το οποίο μέσω δορυφορικών εικόνων οι παραγωγοί υποχρεούνται να δηλώσουν τις εκμεταλλεύσεις που καλλιεργούν και τους χώρους βόσκησης των ζώων τους. Τέλος, ο ΟΠΕΚΕΠΕ πραγματοποιεί δειγματοληπτικούς ελέγχους για αυτά που δηλώνονται και για να τεκμηριωθεί αν είναι ορθά ή να διαπιστωθούν τυχόν αποκλίσεις. Οι έλεγχοι μπορεί να είναι δειγματοληπτικοί στις μονάδες με επιτόπια επίσκεψη τεχνικών, αλλά πλέον μεγάλο μέρος της απαιτούμενης εργασίας γίνεται αποτελεσματικά και σύντομα με μεθόδους τηλεπισκόπησης. Η βάση που χρησιμοποιείται για τις δηλώσεις των παραγωγών και τον έλεγχό τους είναι το LPIS (Land Parcel Identification System). δηλαδή Σύστημα Αναγνώρισης των Αγροτεμαχίων.

Όσο αφορά τον έλεγχο της βιολογικής γεωργίας, ο οργανισμός βασίζεται περισσότερο στην βεβαίωση που εκδίδεται από του ιδιωτικού δικαίου φορείς πιστοποίησης, διαπιστευμένους από το ΕΣΥΔ και αδειοδοτημένους από την υπηρεσία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ.

1.3.3 ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ – AGROCERT

Αντίστοιχα ο ΕΛΓΟ Ο ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ είναι η αρμόδια αρχή επίβλεψης των εγκεκριμένων Οργανισμών Ελέγχου και Πιστοποίησης (ΟΕΠ) προϊόντων βιολογικής γεωργίας. Στα πλαίσια της επίβλεψης διενεργούνται τακτικοί ή αιφνιδιαστικοί έλεγχοι:

- Στους Οργανισμούς Ελέγχου και Πιστοποίησης προϊόντων βιολογικής γεωργίας,
- Στις επιχειρήσεις που έχουν ενταχθεί στο σύστημα ελέγχου και δραστηριοποιούνται στην παραγωγή, παρασκευή, εμπορία, αποθήκευση και εισαγωγή από τρίτες χώρες προϊόντων βιολογικής γεωργίας,
- Στους χώρους εμπορίας των προϊόντων βιολογικής γεωργίας, σε κάθε σημείο λιανικής ή χονδρικής πώλησης,
- Στις επιχειρήσεις που δεν έχουν ενταχθεί στο σύστημα ελέγχου, όταν κατά τους ελέγχους στα σημεία χονδρικής και λιανικής πώλησης ή σε εγκαταστάσεις συντήρησης ή αποθήκευσης, διαπιστωθεί χρήση όρων, ενδείξεων, σημάτων ή λογοτύπων που δεν συμφωνούν με τις απαιτήσεις της ισχύουσας ενωσιακής και εθνικής νομοθεσίας [32].

1.4 Τηλεπισκόπηση και γεωργία

Η τηλεπισκόπηση είναι η αναζήτηση πληροφορίας για ένα αντικείμενο ή φαινόμενο χωρίς να υπάρχει φυσική επαφή με το αντικείμενο. Είναι ένα φαινόμενο που έχει αμέτρητες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων της φωτογραφίας, της τοπογραφίας, γεωλογίας, της δασοπονίας και πολλών ακόμα. Αλλά στο πεδίο της γεωργίας η χρήση της τηλεπισκόπησης είναι ιδιαίτερα σημαντική. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές της τηλεπισκόπησης στον αγροτικό τομέα. Πιο κάτω αναφέρονται περιληπτικά μερικές εφαρμογές [33]:

1. Εκτίμηση της παραγωγής: Η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται στην εκτίμηση της αναμενόμενης παραγωγής και σε μία συγκεκριμένη περιοχή, καθώς επίσης μπορεί να καθοριστεί η ποσότητα που θα συγκομιστεί κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Οι ερευνητές μπορούν να εκτιμήσουν την ποσότητα της παραγωγής που θα παραχθεί σε μία μονάδα σε μία συγκεκριμένη περίοδο.
2. Εκτίμηση της ζημιάς στην καλλιέργεια και η εξέλιξη της παραγωγής: Στον τομέα της ζημιάς των καλλιεργειών, η τηλεπισκόπηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εισέλθουμε στην μονάδα και να καθοριστεί ακριβώς πόση από την διαθέσιμη παραγωγή έχει ζημιωθεί και η διαδικασία της απομένουσας παραγωγής στην μονάδα.
3. Ανάλυση των συστημάτων καλλιέργειας: Η τηλεπισκόπηση έχει επίσης συμβάλει στην ανάλυση των διαφόρων συστημάτων καλλιέργειας. Αυτή η τεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην βιομηχανία της γεωπονικής, όπου διαφορετικά μοτίβα ανάπτυξης των λουλουδιών αναλύονται και έτσι είναι δυνατή η πρόβλεψη για τις καλλιέργειες.
4. Αναγνώριση καλλιεργειών: Η τηλεπισκόπηση μπορεί να διαδραματίσει ένα σημαντικό στην αναγνώριση των καλλιεργειών, ιδίως σε περιπτώσεις όπου οι καλλιέργειες που παρατηρούνται έχουν ιδιαιτερότητες ή έχουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.
5. Εκτίμηση της έκτασης της καλλιέργειας: Η τηλεπισκόπηση έχει διαδραματίσει ένα σημαντικότατο ρόλο στην εκτίμηση της έκτασης που ένα φυτό καλλιεργείται. Αυτό είναι κάτι περίπλοκο αν γίνεται χειροκίνητα, λόγω των τεράστιων μεγεθών εκτάσεων που πρέπει να καταμετρηθούν και καταγραφούν.
6. Εκτίμηση της κατάστασης των καλλιεργειών και ανίχνευση προβλημάτων: Η τηλεπισκόπηση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην διαδικασία των συνθηκών υγείας για κάθε καλλιέργεια και του βαθμού που μπορεί η κάθε καλλιέργεια να αντέξει κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης (έλλειψης νερού, φυτοπαθογόνα, λίπανση, κτλ.). Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για προσδιορισμό της ποιότητας της καλλιέργειας.
7. Αναγνώριση των ημερομηνιών φύτευσης και συγκομιδής: Λόγω της προγνωστικής φύσης της τεχνολογίας τηλεπισκόπησης, οι γεωργοί μπορούν τώρα να χρησιμοποιούν την τηλεπισκόπηση για να παρατηρούν διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των καιρικών συνθηκών και των τύπων εδάφους, για να προβλέψουν τις εποχές φύτευσης και συγκομιδής κάθε καλλιέργειας.
8. Εκτίμηση της απόδοσης των καλλιεργειών και δημιουργία μοντέλου παραγωγής: Η τηλεπισκόπηση επιτρέπει στους αγρότες και τους ειδικούς να προβλέπουν και αναμενόμενη παραγωγή από μία συγκεκριμένη γεωργική έκταση, εκτιμώντας την ποιότητα της καλλιέργειας και την έκταση της μονάδας. Αυτό στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να καθοριστεί η συνολικά αναμενόμενη παραγωγή της καλλιέργειας.
9. Αναγνώριση των παρασίτων και προσβολών από ασθένειες: Η τεχνολογία τηλεπισκόπησης μπορεί να έχει επίσης σημαντικό ρόλο στην αναγνώριση των παρασίτων στην μονάδα και παρέχει δεδομένα για την εφαρμογή του σωστού μηχανισμού αντιμετώπισης, που θα χρησιμοποιηθεί για να αντιμετωπιστούν ασθένειες και παράσιτα από την καλλιέργεια.
10. Εκτίμηση της υγρασίας κάτι που είναι δύσκολο να οριστεί χωρίς μεθόδους τηλεπισκόπησης. Στη συνέχεια μπορεί να καθοριστεί τότε ένα συγκεκριμένο έδαφος έχει κατάλληλη υγρασία ή όχι και θα βοηθήσει στον σχεδιασμό των απαιτήσεων άρδευσης, ή και αποστράγγισης που χρειάζεται το έδαφος.
11. Παρακολούθηση και διαχείριση της άρδευσης, καθώς παρέχονται οι πληροφορίες υγρασίας στην ποιότητα υγρασίας του εδάφους. Αυτή η πληροφορία χρησιμοποιείται για να καθοριστεί τότε η υγρασία ενός εδάφους είναι επαρκής ή όχι και επιτρέπει στον σχεδιασμό των αναγκών άρδευσης του εδάφους.

12. Χαρτογράφηση των εδαφών: είναι ακόμα το πιο κοινό και ίσως πιο σημαντικό κομμάτι χρήσης της τηλεπισκόπησης. Με την χαρτογράφηση των εδαφών, οι παραγωγοί έχουν τη δυνατότητα να δουν ποια εδάφη είναι ιδανικά και για ποιες καλλιέργειες και ποια απαιτούν άρδευση και ποια όχι. Αυτή η πληροφορία είναι σημαντική για την γεωργία ακριβείας.
13. Παρακολούθηση της ξηρασίας: Η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται για να παρακολουθούνται μετεωρολογικά δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων μοντέλων ξηρασίας, σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη μοντέλων βροχόπτωσης σε μία περιοχή, καθώς επίσης να αναφερθεί να οριστεί ο χρόνος από την παρούσα βροχόπτωση και την επόμενη, το οποίο βοηθάει στην διατήρηση δεδομένων ξηρασίας.
14. Κάλυψη γης και χάρτης διάβρωσης. Οι ειδικοί μπορούν τώρα να ορίσουν ποιες περιοχές έχουν διαβρωθεί και ποιες είναι παρθένες. Αυτό βοηθάει να οριστούν μέτρα για την προστασία και την αποφυγή διάβρωσης.
15. Αναγνώριση των προβληματικών εδαφών: Η τηλεπισκόπηση παίζει σημαντικό ρόλο στην αναγνώριση των προβληματικών εδαφών που δεν έχουν δυνατότητα να διατηρήσουν ιδανική ποσότητα παραγωγής κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.
16. Αναγνώριση έλλειψης θρεπτικών στοιχείων, είναι μία εφαρμογή της τηλεπισκόπησης, καθώς βοηθούνται παραγωγοί και ειδικοί να καθορίσουν την έκταση της τροφopenίας και να ορίσουν τα μέτρα αύξησης των θρεπτικών στοιχείων, έτσι ώστε να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην συνολική συγκομιδή.
17. Δημιουργία μοντέλου διαπνοής των καλλιεργειών
18. Καθορισμός της συγκέντρωσης νερού στις καλλιεργούμενες εκτάσεις, επιπλέον την εκτίμησης για την συγκέντρωση νερού στις καλλιέργειες.
19. Συγκέντρωση μετεωρολογικών δεδομένων από το παρελθόν και το παρόν, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές αποφάσεις και να πραγματοποιηθούν προβλέψεις.
20. Εντατικοποίηση της καλλιέργειας μπορεί να γίνει με επιτυχία αναλύοντας κατάλληλα δεδομένα. Η τηλεπισκόπηση μπορεί συμβάλλει στην συλλογή και ανάλυση σημαντικών δεδομένων για τις καλλιέργειες, όπως το πρότυπο της καλλιέργειας, τις ανάγκες εναλλαγής καλλιεργειών και την βιοποικιλότητα των καλλιεργειών σε ένα συγκεκριμένο έδαφος.
21. Γεωργία ακριβείας: καθορίζεται από την τηλεπισκόπηση, ενώ η γεωργία ακριβείας βοήθησε στην καλλιέργεια υγιών καλλιεργειών που διασφαλίζουν ιδανικές συγκομιδές σε συγκεκριμένο χρόνο για τους παραγωγούς.
22. Παρακολούθηση της κλιματικής αλλαγής, μπορεί να εντοπιστεί και να γίνει με την τηλεπισκόπηση, διατηρώντας δεδομένα, κάτι που είναι σημαντικό για να καθοριστεί ποια φυτικά είδη θα καλλιεργηθούν σε κάθε περιοχή.
23. Παρακολούθηση συμμόρφωσης της καλλιέργειας, μπορεί να γίνει με την χρήση της τηλεπισκόπησης καθώς θα διατηρούνται τα ίχνη των γεωργικών πρακτικών από όλους τους παραγωγούς και θα επιβεβαιώνεται η συμμόρφωση από όλους τους παραγωγούς. Αυτό βοηθήσει στην επιβεβαίωση ότι όλοι οι παραγωγοί ακολουθούν τις σωστές διαδικασίες όταν φυτεύουν και στη συνέχεια καλλιεργούν και συγκομίζουν τις καλλιέργειες.
24. Πρακτικές διαχείρισης εδάφους, μπορούν να καθοριστούν με ακρίβεια με την χρήση της τηλεπισκόπησης και της χρήσης των δεδομένων που συγκεντρώνονται από τις φάρμες.
25. Εκτίμηση της υγρασίας του αέρα γίνεται εφικτή με την τηλεπισκόπηση,, κάνοντας δυνατό τον καθορισμό της υγρασίας του αέρα. Το επίπεδο της υγρασία καθορίζει το είδος των καλλιεργειών που θα αναπτυχθούν σε μία περιοχή.
26. Ανάλυση της υγείας των καλλιεργειών μπορεί να γίνει με την τηλεπισκόπηση, κάτι που καθορίζει και την υγεία ολόκληρης της καλλιέργειας.
27. Χαρτογράφηση γης μπορεί να πραγματοποιηθεί με την τηλεπισκόπηση για διάφορους σκοπούς όπως την ανάπτυξη των καλλιεργειών και της διαχείρισης του τοπίου. Η τεχνολογία της χαρτογράφησης επιτρέπει στην γεωργία ακριβείας να καθορίζει τα σημεία όπου υπάρχουν συγκεκριμένα εδάφη που θα χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένους σκοπούς.

1.4.1 Χρήση εικόνων στην τηλεπισκόπηση

Τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη και τεχνική, που ασχολείται με τις αρχές, τις αναλογικές και ψηφιακές μεθόδους και τα όργανα, με τα οποία επιτυγχάνεται από μακριά, η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση, πλήθους ποιοτικών και μετρητικών πληροφοριών για τη γη, τους ωκεανούς, την ατμόσφαιρα και το φυσικό και το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον γενικότερα, (αλλά και για τις σχέσεις, τις αλληλεξαρτήσεις και τις αλληλεπιδράσεις τους και τις τάσεις μεταβολής τους δια μέσου του χρόνου), καθώς επίσης και για οποιοδήποτε αντικείμενο, φαινόμενο, γεγονός και συμβάν, ή και για οποιαδήποτε διαδικασία μεταβολής τους [34].

Φωτοερμηνεία είναι η μεθοδολογία απόκτησης πληροφοριών από φωτογράμματα ή στερεοράματα. Αναπτύχθηκε παράλληλα με τη Φωτογραμμετρία και αποτελεί την πρώτη και πλέον οικεία στον άνθρωπο εφαρμογή της Τηλεπισκόπησης, στο βαθμό που τα φωτογράμματα και τα στερεοράματα που χρησιμοποιεί, συνιστούν ένα αναλογικό οπτικομηχανικό και φωτοχημικό ισοδύναμο με την ευαισθησία του ματιού στο ορατό φως, την οπτική αντίληψη και την διόφθαλμη όραση [34].

Στην τηλεπισκόπηση, αν χρησιμοποιηθεί μία μόνο εικόνα για να ληφθούν κάποια συμπεράσματα που αφορούν ή όχι τον αγροτικό τομέα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυτό έγκειται περισσότερο στον όρο φωτοερμηνεία, παρότι στην ανάλυση και χρήση όλων των δυνατοτήτων της τηλεπισκόπησης.

Έτσι, υπάρχει η δυνατότητα να αναλυθούν με τηλεπισκοπικές μεθόδους πολυφασματικά και διαχρονικά δεδομένα, καθώς από μία μόνο εικόνα δεν υπάρχει μεγάλη ακρίβεια στα αποτελέσματα.

1.4.2 Δείκτες Βλάστησης

Παρότι υπάρχουν πολλοί δείκτες βλάστησης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της φυτικής κάλυψης με χρήση δορυφορικών εικόνων ή εικόνων από αερομεταφερόμενους δέκτες ή drone, η παρούσα μελέτη βασίστηκε μόνο στον NDVI. Οι λόγοι ήταν ότι:

- χρειαζόταν να καθοριστεί από αρχή το πρόβλημα και να βρεθεί το κατάλληλο υλικό μελέτης, κάτι που δεν ήταν σαφές και άλλαξε αρκετές φορές μέχρι να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ως εκ τούτου δεν υπήρχε αρκετός χρόνος να εμβαθύνουμε σε μία τέτοια ανάλυση.
- Επιπλέον, οι εικόνες της Planet που τελικά ήταν κατάλληλες για το δομημένο πειραματικό του FIBL, λόγω του μικρού σχετικά μεγέθους των πειραματικών αγροτεμαχίων και της σχετικά καλής ανάλυσης των εικόνων, είναι κατάλληλες δημιουργία πολύ περιορισμένων δεικτών βλάστησης, μιας και αποτελούνται μόνο από 4 κανάλια, το κόκκινο, πράσινο, μπλε και το εγγύς υπέρυθρο.

Ο δείκτης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), Κανονικοποιημένος Δείκτης Διαφοροποίησης Βλάστησης, ποσοτικοποιεί την βλάστηση μέσω της μέτρησης της διαφοράς μεταξύ του εγγύς υπέρυθρου καναλιού (που αντανακλά κυρίως η βλάστηση) και του κόκκινου (που απορροφά η βλάστηση). Ο NDVI πάντα έχει εύρος από -1 έως 1, αλλά δεν υπάρχει σαφές όριο για κάθε τύπο φυτικής κάλυψης [35].

Για παράδειγμα, όταν υπάρχουν αρνητικές τιμές, τότε είναι πιθανό να υπάρχει νερό. Από την άλλη, ότι ο NDVI είναι κοντά στο +1, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να υπάρχει πυκνή βλάστηση με πράσινα φύλλα.

Αλλά, όταν ο NDVI είναι κοντά στο μηδέν, τότε δεν υπάρχει πράσινη βλάστηση και είναι επίσης πιθανό να υπάρχει αστικοποιημένη περιοχή.

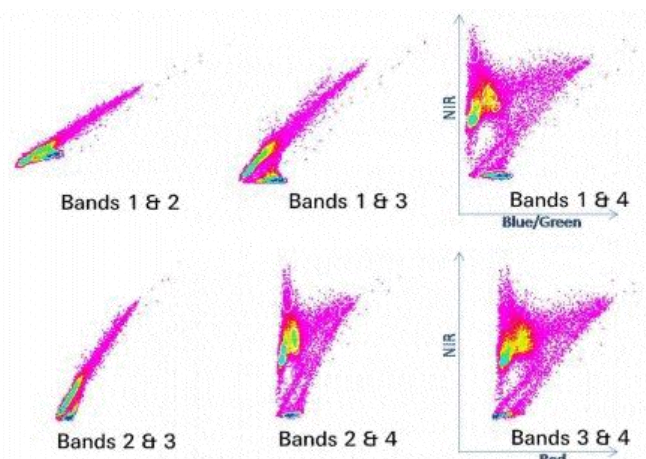
Ο NDVI για να υπολογιστεί χρησιμοποιεί όπως ήδη αναφέρθηκε το εγγύς υπέρυθρο και το κόκκινο κανάλι υπολογίζοντας τον επόμενο τύπο:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Η υγιής βλάστηση (χλωροφύλλη II) αντανακλά περισσότερο εγγύς υπέρυθρο (NIR) και ακτινοβολία στο πράσινο μήκος κύματος, σε σχέση με άλλα μήκη κύματος, αλλά απορροφά περισσότερο στην περιοχή του κόκκινου και μπλέ μήκος κύματος. Αυτός είναι και ο λόγος που τα μάτια μας βλέπουν την βλάστηση πράσινη. Εάν βλέπαμε στο εγγύς υπέρυθρο, τότε θα ήταν έντονο και για την βλάστηση. Οι δορυφορικοί αισθητήρες όπως ο Landsat και ο Sentinel έχουν και οι δύο τα απαραίτητα κανάλια NIR και κόκκινο. Ωστόσο, ο Sentinel έχει μία σειρά υπέρυθρων καναλιών, ανάμεσα στην περιοχή του κόκκινου και του εγγύς υπέρυθρου (rededge), τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν σε περαιτέρω αναλύσεις και μελέτες.

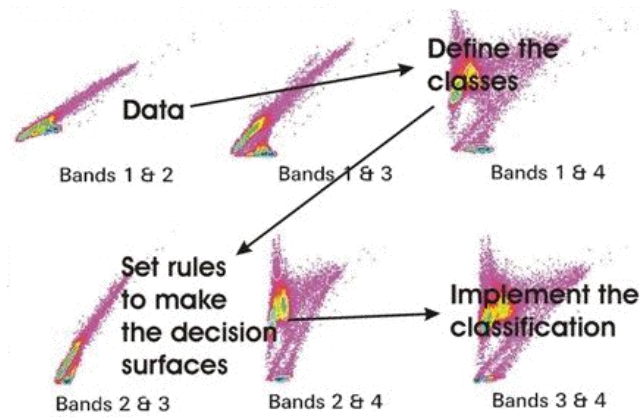
1.4.3 Ταξινομήσεις

Ταξινόμηση είναι η διαδικασία κατανομής αντικειμένων σε μία κλάση μέσα σε ένα διακριτό σύνολο τάξεων, με βάση των δεδομένων ενός αντικείμενου και σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων που δημιουργούν δυνατότητα απόφασης για τον διαχωρισμό μεταξύ των τάξεων. Είναι συνηθισμένο ότι οι κλάσεις είναι φυσικά σημαντικές, έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαφορετικό χρώμα για να διαχωριστούν φυτικά είδη πορτοκαλιάς, λεμονιάς και μήλων σε μία γραμμή επεξεργασίας, ή τα δεδομένα της ζώνης συχνότητων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν έναν χάρτη κάλυψης από δορυφορικά δεδομένα εικόνας [36].



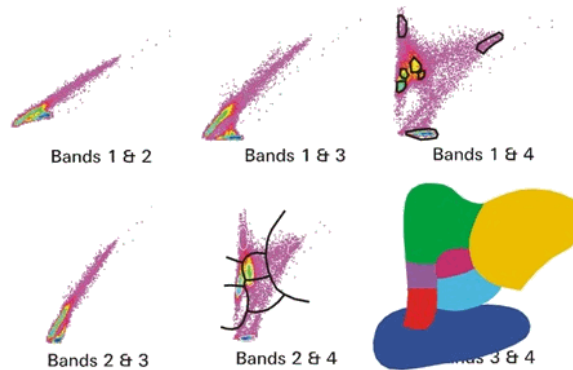
Εικόνα 6. Τυπικό ιστόγραμμα για δεδομένα δορυφορικών εικόνων 4 καναλιών

Η ταξινόμηση περιλαμβάνει τον καθορισμό των κλάσεων, συνήθως καθορίζοντας τις περιοχές εκπαίδευσης για κάθε τάξη, ή αυτόματα απευθείας από τα δεδομένα. Μετά, ορίζονται οι κανόνες που καθορίζουν την απόφαση στις επιφάνειες και επιτρέπει στον ταξινομητή να αποφασίσει ποιες τιμές ανήκουν σε κάθε κλάση και τέλος αυτό συμπεριλαμβάνει την πραγματική διεξαγωγή της ταξινόμησης.



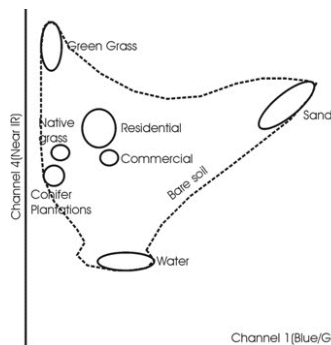
Εικόνα 7. Τυπική Διαδικασία ταξινόμησης

Οι τάξεις καθορίζονται είτε από την αναγνώριση των τυπικών περιοχών για κάθε τάξη και μετά χρησιμοποιώντας εκπαιδευτικές περιοχές να ληφθούν τα στατιστικά των τάξεων, ή με την χρήση ενός αλγορίθμου ομαδοποίησης για να αναγνωριστούν συσσωρεύσεις μέσα στα δεδομένα, και μετά να γίνει εξαγωγή των στατιστικών για κάθε μία από τις συσσωρεύσεις. Οι μέθοδοι αντίστοιχα ονομάζονται επιβλεπόμενες και μη επιβλεπόμενες ταξινομήσεις.



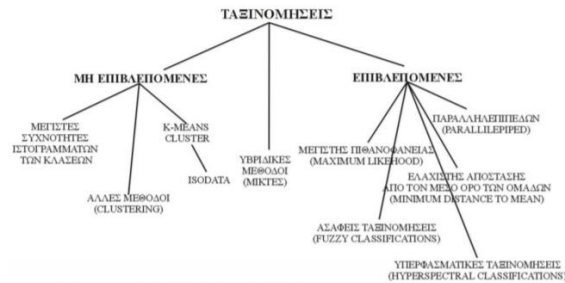
Εικόνα 8. 1. Καθορισμός των τάξεων από τα στατιστικά στοιχεία της τάξης. 2. Επιλογή της Συνάρτησης Πιθανής Συγκέντρωσης (PDF) που θα χρησιμοποιηθεί, έτσι ώστε οι πιθανότητες που θα χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν την απόφαση για τα επίπεδα τάξεων, 3. Χρήση των δεδομένων εκπαίδευσης για να καθοριστούν οι παράμετροι του (PDF) και με αυτόν τον τρόπο να καθοριστούν οι επιφάνειες απόφασης και συνεπώς και οι τομείς των τάξεων.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να γίνει αυτό, ωστόσο ένας από αυτούς είναι οι παραμετρικοί μέθοδοι που υποθέτουν ότι τα δεδομένα για μία τάξη υπακούουν σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο, συνήθως αυτό της Κανονικής Κατανομής.



Εικόνα 9. Το πραγματικό νόημα των τάξεων κάλυψης απεικονίζεται σε μία από αυτές τις εικόνες. Η θέση των καλύψεων γης σε κάθε ιστόγραμμα εξαρτάται από την τυπική ανάκλαση του είδους κάλυψης στα μήκη κύματος που απεικονίζονται στο ιστόγραμμα.

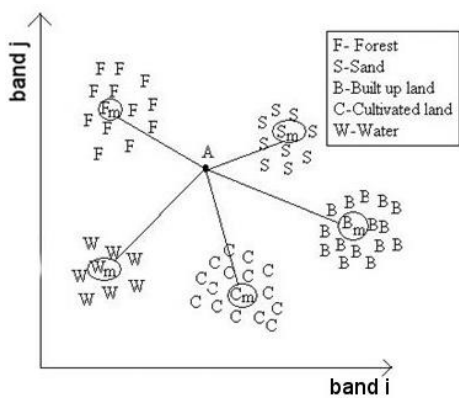
Κατά τη διάρκεια της ταξινόμησης τα σημαντικότερα είδη ταξινομήσεων παρουσιάζονται στην Εικόνα 10



Εικόνα 10. Κυριότερα είδη Ταξινομήσεων

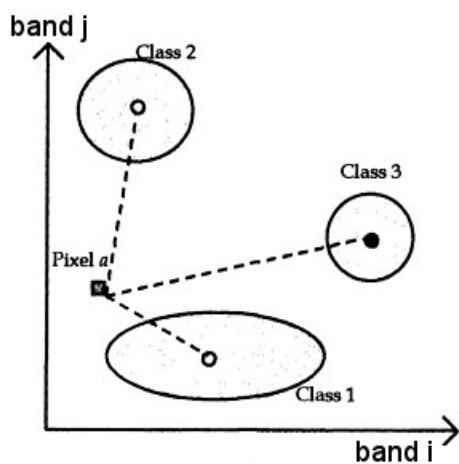
1.4.4 Μέθοδοι Ταξινόμησης

Οι μέθοδοι ταξινόμησης οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική:



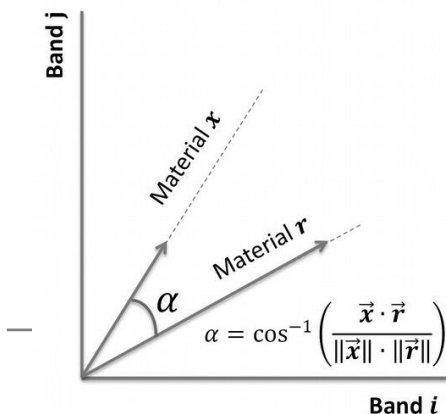
Ταξινόμηση Ελάχιστης Απόστασης:

Υπολογίζονται οι μέσες τιμές των περιοχών εκπαίδευσης για κάθε φασματικό κανάλι. Αυτές οι τιμές αντιπροσωπεύουν το διάνυσμα των μέσων τιμών των περιοχών εκπαίδευσης (καθώς και των αντίστοιχων τάξεων). Κάθε εικονοστοιχείο ταξινομείται σε μία τάξη με βάση την απόσταση του από το διάνυσμα μέσων τιμών της τάξης. Δηλαδή εντάσσεται στην τάξη στην οποία η απόσταση της αντίστοιχης περιοχής εκπαίδευσης από την προβολή του εικονοστοιχείου στο φασματικό χώρο προτύπων (που ορίζεται από τα φασματικά κανάλια) είναι ελάχιστη.



Ταξινόμηση μέγιστης πιθανοφάνειας

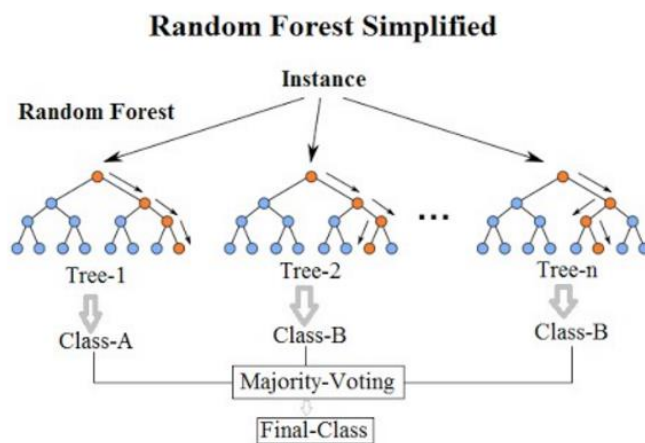
Σε αυτή την ταξινόμηση υπολογίζεται η διασπορά και η συνδιασπορά της τάξης όταν γίνεται ταξινόμηση ενός αγνώστου εικονοστοιχείου. Η υπόθεση που γίνεται είναι ότι σε κάθε τάξη η κατανομή του νέφους των σημείων (διανύσματα τιμών των εικονοστοιχείων) που απαρτίζουν την κατηγορία είναι κανονική (Gaussian, normally distributed). Κάτω από αυτή την υπόθεση η κατανομή της φασματικής απόκρισης της τάξης μπορεί να περιγραφεί πλήρως από το μέσο διάνυσμα και τον πίνακα συνδιασποράς. Με δεδομένες τις παραπάνω παραμέτρους μπορεί να υπολογιστεί η στατιστική πιθανότητα να ανήκει ένα εικονοστοιχείο σε μία κατηγορία.



Ταξινόμηση φασματικής γωνίας

Η ταξινόμηση φασματικής γωνίας (Spectral Angle Mapper) βασίζεται στη φυσική του φασματος και χρησιμοποιεί τη

N-διάστατη γωνία για να εντάξει κάποια εικονοστοιχεία σε μία φασματική υπογραφή αναφοράς. Ο αλγόριθμος προσδιορίζει την ομοιότητα μεταξύ δύο φασματικών υπογραφών υπολογίζοντας τη φασματική γωνία μεταξύ των δύο φασματικών υπογραφών τις οποίες θεωρεί ως διανύσματα σε ένα χώρο διάστασης τέτοιας όσα είναι τα κανάλια της εικόνας. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται συνήθως σε ατμοσφαιρικά διορθωμένες και βαθμονομημένες τηλεπισκοπικές απεικονίσεις των οποίων οι ψηφιακές τιμές είναι τιμές ανακλαστικότητας και οι φασματικές υπογραφές αναφοράς μπορεί να προέρχονται είτε από φασματικές μετρήσεις πεδίου ή από φασματικές βιβλιοθήκες ή και από περιοχές εκπαίδευσης. Η μέθοδος συγκρίνει τις φασματικές γωνίες μεταξύ των φασματικών υπογραφών αναφοράς και το φασματικό διάνυσμα κάθε εικονοστοιχείου σε ένα χώρο N διαστάσεων (όπου N ο αριθμός των καναλιών). Μικρές γωνίες συνεπάγονται μεγάλη ομοιότητα ενώ μεγάλες γωνίες συνεπάγονται μικρή ομοιότητα [37].



Ταξινόμηση Ελάχιστης Απόστασης:

Ο αλγόριθμος Random forests ή random decision forests είναι ένα είδος μάθησης για ταξινόμηση, παλινδρόμηση και άλλα θέματα που λειτουργούν κατασκευάζοντας ένα πλήθος δέντρων αποφάσεων στον χρόνο εκπαίδευσης και εξάγοντας την συστάδα που είναι η καταλληλότερη των συστάδων (ταξινόμηση) ή η μέση πρόβλεψη (παλινδρόμηση) των μεμονωμένων δέντρων [38].

1.4.5 Αξιολόγηση ταξινομήσεων

Τα συνήθη μεγέθη με τα οποία αξιολογούνται οι ταξινομήσεις είναι η Ακρίβεια του Παραγωγού και η Ακρίβεια Χρήστη.

Ο όρος «Ακρίβεια Παραγωγού» ή **Producers accuracy**, αντιστοιχεί στο σφάλμα παράληψης ή error of omission το οποίο ισούται με τη διαφορά 100%-error of omission.

Το σφάλμα παράληψης πρακτικά είναι τα σημεία που η ταξινόμηση δεν έχει εντοπίσει και ορίσει κάποια κλάση.

Η «Ακρίβεια του Χρήστη», ή User's accuracy αντιστοιχεί στο Σφάλμα Συμπερίληψης ή Error of commission και ισούται με τη διαφορά 100% - error of commission.

Το σφάλμα συμπερίληψης ωστόσο υπάρχει δυνατότητα να υπερβαίνει το 100%, καθώς αντιστοιχεί σε εκείνα τα pixel που έχουν συμπεριληφθεί σε ορισμένες κατηγορίες ενώ δεν θα έπρεπε.

Ένα πιο αξιόπιστο μέτρο αξιολόγησης των ταξινομήσεων είναι ο δείκτης kappa. Ο δείκτης **Kappa** είναι ένας στατιστικός δείκτης περισσότερο αξιόπιστος που δείχνει με καλύτερη ακρίβεια την ακρίβεια της ταξινόμησης και ορίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$K = (\text{observed accuracy} - \text{change agreement}) / (1 - \text{change agreement})$$

$$K = \frac{\text{Pr}(a) - \text{Pr}(e)}{1 - \text{Pr}(e)}$$

Εικόνα 11. Ο δείκτης kappa [39]

Όλοι οι παραπάνω πίνακες υπολογίζονται με βάση τον πίνακα σύγχυσης, ο οποίος προσδιορίζεται με για κάθε ταξινόμηση με χρήση δεδομένων ελέγχου από επίγειες παρατηρήσεις.

1.5 Έξυπνη Γεωργία ή Γεωργία Ακριβείας

Η γεωργική πρακτική έχει περάσει από πολλές «επαναστάσεις», όπου η εξημέρωση των ζώων και των φυτών μερικές χιλιάδες χρόνια πριν. η χρήση της εναλλαγής καλλιεργειών και άλλες βελτιώσεις στις γεωργικές πρακτικές μερικές εκατοντάδες χρόνια πριν ή η «πράσινη επανάσταση» με συστηματικό πολλαπλασιασμό και εκτενής χρήση λιπασμάτων που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο, όπως και παρασιτοκτόνων, μόλις μερικές δεκαετίες πριν. Φαίνεται ότι η γεωργία προχωράει σε μία τέταρτη επανάσταση που ξεκινά από την εκθετική χρήση της πληροφορίας και της τεχνολογίας πληροφορίας στην γεωργία [40].

Η Γεωργία Ακριβείας (ΓΑ) είναι ένα σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης μίας μονάδας με την χρήση της τεχνολογίας της πληροφορίας, των δορυφορικών δεδομένων εντοπισμού θέσης (GNSS), της τηλεπισκόπησης και της συλλογής δεδομένων. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν στόχο να βελτιστοποιήσουν την χρήση και τη μείωση των γεωργικών εισροών, ενώ παράλληλα στοχεύουν στην μείωση των αποτελεσμάτων στο περιβάλλον. Η σύγχρονη τεχνολογία της ΓΑ στην αρόσιμη γη, τις μόνιμες καλλιέργειες και σε γαλακτοκομικές μονάδες επανεξετάζονται, κυρίως στην Ευρωπαϊκή Ήπειρο, μαζί με μερικά οικονομικά θέματα στην υιοθέτηση της ΓΑ. Από το 2014, πριν την τότε αναθεώρηση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ), εξετάζονταν λύσεις για την υιοθέτηση της ΓΑ, συμπεριλαμβανομένων μέτρων που θα μπορούσαν να τονωθούν μέσω της νομοθεσίας της ΚΑΠ 2014-2020 και την συμβολή των συμβουλευτικών υπηρεσιών σε όλη την Ευρώπη [41]. Σήμερα, αναμένεται η επόμενη τροποποίηση της ΚΑΠ και υπάρχει πλέον μεγαλύτερη άνεση με τον όρο Γεωργία Ακριβείας από όλους, ενώ πλέον είναι αποδεκτό ότι είναι κάτι αν όχι μόνο χρήσιμο, απαραίτητο για να βελτιωθεί η κατάσταση του αγροτικού τομέα.

Η γεωργία ακριβείας περιλαμβάνει ένα σύνολο τεχνολογιών που συνδυάζουν αισθητήρες, πληροφοριακά συστήματα, βελτιωμένο εξοπλισμό και διαχείριση της πληροφορίας, με στόχο την βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας υπολογίζοντας την αβεβαιότητα και την μεταβλητότητα των γεωργικών συστημάτων. Η προσαρμογή των συντελεστών παραγωγής στις απαιτήσεις που έχει συγκεκριμένα ένα χωράφι, ή ξεχωριστά το κάθε ζώο, επιτρέπει τελικά την καλύτερη χρήση των διαθέσιμων πόρων, για τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα βελτιώνεται η βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας των τροφίμων. Η γεωργία ακριβείας είναι το μέσο για την παρακολούθηση της αλυσίδας παραγωγής τροφίμων και τη διαχειρίζεται τόσο την ποσότητα και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων [42].

Η Βελτίωση των διαδικασιών γεωργικής παραγωγής είναι απαραίτητη, για διασφαλιστεί η ύπαρξη της απαραίτητης ποσότητας τροφίμων για τις μελλοντικές απαιτήσεις του πληθυσμού του πλανήτη. Επιπλέον χρειάζεται η διάθεση των τροφίμων στην ζητούμενη ποιότητα, καθώς επίσης η παραγωγή να είναι φιλική προς το περιβάλλον. Τέλος, η αειφορία των πόρων που χρησιμοποιούνται και η Ιχνηλασιμότητα των τροφίμων που παράγονται, προσφέρουν προστιθέμενη αξία στις αλλαγές της αγοράς, εξασφαλίζουν την ασφάλεια και θρεπτική κατάσταση των τροφίμων και τέλος επηρεάζουν τις εθνικές και διεθνείς πολιτικές για την ασφάλεια των τροφίμων. Η γεωργία ακριβείας έχει

εφαρμοστεί σε πλήθος καλλιεργειών και σε πολλές χώρες της υψηλίου και οι στόχοι της εφαρμογής της είναι:

- Η βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων που χρησιμοποιούνται, αυτό συμβάλλει τελικά στην αύξηση των κερδών των επιχειρήσεων, αλλά και εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των γεωργικών επιχειρήσεων.
- Μείωση στα προβλήματα που προκαλούνται στο περιβάλλον
- Βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος εργασίας και των κοινωνιών [42].

Μερικές από τις νέες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί ή υιοθετηθεί στον αγροτικό τομέα τις τελευταίες δεκαετίες είναι τα χαμηλού κόστους συστήματα εντοπισμού θέσης, όπως το Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης (GNSS), προσδιορισμός της βιομάζας και δείκτη της φυλλικής επιφάνειας από αισθητήρες που τοποθετούνται σε αγροτικά μηχανήματα, γεωφυσικοί αισθητήρες που μετρούν τις ιδιότητες του εδάφους, χαμηλού κόστους μέθοδοι τηλεπισκόπησης και αξιόπιστες συσκευές για την αποθήκευση, επεξεργασία και μεταφορά/ ανταλλαγή της πληροφορίας. Όλες αυτές οι νέες τεχνολογίες παράγουν μεγάλο ποσό προσιτών, υψηλής ανάλυσης πληροφοριών και έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη λεπτομερών ή ειδικών για κάθε περίπτωση πρακτικών διαχείρισης της αγροτικής γης, η οποία αναφέρεται με τον όρο Γεωργία Ακριβείας.

Χαρακτηριστική είναι η χρήση της ΓΑ και στον κτηνοτροφικό τομέα, όπου μέσω της νομοθεσίας χρησιμοποιούνται συστήματα ηλεκτρονικής ταυτοποίησης αγελάδων, χοιρινών, κατσικών και προβάτων για να αποφευχθεί η μετάδοση νόσων, να βελτιωθεί η ασφάλεια τροφίμων και να ελέγχεται η διάθεση των επιδοτήσεων. Με αυτό το σύστημα κάθε ζώο έχει έναν μοναδικό κωδικό, ο οποίος δίνεται από έναν βόλο στο στομάχι, ή σκουλαρίκι στο αυτί του ζώου. Επίσης με την χρήση RFID, επιτυγχάνεται ο έλεγχος των ζώων από υπολογιστές, με σκοπό να υπάρχουν ατομικά σιτηρέσια για κάθε ζώο και ρομπότ για το άρμεγμα. Επιπλέον, αναλύσεις στο γάλα, πραγματοποιούνται απευθείας και πολλές φορές «online» σε οργανωμένες κτηνοτροφικές επιχειρήσεις [42].

Το επόμενο βήμα της παραγωγής από κτηνοτροφικές μονάδες ή φυτικής παραγωγής είναι η επεξεργασία και η διάθεση στο καταναλωτικό κοινό. Το σύνολο σχεδόν της αγροτικής βιομηχανίας έχει συμφωνήσει να ακολουθήσει το σύστημα των ISOBUS (International Standard Organization binary system), ως διεθνές πρωτόκολλο για την ηλεκτρονική επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών, τρακτέρ και εργαλείων. Ομοίως ένα παρόμοιο σύστημα ανταλλαγής πληροφοριών χρειάζεται για την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων από την μονάδα παραγωγής στον λιανέμπορο. Αυτό θα είναι σημαντικό γιατί θα μπορέσουν να καλυφθούν οι απαιτήσεις της νομοθεσίας και να υπάρχει ιχνηλασιμότητα για τα προϊόντα, αντίστροφα σε κάθε τετραγωνικό γης, από όπου παράχθηκαν. Κατά τη διαχείριση των αγροτικών μονάδων δεν θα επιτευχθεί μόνο ή αποφυγή εφαρμογών που δεν απαιτούνται, αλλά θα βρεθούν τρόποι για να μεγιστοποιηθούν οι εκροές της επιχείρησης. Τέλος, οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί από την βιομηχανία και τους λιανέμπορους τροφίμων, θα μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν διάφορους τρόπους προώθησης, έτσι ώστε να επιβεβαιωθεί η καταλληλότητα των ποιοτικών και εφοδιαστικών προτύπων [42].

Αν και ήδη αναφέρθηκε ο όρος τηλεπισκόπηση, ο οποίος είναι άμεσα συνδεδεμένος με την Γεωργία Ακριβείας, κάποια στοιχεία που αφορούν την τηλεπισκόπηση αξίζει να καταγραφούν. Η Γεωργία Ακριβείας ξεκίνησε τα πρώτα της βήματα στα μέσα της δεκαετίας του 1980. Η αρχή πραγματοποιήθηκε με εφαρμογές αισθητήρων για την οργανική ουσία του εδάφους και γρήγορα εξελίχθηκε συμπεριλαμβάνοντας και δορυφορικούς, εναέριους και αισθητήρες τοποθετημένους σε γεωργικούς ελκυστήρες. Μήκη κύματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην αρχή εστιάστηκαν σε μερικά κανάλια ορατού φωτός. Σήμερα, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που χρησιμοποιείται ένα μεγάλο εύρος από μήκη κύματος, από τα υπεριώδη στα μικροκύματα, επιτρέποντας προηγμένες εφαρμογές όπως την ανίχνευση φωτός όπως το radar, “light detection and ranging”, LIDAR, την φασματοσκοπία φθορισμού και την θερμική φασματοσκοπία, σε συνδυασμό με παραδοσιακές μεθόδους περιοχών του φάσματος στο ορατό και εγγύς υπέρυθρο. Το φασματικό εύρος ζώνης μειώθηκε δραματικά με την εμφάνιση της υπερφασματικής τηλεπισκόπησης, επιτρέποντας την βελτιωμένη ανάλυση συγκεκριμένων ενώσεων, μοριακών αλληλεπιδράσεων, εντοπίζοντας ακόμα και το στρες των καλλιεργειών, πολλές φορές πριν αυτό γίνει ορατό από τον γυμνό οφθαλμό των παραγωγών, καθώς επίσης βιοφυσικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών. Έτσι υπάρχει πλέον πλήθος από φασματικούς δείκτες που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας, αντί να εστιάζουμε μόνο σε δείκτες NDVI. Η χωρική ανάλυση της εναέριας και δορυφορικής

τηλεπισκόπησης έχει βελτιωθεί από εκατοντάδες μέτρα σε ακρίβεια ακόμα και κλασμάτων του μέτρου, επιτρέποντας την αξιολόγηση των ιδιοτήτων του εδάφους και των καλλιεργειών με εξαιρετική χωρική ανάλυση. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνει ωστόσο η ανάγκη για αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων και η ανάγκη επεξεργασίας τους. Η χρονική συχνότητα της τηλεπισκόπησης έχει επίσης βελτιωθεί δραματικά, καθώς πλέον υπάρχει πλήθος δορυφόρων που διέρχεται πολύ συχνά από το ίδιο σημείο της γης καταγράφοντας πληροφορίες και στέλνοντας της σε πραγματικό χρόνο στη γη. Επί του παρόντος υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για τη συλλογή δεδομένων τηλεπισκόπησης σε πολλαπλές χρονικές περιόδους ώστε να πραγματοποιείται σχεδόν σε πραγματικό χρόνο η διαχείριση του εδάφους, των καλλιεργειών και των επιβλαβών οργανισμών. Ο Πίνακας 6 παρουσιάζει πλήθος δεικτών που χρησιμοποιούνται σήμερα στην γεωργία ακριβείας για να αξιοποιηθούν διάφορα δεδομένα που λαμβάνονται από εναέριους ή αισθητήρες που βρίσκονται σε ελκυστήρες και το έδαφος [43].

Index	Definition	Reference
Greenness index (G)	R_{554}/R_{677}	Smith, Adams, Stephens, & Hick, 1995
SR1	$NIR/red = R_{801}/R_{670}$	Daughtry, Walthall, Kim, de Colstoun, & McMurtrey, 2000
SR2	$NIR/green = R_{800}/R_{550}$	Buschman & Nagel, 1993
SR3	R_{700}/R_{670}	McMurtrey, Chappelle, Kim, Meisinger, & Corp, 1994
SR4	R_{740}/R_{720}	Vogelmann, Rock, & Moss, 1993
SR5	$R_{675}/(R_{700} + R_{650})$	Chappelle et al., 1992
SR6	$R_{672}/(R_{550} + R_{708})$	Datt, 1998
SR7	$R_{860}/(R_{550} + R_{708})$	Datt, 1998
DI1	$R_{800} - R_{550}$	Buschman & Nagel, 1993
NDVI	$(R_{800} - R_{680})/(R_{800} + R_{680})$	Lichtenthaler, Lang, Sowinska, Heisel, & Mieh, 1996
Green NDVI (GNDVI)	$(R_{801} - R_{550})/(R_{800} + R_{550})$	Daughtry et al., 2000
PSSRa	R_{800}/R_{680}	Blackburn, 1998
PSSRb	R_{800}/R_{635}	Blackburn, 1998
NDI1	$(R_{780} - R_{710})/(R_{780} - R_{680})$	Datt, 1999
NDI2	$(R_{850} - R_{710})/(R_{850} - R_{680})$	Datt, 1999
NDI3	$(R_{734} - R_{747})/(R_{715} + R_{726})$	Vogelmann et al., 1993
MCARI	$[(R_{700} - R_{670}) - 0.2(R_{700} - R_{550})](R_{700}/R_{670})$	Daughtry et al., 2000
TCARI	$3 * [(R_{700} - R_{670}) - 0.2 * (R_{700} - R_{550}) * (R_{700}/R_{670})]$	Haboudane et al., 2002
OSAVI	$(1 + 0.16)(R_{800} - R_{670})/(R_{800} + R_{670} + 0.16)$	Rondeaux et al., 1996
TCARI/OSAVI		Haboudane et al., 2002
TVI	$0.5 * [120 * (R_{750} - R_{550}) - 200 * (R_{670} - R_{550})]$	Broge & Leblanc, 2000
MCARI/OSAVI		Zarco-Tejada, Miller, Morales, Berjón, & Agüera, 2004
RDVI	$(R_{800} - R_{670})/\sqrt{R_{800} + R_{670}}$	Rougean & Breon, 1995
MSR	$(R_{800}/R_{670} - 1)/\sqrt{R_{800}/R_{670} + 1}$	Chen, 1996
MSAVI	$0.5 * [2R_{800} + 1 - \sqrt{4R_{800}^2 + 1} - 8(R_{800} - R_{670})]$	Qi et al., 1994
MTVI	$1.2 * [1.2 * (R_{800} - R_{550}) - 2.5 * (R_{670} - R_{550})]$	Haboudane et al., 2004
MCARI2	$1.5 * [2.5 * (R_{800} - R_{670}) - 1.3 * (R_{800} - R_{550})]$ $\sqrt{(2R_{800} + 1)^2 - (6R_{800} - 5\sqrt{R_{670}}) - 0.5}$	Haboudane et al., 2004

Πίνακας 6. Υπερφασματικοί δείκτες βλάστησης που είναι διαθέσιμοι για Γεωργία Ακριβείας. R = μήκος κύματος ανάκλασης (R) σε nm. NIR αναφέρεται στην ανάκλαση του εγγύς υπέρυθρου. [43]

Η βιολογική γεωργία από την άλλη μεριά θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μία πρακτική καλλιέργειας των αγροτεμαχίων με τρόπο που θα υπάρχει σεβασμός και προστασία του περιβάλλοντος. αφού προάγεται η χρήση μεθόδων καλλιέργειας χωρίς την εφαρμογή τοξικών αγροχημικών. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια διαπιστώνουμε ότι η χρήση των αγροχημικών περιορίζεται καθημερινά ακόμα και στη συμβατική γεωργία, είτε μειώνοντας τα ανεκτά επίπεδα ύπαρξης κάποιων δραστικών ουσιών στα προϊόντα που θα καταναλωθούν, ή ακόμα και απαγορεύοντας ομάδες δραστικών ουσιών, καθώς αποδεικνύεται ή διαπιστώνεται ότι δεν είναι ασφαλής η κατανάλωση τροφίμων που έχουν υποστεί την εφαρμογή αυτών των χημικών από τον άνθρωπο. Με λίγα λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι η βιολογική γεωργία είναι η εφαρμογή των παραδοσιακών μεθόδων καλλιέργειας (πριν την ανάπτυξη και χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων, παρασιτοκτόνων και λιπασμάτων), η οποία όμως για να είναι αποδοτική θα πρέπει να συνδυάσει και τις νέες τεχνολογίες και σίγουρα την έξυπνη γεωργία.

Χρήσεις της έξυπνης γεωργίας που μπορούν να βρουν εφαρμογή στην βιολογική άμεσα, ή ίσως ήδη βρίσκουν είναι η αντιμετώπιση των ζιζανίων με έξυπνους τρόπους (ακόμα και ρομπότ που αντιμετωπίζουν τα ζιζάνια για να αποφευχθεί η χρήση ζιζανιοκτόνων, καθώς δεν υπάρχει εναλλακτικός τρόπος αντιμετώπισης των ζιζανίων από την μηχανική καταστροφή τους ή την χρήση χημικών). Επιπλέον, σημαντικός τομέας είναι η νέα τεχνολογία και οι πρακτικές της ΓΑ να

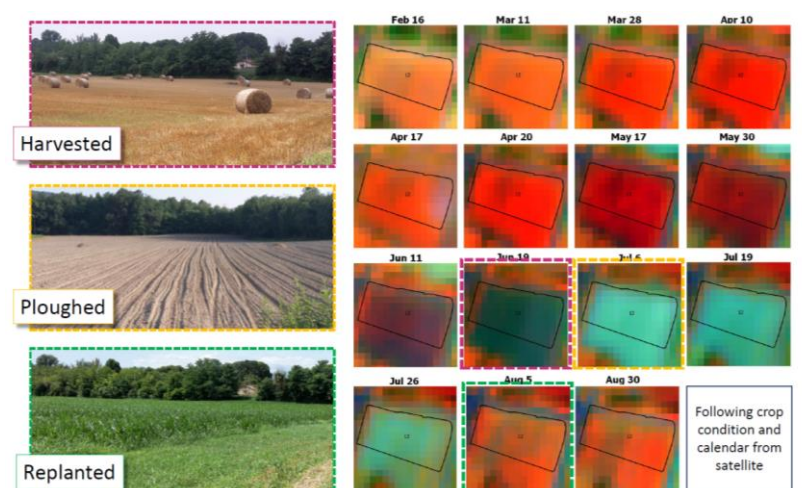
εφαρμοστούν στον τρόπο ταυτοποίησης ενός προϊόντος ότι είναι βιολογικό, που δεν είναι άλλος από την πιστοποίηση. Είναι βέβαιο ότι ο τρόπος που πραγματοποιείται η πιστοποίηση των βιολογικών προϊόντων στις μέρες μας είναι απαρχαιωμένος και ο λόγος φαίνεται ότι είναι η έλλειψη τεκμηρίωσης για κάποια θέματα που αφορούν όλη την αλυσίδα πιστοποίησης.

Ένα ακραίο παράδειγμα είναι ότι αν πέσει ή ακόμα υπάρξει ένα μηχανικό πρόβλημα σε ένα αεροπλάνο, υπάρχουν συγκεκριμένες διαδικασίες καταγραφής και τεκμηρίωσης του προβλήματος, έτσι ώστε να αιτιολογηθεί η ζημιά, να διορθωθεί και να μην επαναληφθεί στο μέλλον. Στη βιολογική γεωργία αυτό φαίνεται ότι δεν εφαρμόζεται. Βέβαια, είναι σίγουρο ότι είναι τελείως διαφορετικό κάποιος τελικά να εμπορεύεται ένα «ευτελές» οικονομικά προϊόν (π.χ. λίγες τομάτες) και δεν μπορεί να συγκριθεί σε καμία περίπτωση με τις ανθρώπινες ζωές που χάνονται άμεσα με την πτώση ενός αεροσκάφους. Παρόλα αυτά, έχει πλέον τεκμηριωθεί ότι η κατανάλωση παρασιτοκτόνων γενικά και κυρίως σε μεγάλες ποσότητες που υπερβαίνουν τις νομικές απαιτήσεις οδηγεί σε αργό θάνατο συμπολίτες μας ή και εμάς τους ίδιους.

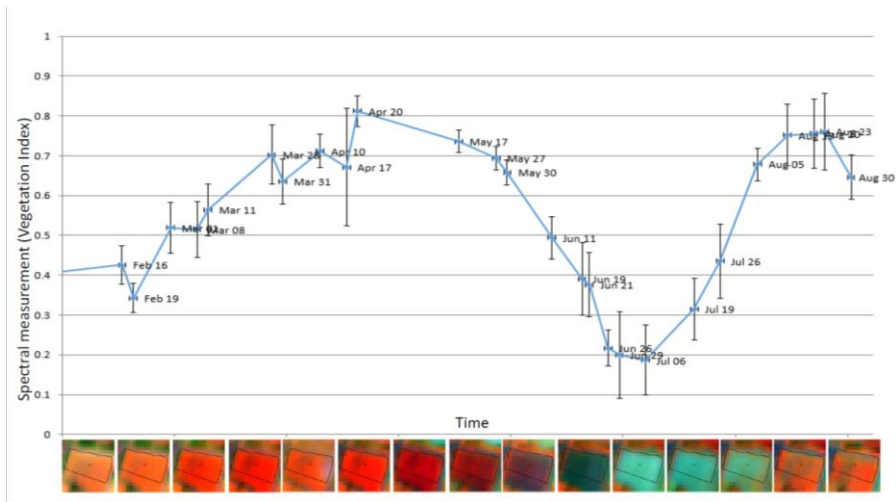
Η χρήση λοιπόν της έξυπνης γεωργίας μπορεί να εφαρμοστεί στο κομμάτι της βιολογικής πιστοποίησης και τελικά με δορυφορικές φωτογραφίες ή άλλου τύπου αεροφωτογραφίες οι φορείς πιστοποίησης να ακολουθήσουν τελείως διαφορετικές διαδικασίες, οι οποίες θα τους προσφέρουν τη δυνατότητα να βλέπουν από ψηλά και χωρίς να καταναλώνουν χωρίς λόγο καύσιμα για επισκέψεις σε χωράφια χωρίς λόγο, να έχουν αποτελεσματικότερους ελέγχους. Με αυτόν τον τρόπο, θα παραμείνουν στο σύστημα πιστοποίησης παραγωγοί που παράγουν πραγματικά βιολογικά προϊόντα, θα αμείβονται καλύτερα και θα τονωθεί το ενδιαφέρον τους να προσφέρουν περισσότερα στον τομέα της βιολογικής γεωργίας έχοντας ένα κοινό όραμα, ενώ παράλληλα οι καταναλωτές θα νιώσουν μεγαλύτερη ασφάλεια και θα επιζητούν μεγαλύτερες ποσότητες βιολογικών προϊόντων. Έτσι, τελικά θα κερδίσει η βιολογική γεωργία και το περιβάλλον, ενώ φαίνεται ότι αντί να σπαταλιούνται χρήματα και πόροι σε επιδοτήσεις παραγωγών που πολλές φορές δεν παράγουν προϊόντα, θα προωθηθεί η έρευνα και η ανάπτυξη σε έναν κύκλο ενδιαφερόμενων που θα έχουν ένα κοινό στόχο την πραγματική βιολογική γεωργία.

Στην Εικόνα 13 παρουσιάζεται στα αριστερά πώς είναι η εικόνα ενός αγροτεμαχίου καθώς καλλιεργείται κατά τη διάρκεια του έτους. Συγκεκριμένα κατά τη συγκομιδή, την άρωση και την εκ νέου φύτευση, ενώ δεξιά φαίνονται οι εναέριες εικόνες από πολυφασματικές εικόνες που έχουν ληφθεί από 16 Φλεβάρη έως 30 Αυγούστου και πώς τροποποιείται το έγχρωμο σύνθετο. Η εικόνα λήφθηκε από παρουσίαση του Joint Research Center [44].

Αντίστοιχα από την προηγούμενη παρουσίαση υπάρχει η ανάλυση στην Εικόνα 13, όπου φαίνεται η μεταβολή του NDVI στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.



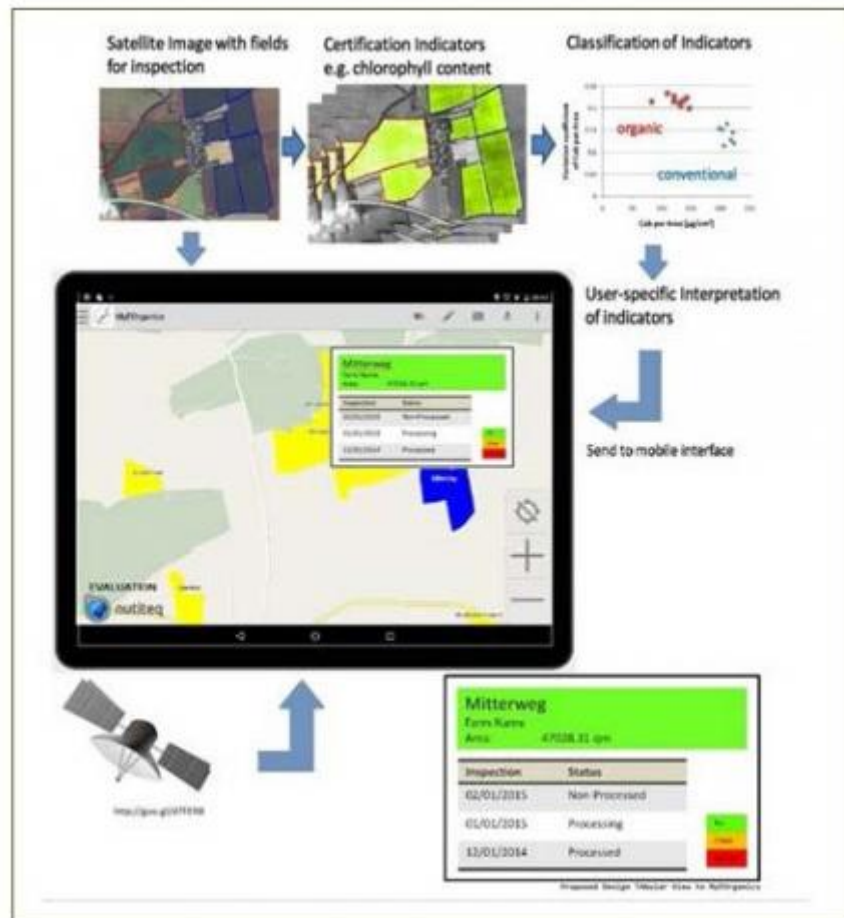
Εικόνα 12. Εικόνα αγροτεμαχίου καθώς καλλιεργείται (αριστερά) και από τον δορυφόρο (δεξιά) [44]



Εικόνα 13. Μεταβολή του NDVI όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 12.

1.5.1 Γεωργία Ακριβείας και Πιστοποίηση

Από τα Copernicus Master εντοπίστηκε ότι έχει χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε. το έργο **myEOrganics**, σε συνεργασία με δύο ομάδες και 3 εταιρείες για την ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης βασισμένο στο GNSS και την Παρατήρηση της Γης στον τομέα της βιολογικής γεωργίας. Ο στόχος του είναι η ανάπτυξη μίας εφαρμογής για κινητά που να εμφανίζει εντοπισμένες πληροφορίες σε πεδία, με βάση την επεξεργασία επίγειων δεδομένων, για τη στήριξη της βιολογικής πιστοποίησης. Το έργο επεξεργάζεται από την banAIRia ως συντονιστή και τις Vista, PCAgrar, Ecocert και Inforpole [45].



Εικόνα 14. Διάγραμμα Ροής για τις υπηρεσίες myEOrganics (© myEOrganics)

Αυτό που αναφέρεται στο εν λόγω έργο είναι ότι οι διαδικασίες πιστοποίησης είναι μακρόχρονες και κοστοβόρες και ότι γίνεται πλέον ιδιαίτερα σημαντικό οι παραγωγί να παραμείνουν ανταγωνιστικοί και να εμπνέουν την εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Ένα από τα σημαντικότερα σημεία της πιστοποίησης είναι η επίσκεψη του επιθεωρητή στο χωράφι. Αυτοί οι έλεγχοι καταναλώνουν σημαντικό χρόνο και δεν μπορούν να σχεδιαστούν εκ των προτέρων, καθώς δεν υπάρχει κάποια αποδεκτή μέθοδος για να καθοριστεί ποια χωράφια μπορεί να είναι σημαντικότερο να πραγματοποιηθεί επίσκεψη και ποια μπορεί να έχουν κάποιο πρόβλημα.

Σκοπός του έργου είναι η δημιουργία δεικτών πιστοποίησης, οι οποίοι θα είναι διαθέσιμοι στον επιθεωρητή κατά την επιθεώρηση, και έτσι χρησιμοποιώντας τα ελεύθερα δεδομένα του Copernicus, να μπορεί να παράγει πληροφορίες σχετικά με τη συμμόρφωση του πεδίου με τους Κανονισμούς της Ε.Ε..

Αντίστοιχα η τρέχουσα εργασία στοχεύει σε αυτό το σημείο βέβαια, να καθορίσει εκ των προτέρων τα αγροτεμάχια με πιθανή απόκλιση από τις διαδικασίες ελέγχου.

1.6 LPIS

Κάτι σημαντικό που σχετίζεται με την παρούσα εργασία είναι η ύπαρξη του LPIS (Land Parcel Identification System), δηλαδή Σύστημα Αναγνώρισης των Αγροτεμαχίων. Το εν λόγω σύστημα θεσπίστηκε από την Ευρωπαϊκή ένωση και θα μπορούσαμε να πούμε με επιτυχία γίνεται η δήλωση των καλλιεργειών των παραγωγών, μάλιστα με ακρίβεια σε δορυφορικές εικόνες. Επιπλέον, οι δηλώσεις συνδυάζονται με επίπεδο που δημιουργείται και επικαιροποιείται από τον ΟΠΕΚΕΠΕ, στο οποίο παρουσιάζονται οι εκτάσεις που έχουν πολυετείς καλλιέργειες, ετήσιες καλλιέργειες, κτήρια, δρόμους και άλλες ανθρώπινες κατασκευές και διάφορες εκτάσεις που από την φωτοερμηνεία φαίνεται ότι δεν είναι καλλιέργειες και δεν μπορούν να επιδοτηθούν.

Το LPIS είναι ένα πολύ καλό παράδειγμα που σχετίζεται άμεσα με την παρούσα εργασία, καθώς πριν λίγα χρόνια, οι παραγωγοί έκαναν χειρόγραφες δηλώσεις των καλλιεργειών τους, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η τεκμηρίωση και η εύρεση ηθελημένων και μη λαθών, από τις ελεγκτικές αρχές. Αποτέλεσμα αυτού ήταν να διπλοδηλώνονται εκτάσεις και τελικά να μοιράζονται επιδοτήσεις και δικαιώματα καλλιέργειας σε ανθρώπους που δεν είχαν καν καλλιέργειες. Όλα αυτά σε συνδυασμό με τις πολιτικές απόδοσης επιδοτήσεων ακόμα και αν δεν υπάρχει παραγωγή, οι πραγματικοί καλλιεργητές έχασαν το κίνητρό τους να παράγουν προϊόντα και τελικά οι νέοι σταμάτησαν να ασχολούνται με τη γεωργία. Σήμερα, με την ηλεκτρονική καταχώρηση των καλλιεργειών και τον έλεγχο με δορυφορικές εικόνες, είναι δυνατόν να μοιραστούν ίσα τα δικαιώματα καλλιέργειας και κάποια ποσά ενίσχυσης που θα αποφασιστούν από την κεντρική αρχή, με αποτέλεσμα να τονώνεται το ενδιαφέρον αυτών που θέλουν αν ασχοληθούν πραγματικά με την γεωργία και δεν αναζητούν το σύντομο και προσωρινό κέρδος από μία επιδότηση.

Τα προηγούμενα αναφέρθηκαν με σκοπό να τονιστεί πόσο σημαντικό είναι και τη βιολογική γεωργία να δημιουργηθεί ένα πιο δίκαιο σύστημα, το οποίο θα βασίζεται σε καταλληλότερους ελέγχους και σίγουρα σε αυτό μπορεί να συμβάλει η σύγχρονη τεχνολογία και η ύπαρξη δορυφορικών εικόνων με κανάλια που μπορούν να δουν περαιτέρω από αυτά που βλέπει ο γυμνός οφθαλμός μας. Όχι μόνο αυτό, θα μπορούν να εντοπιστούν από και τα ίχνη από τρακτέρ που εισήλθαν σε αγροτεμάχια, και συνήθως τα τρακτέρ διέρχονται στα αγροτεμάχια είτε για να καλλιεργήσουν τη γη ή να εφαρμόσουν κάποιον ψεκασμό. Συνεπώς η εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας στην βιολογική πιστοποίηση ακόμα δεν έχει ξεκινήσει, αλλά είναι βέβαιο ότι στο μέλλον θα θεωρείται αυτονόητη και απαραίτητη.

Σύμφωνα με έκθεση του European Court of Auditors το 2016 [46], το Σύστημα Αναγνώρισης Αγροτεμαχίων (LPIS) είναι ένα IT σύστημα που βασίζεται σε δορυφορικές εικόνες ή αεροφωτογραφίες που αποτυπώνουν το σύνολο της αγροτικής γης ενός κράτους. Είναι ο μηχανισμός που ελέγχει τις περιοχές που θα επιδοτηθούν σύμφωνα με όσα ορίζει η Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.), δηλαδή αναφερόμαστε στην διάθεση σχεδόν 45.5 δις. Ευρώ το 2015. Το ECA υπολόγισε ότι σφάλμα του μηχανισμού εκτιμάται σε 2.9% το 2014. Τα πιο πολλά λάθη οφείλονται στις περιοχές. Το εν λόγω σύστημα επίσης αναφέρεται ότι αυξάνεται η σημαντικότητά του στον έλεγχο της συμμόρφωσης με διάφορες περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η βιολογική γεωργία εντάσσεται στα γεωργοπεριβαλλοντικά έργα, εμμέσως αναφέρεται ότι όλα αυτά τα μέτρα θα μπορούν να ενταχθούν στον έλεγχο με το LPIS. Τέλος, το 2016 η εν λόγω έκθεση αναφέρει ότι στα 28 Κράτη Μέλη της Ε.Ε. υπάρχουν 44 εθνικά ή τοπικά LPISs σε χρήση, τα οποία περιέχουν πάνω από 135 εκατομμύρια τεμάχια γης.

Βέβαια, όπως φαίνεται και στην

Εικόνα 15 τα πράγματα δεν είναι τόσο απλά ακόμα και σε ένα σύστημα όπως το LPIS, το οποίο έχει στηριχτεί από 28 κράτη μέλη και έχει διαχειριστεί μεγάλα χρηματικά ποσά. Χαρακτηριστικά φαίνεται ότι ένας βοσκότοπος έχει δηλωθεί από την αρχή της Ιρλανδίας ως 90% επιλέξιμος (δηλαδή στο 90% της γης μπορούν να βόσκουν ζώα της περιοχής) αλλά τελικά μετά την αυτοψία του ECA όπως φαίνεται στην δεύτερη φωτογραφία, η επιλεξιμότητα είναι μόνο 70%. Γενικά η τάση είναι κάθε κράτος μέλος να προσπαθεί πολλές φορές να «ξεγελάσει» τους φορείς στο υψηλότερο στάδιο, έτσι ώστε να μπορούν αν διανεμηθούν περισσότερες επιδοτήσεις σε μία χώρα. Με αυτόν τον τρόπο τελικά όμως χάνεται η ουσία των ζητημάτων, που δεν είναι άλλη από την αρχική καταγραφή της κατάστασης σε μία χώρα και μετά θα αποφασιστούν οι λήψεις πολιτικών μέτρων για την τόνωση ή

μη μίας ενέργειας. Απώτερος στόχος βέβαια χρειάζεται πρέπει να είναι το όφελος της πλειοψηφίας των πολιτών, χωρίς να υπάρχει ανεπίστροφη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Example of incorrect pro-rata assessments, revealing the limitations of LPIS imagery

In **Ireland**, a grassland parcel covered partially with bushes, trees, fern and heather recorded in the LPIS as being 90 % eligible, was assessed during the audit visit as being only 70 % eligible, meaning that part of the payment might have been overstated.



© Irish Paying Agency (DAFM)

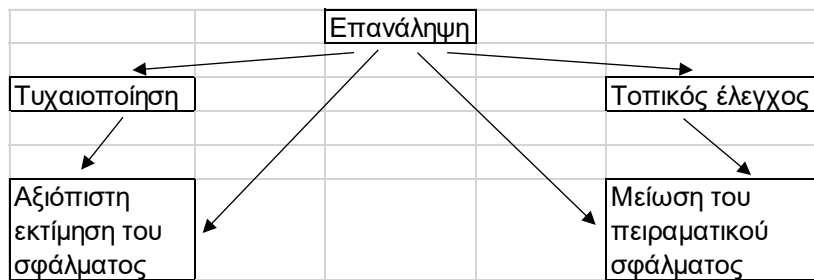


Source: European Court of Auditors

Εικόνα 15. Παραδείγματα αστοχίας εφαρμογής του LPIS από την έκθεση ECA [46].

1.7 Γεωργικός Πειραματισμός

Τα γεωργικά πειράματα πραγματοποιούνται στη φύση, με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολλοί απρόβλεπτοι παράγοντες, οι οποίοι χρειάζεται να ληφθούν υπόψη από τον σχεδιασμό του πειράματος μέχρι την ανάλυση των δεδομένων. Έτσι για να είναι τα αποτελέσματα ακριβή και σωστά, ο ερευνητής θα πρέπει να ελαχιστοποιήσει την παραλλακτικότητα η οποία δεν υπόκειται στον άμεσο έλεγχό του. Γι' αυτό πρέπει να ακολουθηθούν οι αρχές της τυχαιοποίησης, επανάληψης και ο τοπικός έλεγχος [47, ρ. 21]. Προτείνεται λοιπόν μία σχέση μεταξύ των τριών αυτών αρχών στην Εικόνα 16.



Εικόνα 16. Σχέση επανάληψης, τυχαιοποίησης και του τοπικού ελέγχου με το πειραματικό σφάλμα [47]

Το πείραμα του FIBL, δεδομένα του οποίου χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία και θα παρουσιαστεί πιο κάτω φαίνεται ότι έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με το Σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων. Σύμφωνα με το σχέδιο αυτό, η περιοχή που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για το πείραμα χωρίζεται σε αριθμό λωρίδων ίσο με τον αριθμό των επαναλήψεων που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε στο πείραμα. Η κάθε λωρίδα, ή επανάληψη ή ομάδα, έχει συνήθως τόσα πειραματικά τεμάχια όσος είναι και ο αριθμός των επεμβάσεων. Οι επεμβάσεις (ποικιλίες, λιπάσματα, ψεκασμοί κ.α.) μετά τυχαιοποιούνται, ανεξάρτητα μέσα σε κάθε επανάληψη. Αν και συνήθως κάθε επέμβαση χρησιμοποιείται μια μόνο φορά σε κάθε επανάληψη, ορισμένες επεμβάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερες φορές [47].

Αρχικά, όταν έγινε ανάλυση των τιμών των καναλιών για κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρξε σκέψη να εφαρμοστούν δεδομένα γεωργικού πειραματισμού για την ανάλυση, αλλά οι τιμές ήταν πολύ κοντά και έτσι πραγματοποιήθηκαν σχετικές ταξινομήσεις.

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Αρχική Πρόταση Μεθοδολογίας

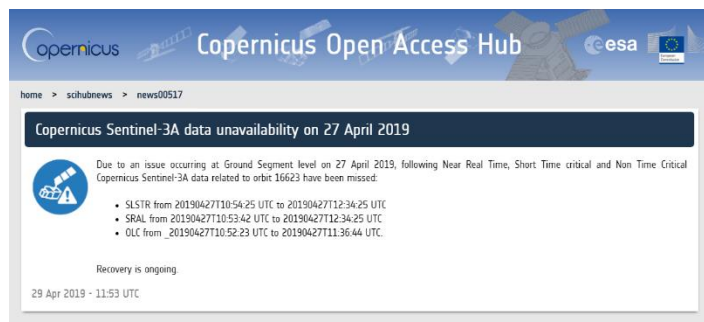
Από όσα ήδη γράφηκαν φαίνεται ότι η προσπάθεια ελέγχου των βιολογικών καλλιεργειών με μεθόδους τηλεπισκόπησης ξεκίνησε κάπου το 2012 με ενθαρρυντικά αποτελέσματα για αυτά που μπορούν να επιτευχθούν, χωρίς όμως να προχωρήσουν, αφού οι δημοσιεύσεις με σχετικές εργασίες είναι ελάχιστες και καταγράφονται στις παρούσες σελίδες.

Λαμβάνοντας υπόψη στην παρούσα εργασία δεν υπήρχε ο απαιτούμενος χρόνος και τα μέσα να οργανωθεί ένας πειραματικός αγρός (παρόλα αυτά θα ήταν απαραίτητο για να ληφθούν ασφαλή και μετρήσιμα συμπεράσματα), έτσι ώστε να υπάρχουν συγκεκριμένα δεδομένα για την βιολογική γεωργία, ξεκίνησε μία προσπάθεια να ληφθούν αξιόπιστα δεδομένα για βιοκαλλιεργητές και συμβατικούς καλλιεργητές και εμείς θα πραγματοποιήσουμε τις απαιτούμενες αναλύσεις των δορυφορικών εικόνων που θα εντοπιστούν. Αρχικά προτάθηκε η εργασία να γίνει σε καλλιέργεια ελιάς, λόγω της ιδιαίτερης σημασίας για την Χώρα, ως γεωργικό προϊόν, αλλά και των διαθέσιμων στοιχείων που υπήρχαν.

Σημαντικό πρόβλημα όμως ήταν ότι οι ελαιώνες δεν αποτελούνται από δένδρα ίδιας ηλικίας ή δεν έχουν το ίδιο μέγεθος, αφού διαφορετικά αναπτύσσεται ξηρικά η ελιά και διαφορετικά όταν ποτίζεται. Ωστόσο, αυτά θα ληφθούν υπόψη στην ανάλυση και ίσως χωριστούν σε ομάδες τα αγροτεμάχια που θα επιλεγθούν. Επιπλέον, σημαντικός παράγοντας είναι ότι από τα διαθέσιμα δεδομένα πιθανόν κάποια αγροτεμάχια που δηλώνονται βιολογικά μπορεί να δέχονται μη επιτρεπόμενες ουσίες, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, καθώς επίσης πολλά από τα αγροτεμάχια που δηλώνονται ως συμβατικά, να μην δέχονται καμία επέμβαση γεωργικών εισροών (αγροχημικών ή λιπασμάτων) ή ακόμα και να καλλιεργούνται ακριβώς όπως τα βιολογικά, ιδίως όταν πρόκειται για οικογενειακά αγροτεμάχια που το προϊόν προορίζεται για ίδια κατανάλωση.

Τελικά ο ΟΠΕΚΕΠΕ διέθεσε όλα τα απαιτούμενα δεδομένα με τις θέσεις των αγροτεμαχίων ελιάς και εάν δηλώνονται από τους ιδιοκτήτες τους ή διαχειριστές τους, ως βιολογικά ή συμβατικά. Όμως, δεν υπήρχε δυνατότητα να δοθούν στοιχεία επικοινωνίας των παραγωγών, λόγω της πρόσφατης νομοθεσίας προσωπικών δεδομένων [48]. Παρόλα αυτά υπήρξε επικοινωνία και επίσκεψη σε δύο παραγωγούς, τον κ. Ντούτσια στον Άγιο Κωνσταντίνο στην Φθιώτιδα και τον κ. Βαλλή στις Ροβιές Εύβοιας.

Για την λήψη δορυφορικών αεροφωτογραφιών χρησιμοποιήθηκαν αρχικά τα δωρεάν δεδομένα από τον Copernicus [49], όπως φαίνεται στην Εικόνα 17. Στη συνέχεια υπήρχε σκέψη για την αντικειμενοστραφή ανάλυση των δεδομένων μέσω e-Cognition ή άλλες συγκρίσεις με το QGIS. Στόχος από τα διαθέσιμα δεδομένα ήταν να εντοπιστούν διαδικασίες που θα επιτρέπουν την τεκμηρίωση του διαφορετικού τρόπου καλλιέργειας σε βιολογικά και μη αγροτεμάχια, κατά κύριο λόγο στην ελληνική περιφέρεια.



Εικόνα 17. Copernicus Open Access Hub

Αξίζει να σημειωθεί η διαπίστωση ενός σημαντικού προβλήματος το οποίο θεωρήθηκε ότι πιθανόν θα επηρέαζε το αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης και δεν είναι άλλο από το ότι τα βιολογικά προϊόντα μακροσκοπικά τις περισσότερες φορές δεν διαφέρουν αλλά πωλούνται ακριβότερα από τον παραγωγό και σε συνέχεια τους εμπόρους, αυξάνοντας την προστιθέμενη αξία που λαμβάνουν. Έτσι, παραγωγοί προσπαθούν να μην καλλιεργήσουν βιολογικά, αλλά με φθηνότερες μεθόδους και τελικά να πουλήσουν ακριβότερα προϊόντα με τη σφραγίδα των βιολογικών. Αποτέλεσμα είναι ότι κάποιος μπορεί να ισχυρίζεται ότι είναι βιοκαλλιεργητής και τελικά να μην εφαρμόζει τα απαιτούμενα (γι' αυτό ήταν σημαντικό από την αρχή να βρεθούν αξιόπιστοι παραγωγοί). Επίσης, ένας παραγωγός μπορεί να εφαρμόζει γεωργικές εισροές (ιδίως λίπανσης) που θα προσεγγίζουν σε θρεπτικά στοιχεία αυτά των συμβατικών καλλιεργειών και τελικά επειδή η βιολογική γεωργία απαιτεί και οργανική ουσία, τελικά η εικόνα της καλλιέργειας να είναι πάρα πολύ καλή ίσως όπως και μία συμβατική (και πάλι όμως θα μπορούσαν να υπάρξουν κάποιες διαφοροποιήσεις, όπως ύπαρξη εντόμων που στα συμβατικά τα ψεκάζουν).

Χαρακτηριστικό είναι ότι οι βιολογικές καλλιέργειες έχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους, όπως:

- διαφορετικά λιπάσματα ή κοπριά,
- διαφορετική εποχή εφαρμογών,
- τροποποιήσεις στο κλάδεμα,
- διαφορετική αντιμετώπιση ασθενειών, εχθρών των καλλιεργειών κτλ.

Όλα αυτά κάνουν την μελέτη περίπλοκη, πολυπαραγοντική και λίγο ασαφή στην αρχική της φάση, έτσι ώστε να ορίσουμε με ακρίβεια πώς θα εργαστούμε και αν τελικά θα υπάρξει επιτυχία στο εγχείρημά μας. Από την αρχή όμως η ομάδα πίστεψε στην ιδέα και προσπάθησε να λάβει κάποιο αποτέλεσμα, στα χρονικά πάντα πλαίσια που δίνει μία Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακού Διπλώματος.

Κατά τη διάρκεια της παρούσης μελέτης υπήρχε συνεχής επικοινωνία και συζήτηση με άλλους ενδιαφερόμενους για την εξέλιξη της βιολογικής γεωργίας σε φορείς πιστοποίησης της Ελλάδας και του Εξωτερικού. Αποτέλεσμα ήταν να δοθεί η δυνατότητα να υπάρξει συνεργασία για την εν λόγω μελέτη με το ερευνητικό κέντρο βιολογικής γεωργίας της Ελβετίας FiBL [50], μέσω μίας επαφής που προέκυψε από τον Reto Ingold, έναν σύμβουλο βιοδυναμικής γεωργίας στην Ελβετία.

Τελικά από το ερευνητικό κέντρο FiBL (ο Δρ. Urs Niggli και Δρ. Paul Mauder) μας παρέιχαν ότι δεδομένα ζητήσαμε για να μπορέσουμε να κάνουμε μία πρώτη σύγκριση των πολυφασματικών εικόνων, που λαμβάνονται από πειραματικά τεμάχια ενός μακροχρόνιου πειράματος που συγκρίνει τεχνικές βιολογικής, βιοδυναμικής και συμβατικής καλλιέργειας στην Ελβετία για περισσότερα από 30 χρόνια στο Therwil thw Elbetöiaw, κάπου κοντά στη Βασιλεία.

Οστόσο, για να μπορέσουν να ληφθούν και χρησιμοποιηθούν εικόνες, μιας και δεν ήταν πλέον επαρκή τα δεδομένα του Coregnicus (το μέγεθος του κάθε pixel είναι κατά πολύ μεγαλύτερο των πειραματικών τεμαχίων που έχουν μέγεθος 5*10 μέτρων), ενώ οι εικόνες Coregnicus έχουν κατά πολύ μεγαλύτερο. Αυτός ήταν και ο λόγος που έγιναν προσπάθειες να δοθούν δωρεάν σε πρώτη φάση εικόνες από κάποιο φορέα ή εταιρεία, και ευτυχώς έγινε αποδεκτό από την εταιρεία Planet να μας παρέχουν πολυφασματικές εικόνες με μέγεθος pixel 3*3 μέτρα. Δηλαδή εικόνες όχι τέλειες, αλλά αρκετά καλές για να μπορέσουμε να κάνουμε μία πρώτη σύγκριση στα πειραματικά μας, ενώ είναι σημαντικό ότι αν αυτές οι εικόνες χρησιμοποιηθούν στην πράξη, όπου τα αγροτεμάχια είναι τουλάχιστον 20 φορές μεγαλύτερα από τα πειραματικά, θα μπορέσουν να υπάρξουν πολύ καλύτερα αποτελέσματα. Κάτι που τελικά δοκιμάστηκε με επιτυχία σε ορισμένα αγροτεμάχια ελιάς στον Άγιο Κωνσταντίνο Φθιώτιδας

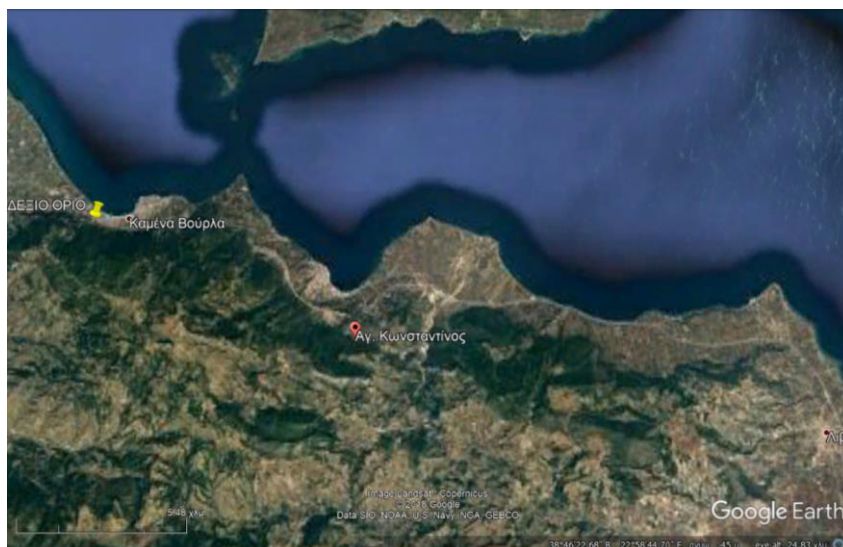
3 Περιοχή Μελέτης Άγιος Κωνσταντίνος Φθιώτιδας

3.1 Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή μελέτης στον Άγιο Κωνσταντίνο βρίσκεται στη Στερεά Ελλάδα, παραθαλάσσια περιοχή, σε υψόμετρο περίπου 40 μέτρων από τη θάλασσα σε ένα τμήμα γης όπου επικρατεί η καλλιέργεια της ελιάς. Σύμφωνα με την ιστοσελίδα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY) [51], ο Πίνακας 7 περιγράφει τις μέσες τιμές κλιματολογικών δεδομένων στην Λαμία, η οποία απέχει 37km από τον Άγιο Κωνσταντίνο, αλλά υπάρχει διαθέσιμος μετεωρολογικός σταθμός όπου κρατούνται ιστορικά δεδομένα.

Λαμία/ Μήνας	Μέση Θερμοκρασία °C			Υγρασία (%)	Βροχόπτωση (mm)	Άνεμοι		Βροχή Ημέρες
	Μηνιαία	Μέγιστη	Ελάχιστη			Δνση	Ένταση (Kt)	
Ιανουάριος	7.1	11.6	3.5	76.5	64.4	ΒΔ	5.3	13.3
Φεβρουάριος	8.0	12.6	3.9	74.5	65.2	ΒΔ	5.5	13.1
Μάρτιος	10.5	15.3	5.9	71.5	60.9	ΒΔ	5.8	12.6
Απρίλιος	14.8	20.0	9.3	65.0	46.0	ΒΔ	6.3	10.6
Μάιος	20.1	25.4	13.8	59.1	34.1	Α	6.3	8.7
Ιούνιος	25.3	30.8	18.0	49.9	22.4	Α	6.6	5.2
Ιούλιος	26.9	32.3	19.7	50.0	18.8	Α	6.3	3.7
Αύγουστος	25.9	31.6	19.1	54.2	27.0	Α	5.8	4.2
Σεπτέμβριος	22.4	28.5	16.2	59.7	17.4	Α	5.2	4.3
Οκτώβριος	16.9	22.4	12.0	70.4	71.4	ΒΔ	4.8	10.5
Νοέμβριος	11.8	16.7	7.9	75.5	72.9	ΒΔ	4.6	11.1
Δεκέμβριος	8.3	12.9	4.7	76.8	73.3	ΒΔ	5.1	13.1

Πίνακας 7. Πίνακας Μέσων Μηνιαίων Τιμών Κλιματικών Δεδομένων [51]



Εικόνα 18. Άγιος Κωνσταντίνος από το Google Earth

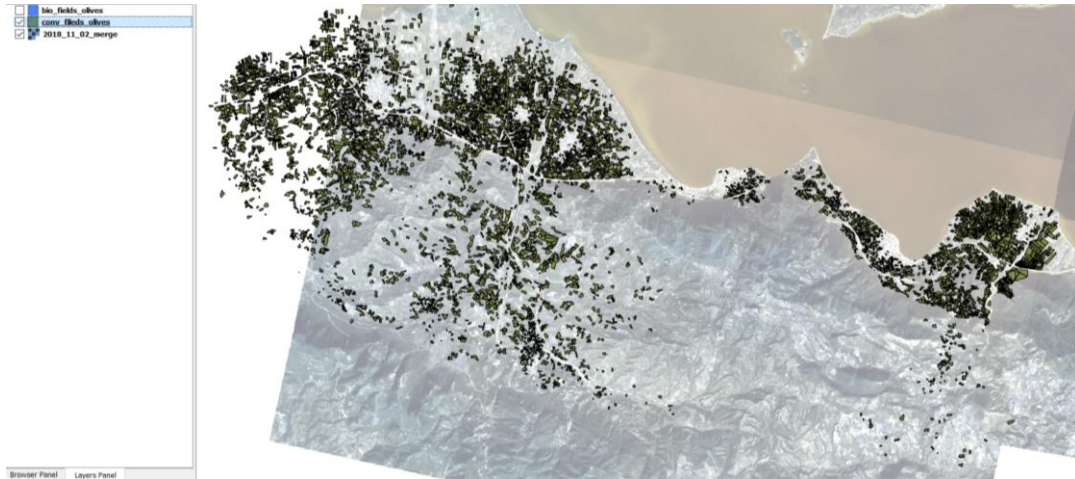
3.2 Δεδομένα

Για τη περιοχή του Αγίου Κωνσταντίνου πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στα αγροτεμάχια της κας Ντούτσια Δήμητρας με υπόδειξη του συζύγου της και γεωπόνου Ντούτσια Γεώργιου.

Επιπλέον από τον οργανισμό ΟΠΕΚΕΠΕ διατέθηκαν δεδομένα για τους ελαιώνες της περιοχής (τόσο για τις δηλώσεις των συμβατικών ελαιώνων, όσο και των βιολογικών). Τα βιολογικά αγροτεμάχια ελιάς της ευρύτερης περιοχής του Αγίου Κωνσταντίνου παρουσιάζονται στην Εικόνα 19, ενώ τα αντίστοιχα συμβατικά στην Εικόνα 20.



Εικόνα 19. Βιολογικά Αγροτεμάχια Ελιάς όπως δηλώνονται από τους παραγωγούς στην εφαρμογή του ΟΠΕΚΕΠΕ



Εικόνα 20. Συμβατικά Αγροτεμάχια Ελιάς όπως δηλώνονται από τους παραγωγούς στην εφαρμογή του ΟΠΕΚΕΠΕ

Στην Εικόνα 19 και Εικόνα 20 είναι χαρακτηριστικό ότι έχουν δηλωθεί 9605 συμβατικά αγροτεμάχια με ελαιοκαλλιέργεια και 413 βιολογικά, δηλαδή το 4,1% των συνολικών δηλώσεων με ελαιοτεμάχια έχουν δηλωθεί ότι πιστοποιούνται βιολογικά, κάτι που αναλογεί στον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ωστόσο, από την επίσκεψη στη περιοχή είχαν επιλεχθεί τα αγροτεμάχια που φαίνονται στην επόμενη εικόνα, Εικόνα 21.

Αντίστοιχα, από τον ΟΠΕΚΕΠΕ έγινε αποδεκτό και στάλθηκαν τα δεδομένα για τις περιοχές Εύβοια, Άμφισσας, Τολοφώνα και Αράχωβας, καθώς υπήρχε δυνατότητα και ήδη επικοινωνία με κάποιους παραγωγούς στις εν λόγω περιοχές.

Στην περιοχή του Αγίου Κωνσταντίνου, όπου έγινε και η επίσκεψη, τα αγροτεμάχια που είναι δηλωμένα βιολογικά στις δηλώσεις του ΟΠΕΚΕΠΕ, παρουσιάζονται στην Εικόνα 21 με κόκκινο περίγραμμα. Επίσης από την δορυφορική εικόνα ξεχωρίζουν οι καλλιέργειες της ελιάς (No 6), που καλύπτουν στο μεγαλύτερο ποσοστό την περιοχή, αλλά επίσης παρουσιάζονται και ετήσιες καλλιέργειες με κίτρινο ή πράσινο χρώμα (No 1 έως 5).



Εικόνα 21. Δηλωμένα βιολογικά αγροτεμάχια σε περιοχή επίσκεψης

3.3 Στάδια επεξεργασίας

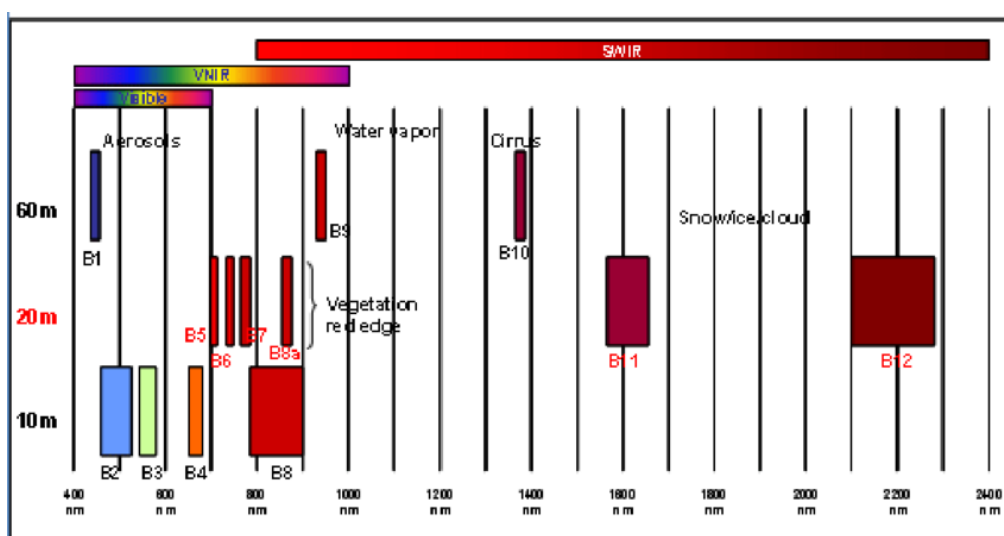
3.3.1 Περιγραφή Sentinel 2

Η αποστολή Sentinel-2 του Copernicus περιλαμβάνει δύο δορυφόρους τοποθετημένους διαδοχικά σε 180 ° μεταξύ τους. Στόχος είναι η παρακολούθηση της μεταβλητότητας των επιφανειακών συνθηκών. ενώ το ευρύ πλάτος κάλυψης (290 χλμ.) και ο σύντομος χρόνος διέλευσης (10 ημέρες στον ισημερινό με ένα δορυφόρο και 5 ημέρες με 2 δορυφόρους κάτω από συνθήκες χωρίς σύννεφα που έχουν ως αποτέλεσμα 2-3 ημέρες στα μέσα γεωγραφικά πλάτη). υποστηρίζει την παρακολούθηση των μεταβολών της γήινης επιφάνειας. Τα όρια κάλυψης κυμαίνονται μεταξύ 56 ° νότου και 84 ° βόρειου γεωγραφικού πλάτους [52].

Οι δορυφόροι Sentinel 2 έχουν ένα Πολυφασματικό Όργανο (MSI – Multi-Spectral Instrument) με 13 φασματικά κανάλια από το ορατό μέχρι το υπέρυθρο (SWIR). Τα κανάλια έχουν διαφορετικές αναλύσεις από 10 έως 60 μέτρα και το μήκος κύματός τους καθορίζεται από συγκεκριμένους σκοπούς. Η λίστα των καναλιών με τα βασικά τους μήκη κύματος παρουσιάζει ο Πίνακας 1, ενώ στην Εικόνα 22 παρουσιάζεται η απεικόνιση των καναλιών του Sentinel 2 στα αντίστοιχα κανάλια που διαθέτει [53].

Κανάλι Sentinel-2	Μέσο Μήκος Κύματος (μm)	Ανάλυση (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Πίνακας 8. Μήκη κύματος των δορυφόρων Sentinel 2



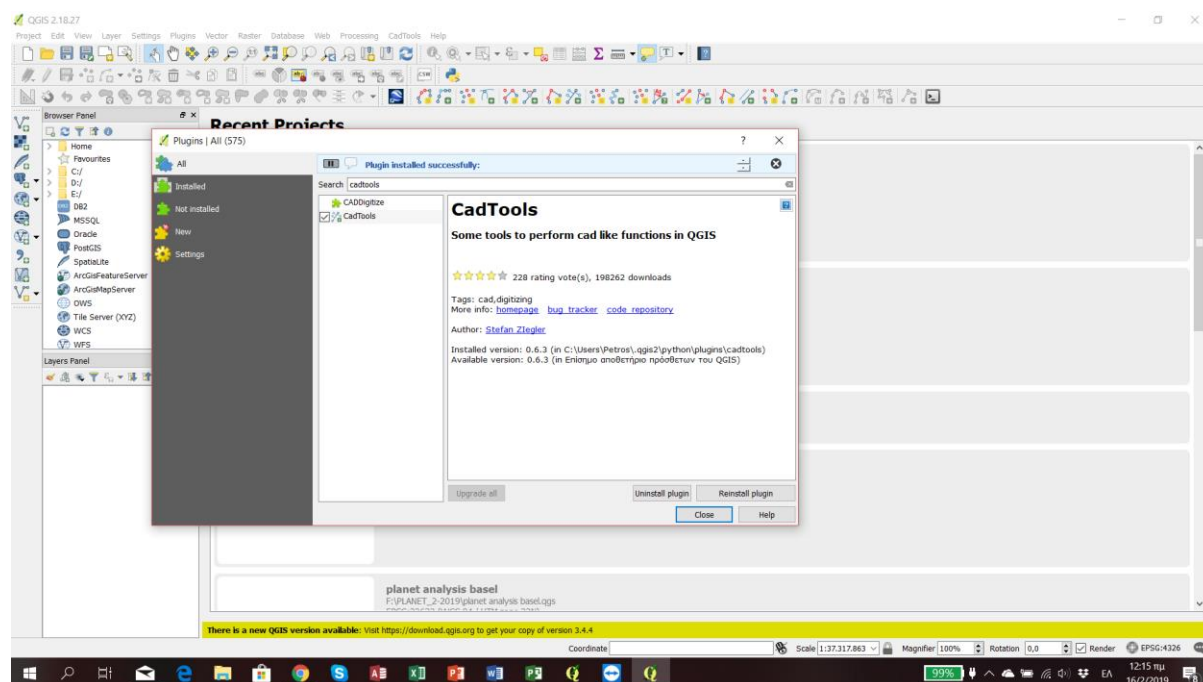
Εικόνα 22. Απεικόνιση της ανάλυσης για κάθε κανάλι των Sentinel 2

3.3.2 QGIS

Η απεικόνιση και ανάλυση των εικόνων πραγματοποιήθηκε με την χρήση του ελεύθερου λογισμικού QGIS. Η έκδοση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε ήταν η 2.18.27. Παρότι υπήρχε διαθέσιμη και νεότερη έκδοση, αποφασίστηκε να μην χρησιμοποιηθεί, καθώς διαπιστώνεται ότι δεν λειτουργούν αρκετά χρήσιμα προγράμματα (plugins) στην νεότερη έκδοση ακόμα.

Πραγματοποιήθηκε εγκατάσταση κάποιων Plugins, όπως του CadTools (Εικόνα 23) και έγινε προσπάθεια να δημιουργηθούν τα όρια των πειραματικών τεμαχίων κ.α., αλλά τελικά οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν ήταν:

- η λήψη εικόνων από sentinel ή planet. Συγκεκριμένα στην Φθιώτιδα που τα αγροτεμάχια είχαν μέγεθος άνω του ενός στρέμματος ξεκίνησε η επεξεργασία με εικόνες Sentinel, ενώ στο πείραμα FIBL της Ελβετίας έγινε χρήση των εικόνων της Planet με ανάλυση 3μ * 3μ για κάθε ρικελ εικόνας, καθώς τα πειραματικά τεμάχια έχουν μέγεθος 10μ. επί 5μ., συνεπώς οριακά η ανάλυση των 3μ. * 3μ. μπορεί να καλύψει τις ανάγκες για την ανάλυση.
- Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν τα περιγράμματα των αγροτεμαχίων σε Φθιώτιδα ή των πειραματικών τεμαχίων σε Ελβετία. Επιπλέον, στην Φθιώτιδα και τις άλλες περιοχές της Ελλάδας, υπήρχαν διαθέσιμα και τα δεδομένα από τον ΟΠΕΚΕΠΕ με τα περιγράμματα των ελαιοτεμαχίων, όπως αυτά δηλώνονται από τους ιδιοκτήτες τους στην Αίτηση Ενίαιας Ενίσχυσης, με επιπλέον την πληροφορία αν βρίσκονται υπό το σύστημα ελέγχου και πιστοποίησης βιολογικής γεωργίας.
- Επόμενο βήμα η ανάλυση των εικόνων με απλή φωτοερμηνεία ή με διαδικασίες ταξινόμησης.



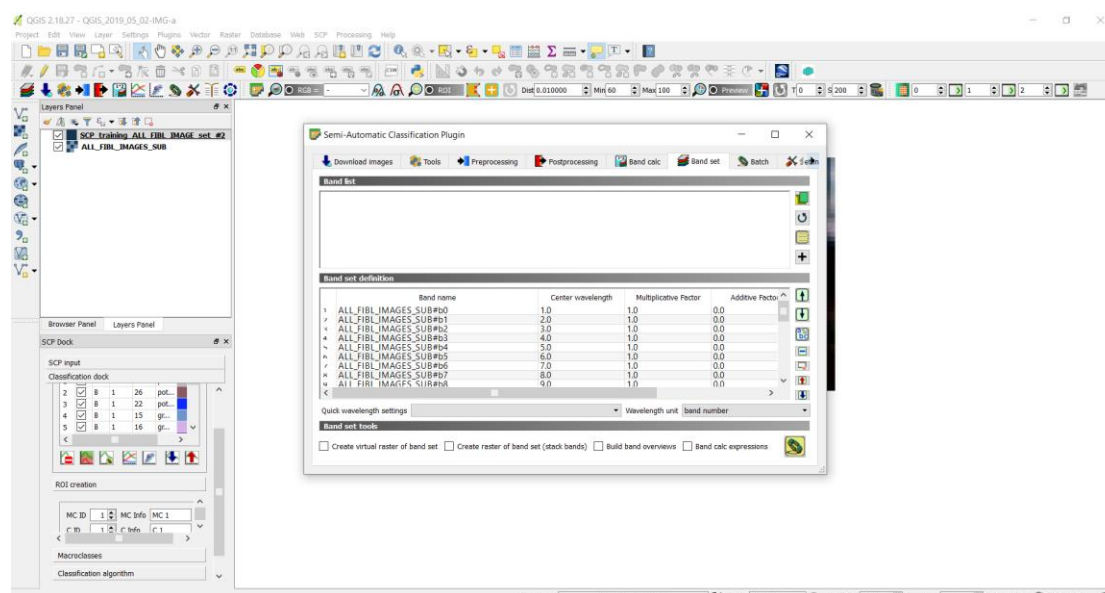
Εικόνα 23. Εγκατάσταση των Cad Tools σε QGIS για να δημιουργηθούν τα όρια των πειραματικών

Για την στατιστική ανάλυση και σύγκριση των μέσων τιμών για τα κανάλια ή δείκτες όπως τον NDVI χρησιμοποιήθηκε το plugin, Zonal Statistics.

3.3.3 Semi-Automatic Classification Plugin (SACP)

Για την ταξινόμηση των εικόνα χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο του QGIS, «Semi-Automatic Classification Plugin». Το «Ημιαυτόματο plugin ταξινόμησης» είναι μία δωρεάν προσθήκη στο ελεύθερο λογισμικό QGIS (open source) που επιτρέπει την ημιαυτόματη οπτική ταξινόμηση εικόνων τηλεπισκόπησης, παρέχοντας εργαλεία για την επιτάχυνση δημιουργίας των περιοχών κατάρτισης (ROI) μέσω την ανάπτυξης περιοχών ή της δημιουργίας πολλαπλών ROI. Οι φασματικές υπογραφές των περιοχών εκπαίδευσης μπορούν να υπολογιστούν και να εμφανιστούν αυτόματα σε μία γραφική παράσταση φασματικής υπογραφής. Υπάρχει δυνατότητα να γίνει εισαγωγή φασματικών υπογραφών από εξωτερικές πηγές. Επιπλέον, ένα εργαλείο επιτρέπει την επιλογή και λήψη των ψηφιακών υπογραφών από την USGS Spectral Library. Πολλά εργαλεία είναι διαθέσιμα για την φάση της προετοιμασίας της επεξεργασίας (αποκοπή εικόνας, μετατροπή του Landsat σε αντανakλαστικότητα), η διαδικασία ταξινόμησης (Ελάχιστη Απόσταση, Μέγιστη Πιθανότητα, αλγόριθμοι χαρτογράφησης φασματικής γωνίας, και προεπισκοπίσεις ταξινόμησης), καθώς επίσης η φάση μετά την επεξεργασία (μετατροπή σε vector, εκτίμηση ακρίβειας, αλλαγή κάλυψης γης, έκθεση ταξινόμησης). Η πρώτη έκδοση του SACP γράφτηκε από τον Luca Congendo για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή στο έργο Coastal Dar es Salaam [54].

Στην Εικόνα 24 παρουσιάζεται το Semiautomatic plugin, όπως αυτό εμφανίζεται στο QGIS 2.18.27 το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.



Εικόνα 24. Semi Automatic Classification Plugin

3.3.4 Ανάλυση Εικόνων Φθιώτιδα

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε με την αναζήτηση κατάλληλων αγροτεμαχίων. πιστοποιημένων στην βιολογική γεωργία. Έτσι, εντοπίστηκαν τα αγροτεμάχια με την επίσκεψη μαζί με τον γεωπόνο με εμπειρία στην ελαιοκαλλιέργεια, τόσο ως παραγωγού αλλά και λόγω και της μακροχρόνιας εργασίας του ως στέλεχος στην Ελαιουργική, τη κεντρική Οργάνωση των Ελλήνων Ελαιοπαραγωγών που ιδρύθηκε το 1949 και με σκοπό να προσφέρει σημαντικές υπηρεσίες στο χώρο της ελληνικής Ελαιοκομίας [55].

Πραγματοποιήθηκε λοιπόν επίσκεψη στην περιοχή του Αγίου Κωνσταντίνου στην Φθιώτιδα όπου υπάρχουν και τα αγροτεμάχια το 2018. Ο κ. Ντούτσιας υπέδειξε τα αγροτεμάχια που διατηρεί και καλλιεργεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Κανονισμών Βιολογικής Γεωργίας. Επιπλέον

πραγματοποιήθηκε επίσκεψη σε αγροτεμάχια που καλλιεργούνται με συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας (π.χ. χρήση ζιζανιοκτονίας).



Εικόνα 25. κ. Ντούτσιος κατά τη διάρκεια της υπόδειξης των αγροτεμαχίων

Η Εικόνα 25 λήφθηκε κατά τη διάρκεια υπόδειξης των αγροτεμαχίων την 31/3/2018. Το αγροτεμάχιο είναι ένα από αυτά που καλλιεργείται βιολογικά, ενώ χαρακτηριστική είναι η ύπαρξη της πώδους βλάστησης στο έδαφος και των υπολειμμάτων της καλλιέργειας μετά το κλάδεμα, τα οποία τα «ενσωματωθούν» στο έδαφος με τη διέλευση καταστροφέα και την κοπή τους σε πολύ μικρά τεμαχίδια, κάτι που τελικά βοηθάει στην διατήρηση της πλούσιας οργανικής ουσίας στο έδαφος και το αγροτεμάχιο, εν αντιθέσει τί συμβαίνει όταν τα υπολείμματα καίγονται ή απομακρύνονται.

Χαρακτηριστική Εικόνα 26 από αγροτεμάχιο με ελιές που καλλιεργείται με συμβατικές μεθόδους και την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων αντί της χορτοκοπής των ζιζανίων.

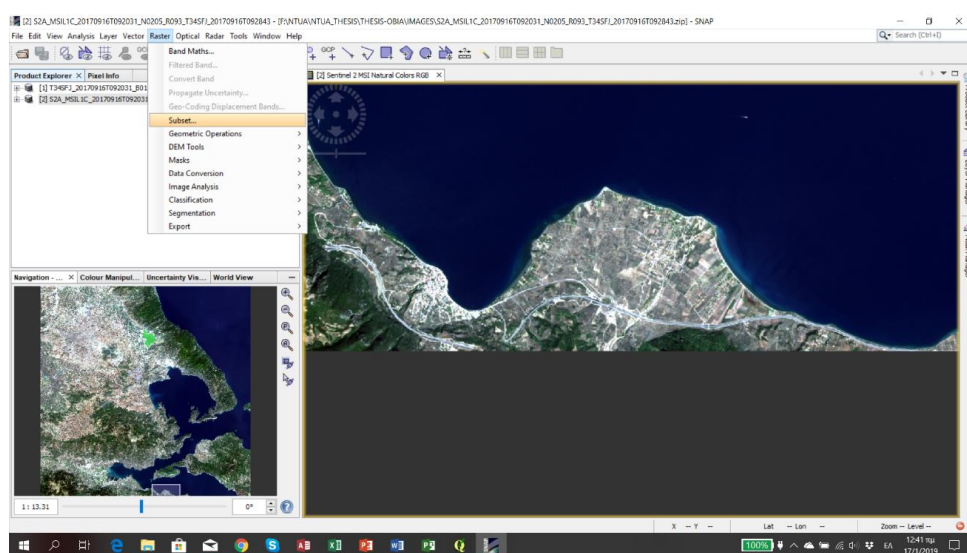


Εικόνα 26. Αγροτεμάχιο που καλλιεργείται με συμβατικές μεθόδους

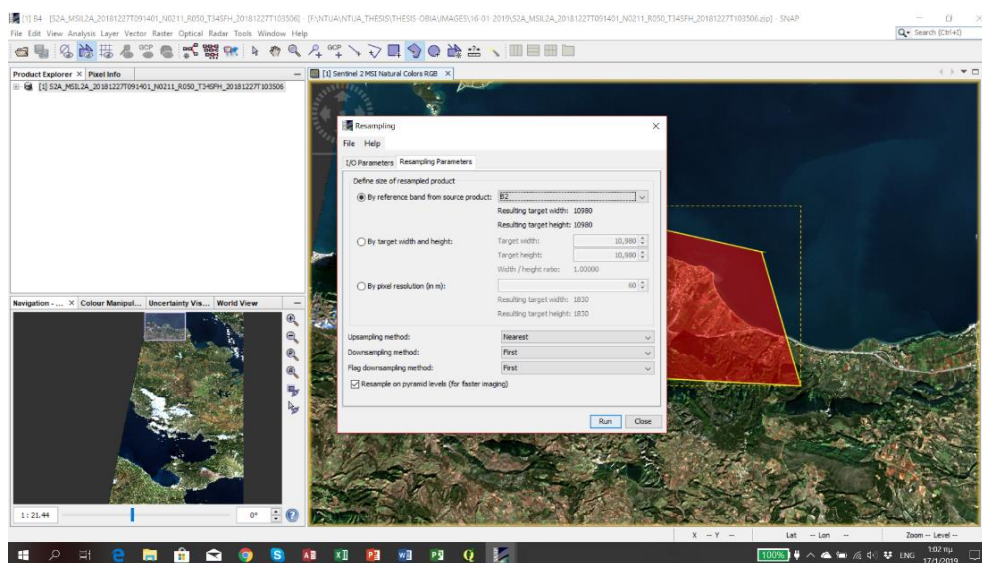
Όταν διαπιστώθηκε ότι ήταν δύσκολος ο εντοπισμός και η τεκμηρίωση των βιολογικών και συμβατικών αγροτεμαχίων, αποφασίστηκε να ζητηθούν από τον ΟΠΕΚΕΠΕ και τα δεδομένα με τα αγροτεμάχια ελιάς στην ευρύτερη περιοχή του Αγίου Κωνσταντίνου, των Ροβιών, της Αράχωβας, κάτι που τελικά πραγματοποιήθηκε. Έχει σημασία να τονιστεί ότι τα δεδομένα του ΟΠΕΚΕΠΕ προέρχονται από τις δηλώσεις των παραγωγών προς τον φορέα, χωρίς να αποκλείονται σφάλματα, όπως χωράφι που δηλώνεται ότι καλλιεργείται βιολογικά να δέχεται μη επιτρεπόμενες ουσίες, ή κάτι που βρίσκεται στα όρια του νόμιμου, αγροτεμάχιο που δηλώνεται ότι καλλιεργείται συμβατικά να μην δέχεται εφαρμογή μη επιτρεπόμενων ουσιών. Αυτές είναι πληροφορίες που τελικά θα καθορίσουν σημαντικά την εξέλιξη του πειράματος και θα θέσουν τα θεμέλια για την περαιτέρω εξέλιξη της μελέτης του εν λόγω θέματος.

Τον Γενάρη 2019 λήφθηκαν δύο εικόνες από Copernicus (είχαν ατμοσφαιρική διόρθωση). Χρησιμοποιώντας το λογισμικό «SNAP» [56] έγινε άνοιγμα και επιλογή – κόψιμο της εικόνας στο επιθυμητό μέγεθος.

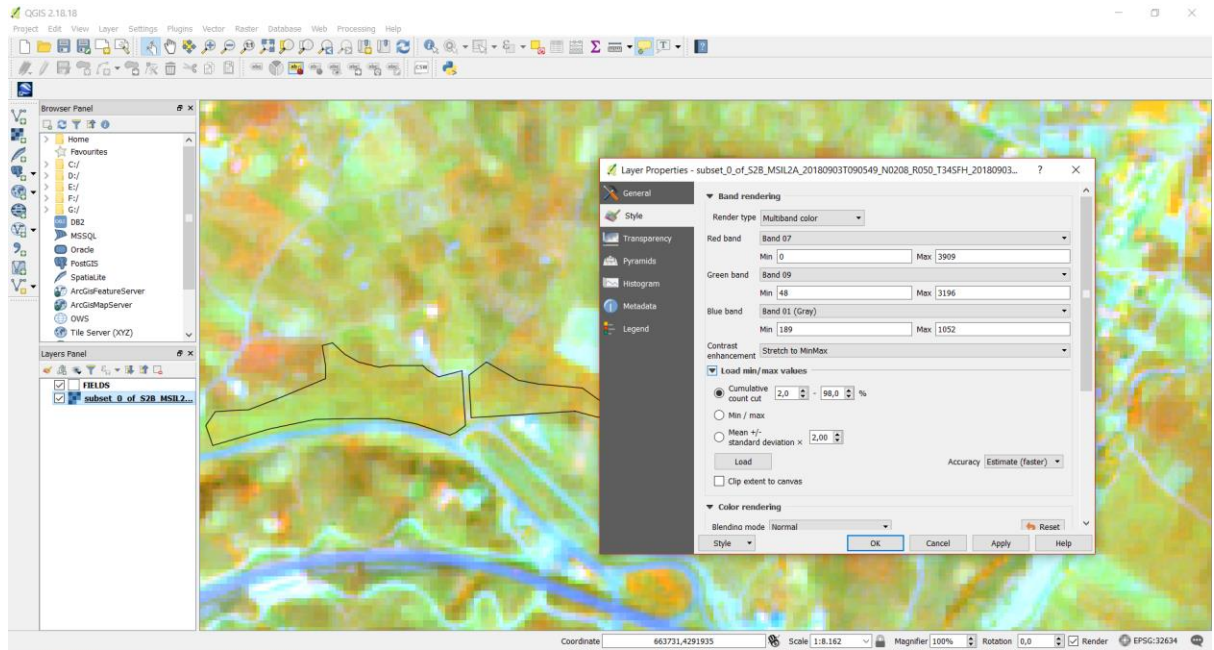
Αρχικά, επιλέγεται η εικόνα που θα κοπεί στα όρια που επιθυμούμε. Επιλέγουμε όλα τα κανάλια να έχουν το ίδιο μέγεθος και ορίζεται να πραγματοποιηθεί κόψιμο της εικόνας σε pixel μεγέθους 10 μέτρων. όπως το κανάλι B2.



Εικόνα 27. Άνοιγμα της εικόνας στο SNAP

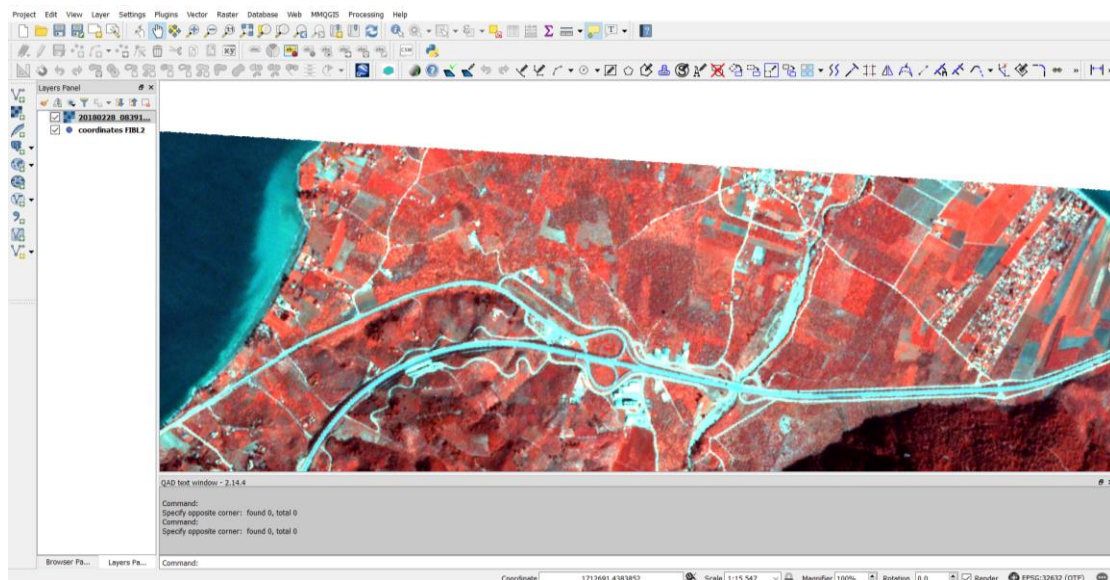


Εικόνα 28. Κόψιμο της εικόνας σε 10μ. pixel



Εικόνα 29. Τελική εικόνα στο QGIS με διαφορετική πλέον αλληλουχία καναλιών

Αρχικά, για κάποιο λόγο οι δορυφορικές εικόνες της Planet δεν είχαν αποτέλεσμα στην περιοχή του Αγίου Κωνσταντίνου, παρότι πραγματοποιήθηκε προσπάθεια να ληφθεί κάποια εικόνα και στην εν λόγω περιοχή, καθώς η πολυφασματική εικόνα των 3*3 μέτρων σε κάθε ρικελ φαίνεται ότι θα ήταν ιδανική για την ανάλυση των αγροτεμαχίων με ελιές, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 30.

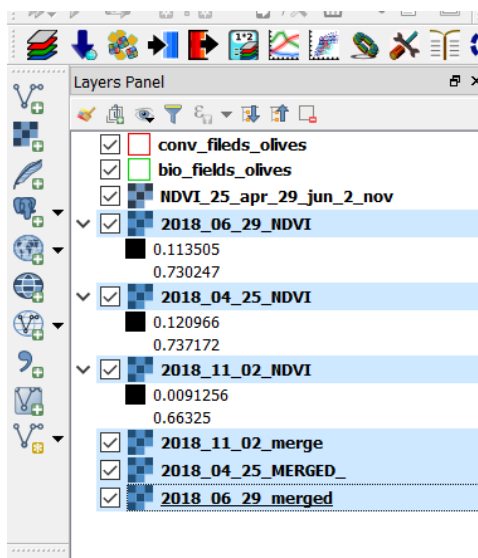


Εικόνα 30. Εικόνα από Planet σε Άγιο Κωνσταντίνο (έγχρωμο σύνθετο NIR) [57]

Τελικά, υπήρξε δυνατότητα της προμήθειας επιπλέον εικόνων από την Planet για τις ημερομηνίες:

1. 25/04/2018
2. 26/09/2018
3. 28/07/2018
4. 23/09/2018
5. 02/11/2018
6. 19/03/2019

Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι συγκεκριμένες εικόνες δεν καλύπτουν ολόκληρη την υπό μελέτη έκταση, πραγματοποιήθηκε ένωση των εικόνων. Επειδή αποτελούνται από 4 κανάλια, χωρίστηκαν τα κανάλια για κάθε εικόνα και στη συνέχεια ενώνονται ξεχωριστά τα κανάλια και τέλος ενώνονται τα κανάλια σε μία εικόνα χωριστά.

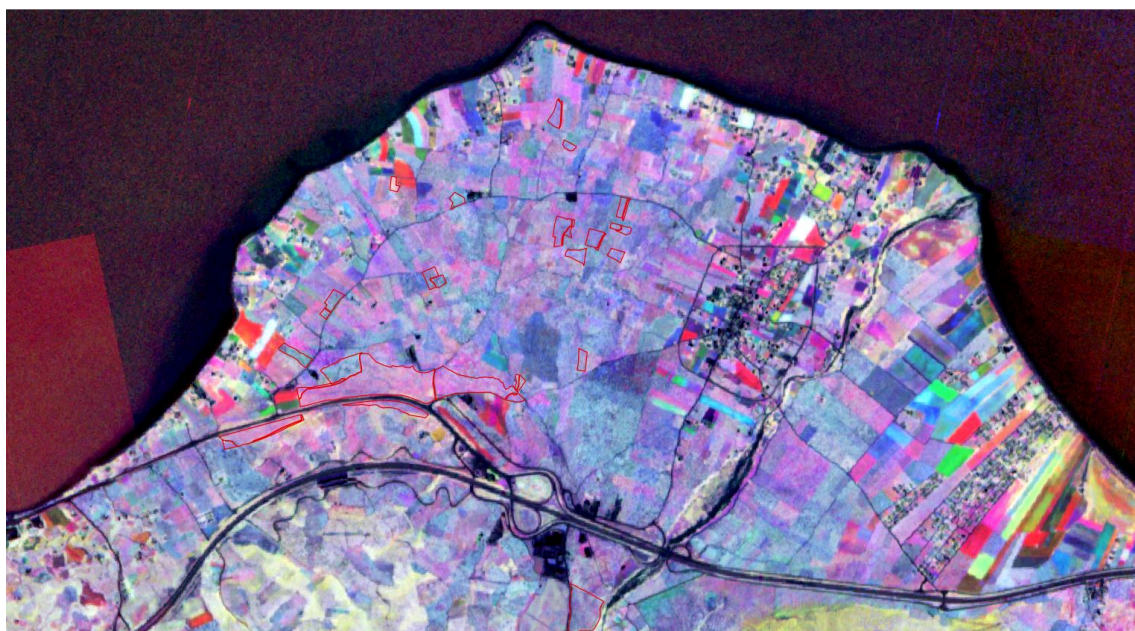


Έτσι, δημιουργήθηκαν πέντε διαφορετικές εικόνες για την ευρύτερη περιοχή.

3.3.5 Αποτελέσματα

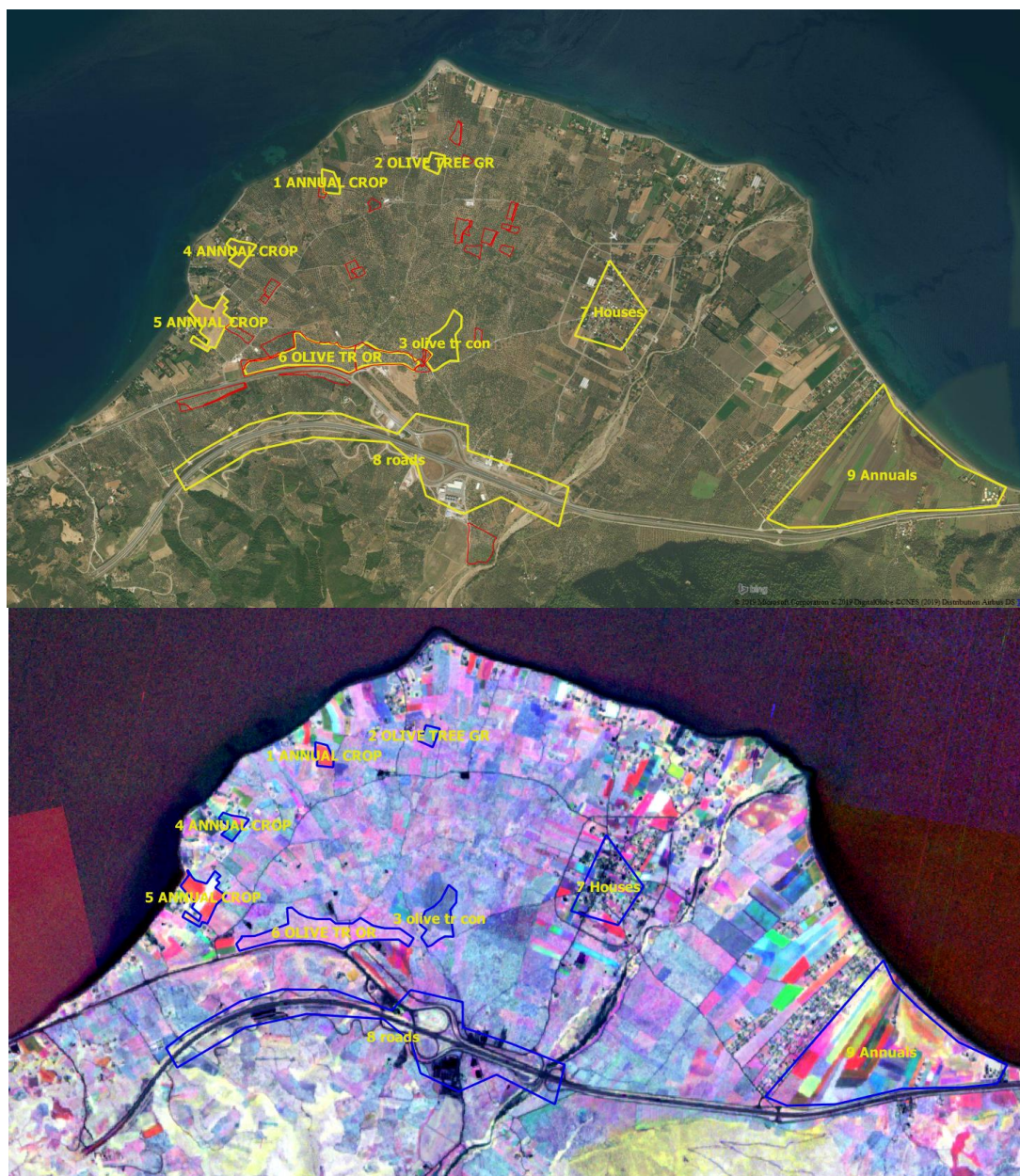
Από τις 5 αεροφωτογραφίες που λήφθηκαν από την Planet, δημιουργήθηκε ο NDVI για κάθε μία από αυτές και στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένα έγχρωμο σύνθετο για όλες τις εικόνες μαζί.

Αρχικά δημιουργείται μία διαχρονική εικόνα, της οποίας το διαχρονικό έγχρωμο σύνθετο για τις τρεις από τις πέντε εικόνες, για τις δορυφορικές εικόνες που λήφθηκαν 25/04/2018, 29/06/2018 και 02/11/2018, όπως παρουσιάζονται στην Εικόνα 31.



Εικόνα 31. Έγχρωμο σύνθετο των τριών εικόνων NDVI 25/04/2018, 29/6/2018 και 02/11/2018 [57]

Στην Εικόνα 32 αποτυπώνονται η Εικόνα 31 με η Εικόνα 21, όπου διαπιστώνονται κάποιες διαφορές.



Εικόνα 32. Συγκρίνοντας την Εικόνα 21 με την Εικόνα 31 [57]

Στο Νο1 χαρακτηριστικό είναι ότι για κάποιο λόγο το αγροτεμάχιο απεικονίζεται πιο πράσινο σε σχέση με τα υπόλοιπα, άρα 29/6/2018 ήταν αρκετά πιο πράσινο σε σχέση με τις ημερομηνίες 25/04/2018 και 2/11/2018.

Στα Νο. 1,4,5 και 9 σημειώνονται κάποιες αροτραίες καλλιέργειες, όπου είναι κόκκινο δείχνει ότι 25/04/2018 υπήρχε καλλιέργεια, ενώ 29/6/2018 και 2/11/2018 δεν υπήρχε καμία καλλιέργεια. Συνεπώς θα μπορούσε να είναι σιτάρι ή κριθάρι που συγκομίστηκε τον Ιούνιο και καλλιεργήθηκε το αγροτεμάχιο, ενώ τον Νοέμβριο έχει πάλι προετοιμαστεί για νέα καλλιέργεια.

Στα προηγούμενα αγροτεμάχια, το πράσινο στο σύνθετο NDVI, απεικονίζει ότι υπήρχε καλλιέργεια τον Ιούνιο, ενώ τις άλλες δύο ημερομηνίες τα αγροτεμάχια ήταν κενά. Πιθανόν πρόκειται για μηδική, ένα είδος που καλλιεργείται για τέσσερα σχεδόν έτη, ενώ ενδιάμεσα γίνονται κοπές, οπότε μειώνεται το πράσινο χρώμα του αγροτεμαχίου, άρα και ο NDVI. Ομοίως θα μπορούσε να είναι πατάτα.

Με μπλε υπάρχει πιθανότητα να ήταν κάποια καλλιέργεια τομάτας, αραβοσίτου ή βαμβακιού, γενικά θερινού σιτηρού, καθώς υπήρχε NDVI μόνο κατά τον Νοέμβρη. Διαφορετικά, μπορεί να είναι

μία έκταση που δεν είχε καμία καλλιέργεια ή φυτική κάλυψη τον Απρίλιο και Ιούνιο, ενώ ήταν πράσινο τον Νοέμβριο 2018.

Στο Νο. 6 φαίνεται ένα βιολογικό αγροτεμάχιο με ελιές που μας υπέδειξε ο παραγωγός και στον επίσκεψη, ενώ στο νούμερο 3 ένα συμβατικό αγροτεμάχιο. Χαρακτηριστικό είναι ότι το βιολογικό δεν δέχεται κατεργασία εδάφους αλλά μόνο χορτοκοπή, ενώ η αντίστοιχη απεικόνιση στην σύνθετη εικόνα NDVI, το βιολογικό είναι ροζ, ενώ το συμβατικό πράσινο. Αυτό σημαίνει ότι το βιολογικό ήταν πολύ πιο πράσινο στην εικόνα που λήφθηκε τον Απρίλη, ενώ το συμβατικό αναλογικά ήταν πιο πράσινο το Ιούνιο, σε σχέση με τις άλλες εποχές.

Από την άλλη τα αγροτεμάχια που παρουσιάζονται λευκά στο διαχρονικό έγχρωμο σύνθετο με τους τρεις NDVI, σημαίνει ότι ο NDVI ήταν υψηλός και στις τρεις εικόνες που αποτελούν το σύνθετο, οπότε μιλάμε για μία πράσινη έκταση 25/4, 29/6 και 2/11/2018. Συνεπώς αυτή πρέπει να είναι είτε μία ακαλλιέργητη έκταση που υπάρχει βλάστηση, ή πιο πιθανό μία πολυετής αροτραία καλλιέργεια όπως μηδική.

Στο Νο. 7 τα μαύρα στίγματα αποτελούν σπίτια οικισμού και στο Νο. 8 χαρακτηριστική είναι η απεικόνιση μέρους των δρόμων που υπάρχουν στην περιοχή με μαύρο χρώμα. Μαύρο το διαχρονικό έγχρωμο σύνθετο των NDVI αποδίδεται στο γεγονός ότι και στα τρία κανάλια (δηλαδή τις εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του σύνθετου) ο NDVI ήταν πολύ χαμηλός, άρα δεν υπήρξε ούτε Κόκκινο, Πράσινο ή Μπλε χρώμα.

Τέλος, στο διαχρονικό έγχρωμο σύνθετο των NDVI, τα μπλε αγροτεμάχια έχουν υψηλό NDVI στην τρίτη εικόνα, δηλαδή αυτήν που λήφθηκε 2/11/2018, ενώ στις δύο άλλες ημερομηνίες είχαν χαμηλό NDVI.

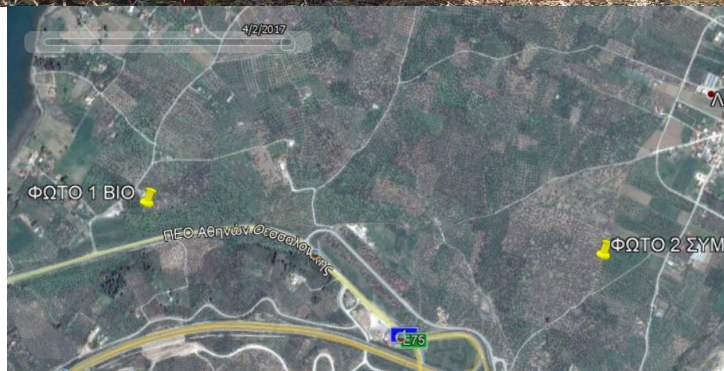
Επιπλέον στην Εικόνα 32 γίνεται μία μεγαλύτερη μεγέθυνση και μπορούν να προστεθούν οι εικόνες που λήφθηκαν κατά την επίσκεψη στον Άγιο Κωνσταντίνο με τον κ. Ντούτσια:



Εικόνα 33. Βιολογικό αγροτεμάχιο κ. Ντούτσια [57]

Στην Εικόνα 33 φαίνεται η φωτογραφία που λήφθηκε από το πρώτο βιολογικό αγροτεμάχιο της κας Ντούτσια (No. 6 OLIVE TR OR). Κατά την καλλιέργεια ακολουθείται η αρχή της ακαλλιεργησίας του εδάφους, δηλαδή τα ζιζάνια εντός του αγροτεμαχίου (όπως και όλων των άλλων της παραγωγού) κόβονται χωρίς να γίνεται κατεργασία του εδάφους. Τα όρια του αγροτεμαχίου μπορούν να ξεχωρίσουν και στην αντίστοιχη εικόνα που λήφθηκε από το Google earth (εικόνα 4/2/2017) όπου φαίνεται και το στίγμα της εικόνας (παρότι δεν είναι πολύ καθαρή), ενώ στην αντίστοιχη εικόνα που παρουσιάζεται στο Google earth φαίνονται με πράσινο τα όρια του αγροτεμαχίου, όπως αυτό δηλώνεται και στην αντίστοιχη δήλωση της παραγωγού στον ΟΠΕΚΕΠΕ. Στην αντίστοιχη εικόνα του έγχρωμου σύνθετου των τριών διαφορετικών εικόνων, για τις οποίες δημιουργήθηκαν οι NDVI,

φαίνεται ότι τα αγροτεμάχια της παραγωγού έχουν υψηλότερο NDVI τον Απρίλιο, όπου λήφθηκε η πρώτη εικόνα, ενώ τις υπόλοιπες δύο εποχές έχουν σχετικά χαμηλό NDVI.



Εικόνα 34. Συμβατικό Αγροτεμάχιο σε Άγιο Κωνσταντίνο [57]

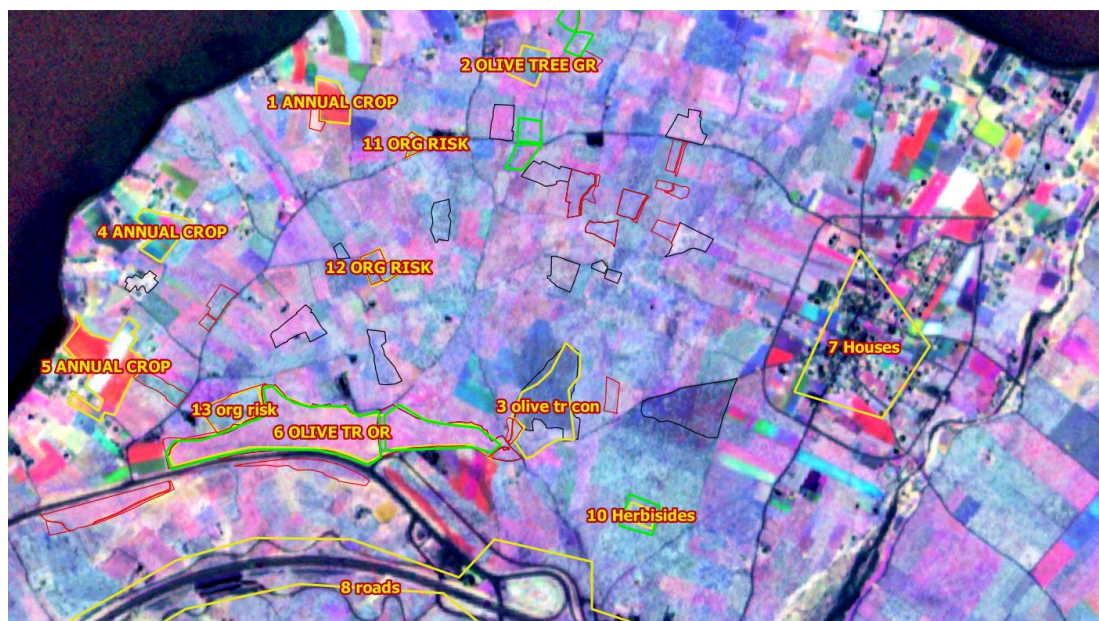
Αντίστοιχα στην Εικόνα 34 είναι εμφανείς οι διαφορές της εικόνας ενός συμβατικού αγροτεμαχίου (ΦΩΤΟ 2 ΣΥΜΒ ή 10. HERBISIDES) που δέχεται επεμβάσεις αγροχημικών και ιδιαίτερα ακολουθείται

και πάλι η αρχή της ακαλλιεργησίας του εδάφους, με την διαφορά ότι πραγματοποιείται εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, αντί της μηχανικής χορτοκοπής των ζιζανίων.

Στην αντίστοιχη εικόνα που υπάρχει από το Google earth, είναι εμφανή τα όρια του αγροτεμαχίου που δέχεται τις χημικές εφαρμογές και εντοπίζεται στην πινέζα με αναφορά «Φώτο 2», σε σχέση με το βιολογικό του παραγωγού στην πινέζα με αναφορά «Φώτο 1». Συγκεκριμένα, το βιολογικό αγροτεμάχιο είναι πολύ πιο πράσινο την 4/2/2017 που λήφθηκε η εικόνα του Google earth, ενώ το συμβατικό είναι σχεδόν καφέ, πιθανόν λόγω της ξήρανσης των ζιζανίων από τα ζιζανιοκτόνα.

Τέλος στο έγχρωμο σύνθετο της εικόνας των τριών NDVI εικόνων, είναι χαρακτηριστικό ότι η έκταση που δέχεται τα αγροχημικά είναι πράσινη, ενώ η αντίστοιχη βιολογική κόκκινη. Συνεπώς υπάρχει δυνατότητα να διαχωριστεί με επιτυχία η έκταση που έχει δεχτεί ζιζανιοκτόνα, σε σχέση με αυτήν που καλλιεργείται βιολογικά, αν δημιουργηθεί διαχρονική εικόνα των NDVI εικόνων που λήφθηκαν Απρίλη, Ιούνιο και Νοέμβριο. Διαφορετικά, σε αυτήν την εικόνα αν υπάρχουν εκτάσεις που είναι δηλωμένες βιολογικές, αλλά φαίνονται πράσινο χρώμα, σημαίνει ότι πιθανόν δεν ακολουθούν τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για τα βιολογικά προϊόντα και πρέπει να γίνει κάποιος επιπρόσθετος έλεγχος.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι στα τέσσερα αγροτεμάχια που χαρακτηρίζονται 11,12,13 ως ORG RISK (Εικόνα 35), καθώς είναι δηλωμένα από παραγωγούς στην βιολογική γεωργία (κόκκινο περίγραμμα) στην αντίστοιχη υπηρεσία του Υπουργείου, να δέχονται επεμβάσεις με μη επιτρεπόμενες ουσίες, καθώς το διαχρονικό έγχρωμο σύνθετο των τριών εικόνων NDVI έχει πράσινο χρώμα, όπως ακριβώς και άλλες συμβατικές καλλιέργειες που δέχονται ζιζανιοκτονία και άλλα χημικά. Όχι μόνο αυτό, τα υπόλοιπα δηλωμένα βιολογικά αγροτεμάχια (κόκκινο περίγραμμα).



Εικόνα 35. Συμπεράσματα για εφαρμογή μη επιτρεπόμενων ουσιών σε Βιολογικές Ελιές [57]

3.3.6 Ταξινόμηση Αγροτεμαχίων

Πραγματοποιείται ταξινόμηση των αγροτεμαχίων γύρω από την περιοχή που πραγματοποιήθηκε επίσκεψη, συγκρίνοντας τα βιολογικά που είναι δηλωμένα στον ΟΠΕΚΕΠΕ (σύνολο 32) και των αντίστοιχων συμβατικών (σύνολο 1372).



Εικόνα 36. Επιλογή μελέτης για ταξινόμηση (με κόκκινο οι δηλωμένες συμβατικές ελιές και με πράσινο οι βιολογικές) [57]

Στην Εικόνα 36 παρουσιάζεται τμήμα της περιοχής του Αγίου Κωνσταντίνου (η ευρύτερη περιοχή όπου πραγματοποιήθηκε η επίσκεψη για τους λόγους της διπλωματικής), όπου με πράσινο παρουσιάζονται τα βιολογικά αγροτεμάχια και με κόκκινο τα συμβατικά.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε κάποια από τα δηλωθέντα ως αγροτεμάχια με ελιές από κάποιους παραγωγούς, παρουσιάζονται και άλλα αγροτεμάχια, όπως με ετήσιες καλλιέργειες ή ακόμα και ένα κτήριο που είναι δηλωμένο ως ελαιοτεμάχιο. Από αυτό συμπεραίνεται ότι οι δηλώσεις των παραγωγών δεν αποτελούν βέβαιο δεδομένο για να μπορέσουν να γίνουν πειραματισμοί για τη σύγκριση των αγροτεμαχίων. Παρόλα αυτά θα γίνει μία προσπάθεια για να εξαχθούν τα πρώτα συμπεράσματα.

Επιλέγονται τα αγροτεμάχια που θα έχουν τον ρόλο των σημείων εκμάθησης και αυτών που θα γίνει στη συνέχεια ο έλεγχος επιτυχίας της ταξινόμησης.



Εικόνα 37. Επιλογή δειγμάτων για να γίνει η ταξινόμηση (βιο και συμβατικών) [57]

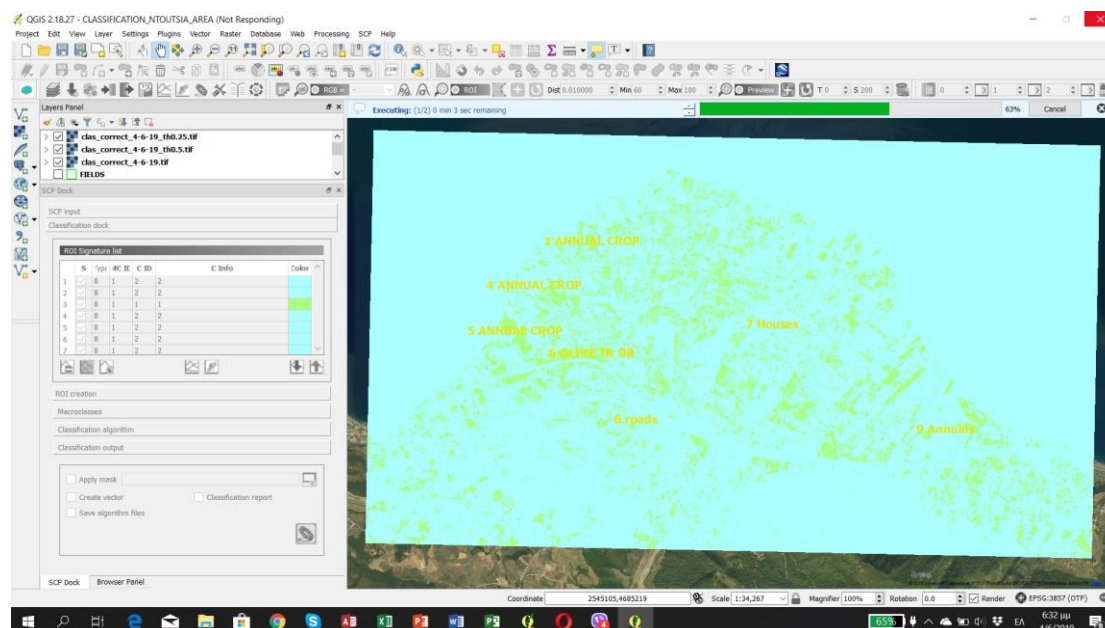
Τα υπόλοιπα αγροτεμάχια θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της ταξινόμησης

Για την ταξινόμηση δημιουργείται αρχείο ταξινόμησης και φορτώνεται το αρχείο που δημιουργήθηκε με τα δείγματα.

Γίνεται ανάλυση των δειγμάτων που επιλέχθηκαν έχοντας ορίσει Master=1 σε όλα και στην υποκατηγορία το 1 για τα βιολογικά και το 0 για τα συμβατικά χωράφια. Στην



Εικόνα 38. [57]



Εικόνα 39. Αποτέλεσμα Ταξινόμησης στον Άγιο Κωνσταντίνο

3.3.7 Ταξινόμηση

Πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές ταξινομήσεις για τα βιολογικά και συμβατικά αγροτεμάχια ελιάς της περιοχής του Αγίου Κωνσταντίνου. Στην πρώτη όλα τα δείγματα εκπαίδευσης που χρησιμοποιήθηκαν προσδιόριζαν ανεξάρτητες φασματικές υπογραφές (το Semiautomatic Classification Plugin επιτρέπει να δίνουμε διαφορετικές φασματικές υπογραφές για την ίδια

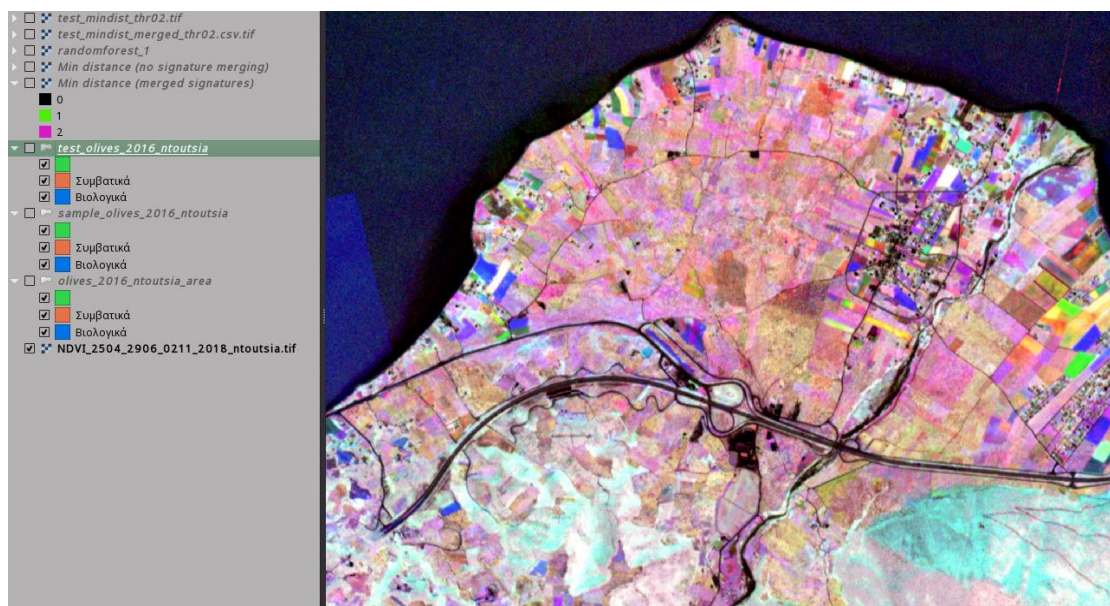
κατηγορία) και στη δεύτερη οι φασματικές υπογραφές των ομοειδών δειγμάτων (βιολογικών ή συμβατικών) ενοποιήθηκαν και άρα είχαμε μόνο δύο φασματικές υπογραφές.

Στην Εικόνα 40 και Εικόνα 42 φαίνονται τα δείγματα που επιλέχθηκαν για την εκπαίδευση της ταξινόμησης και στην Εικόνα 41 ένα έγχρωμο σύνθετο της διαχρονικής εικόνας των NDVI.

Τέλος, η Εικόνα 43 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ταξινόμησης για τις ανεξάρτητες φασματικές υπογραφές και η Εικόνα 44 τα αποτελέσματα για τις ενοποιημένες φασματικές υπογραφές (βιολογικά και συμβατικά).



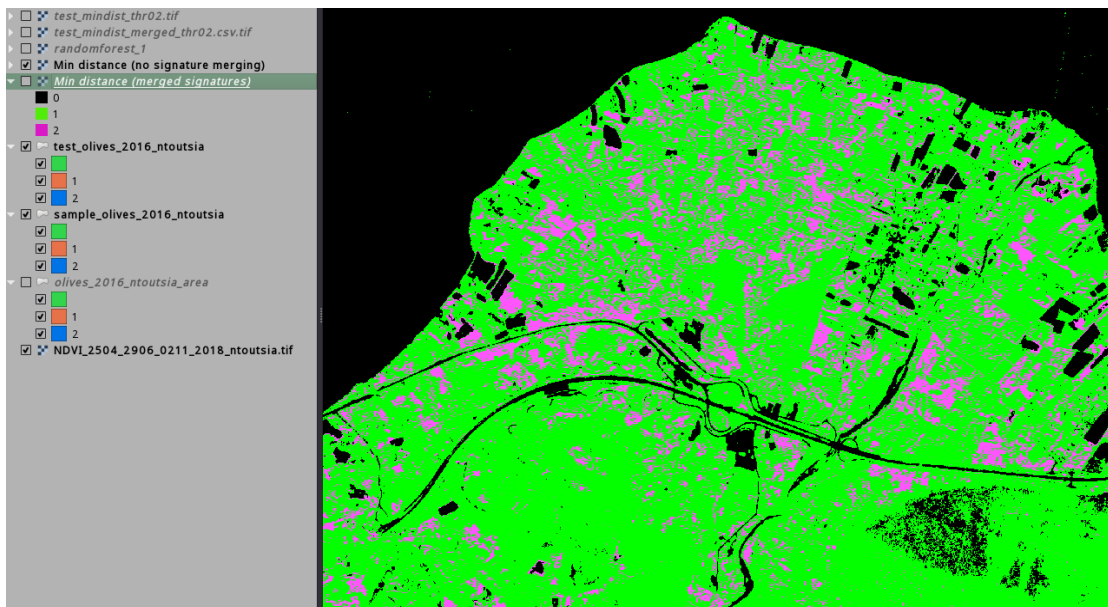
Εικόνα 40. Επιλογή δειγμάτων σε Αγ. Κωνσταντίνο βιολογικών και συμβατικών για εκπαίδευση



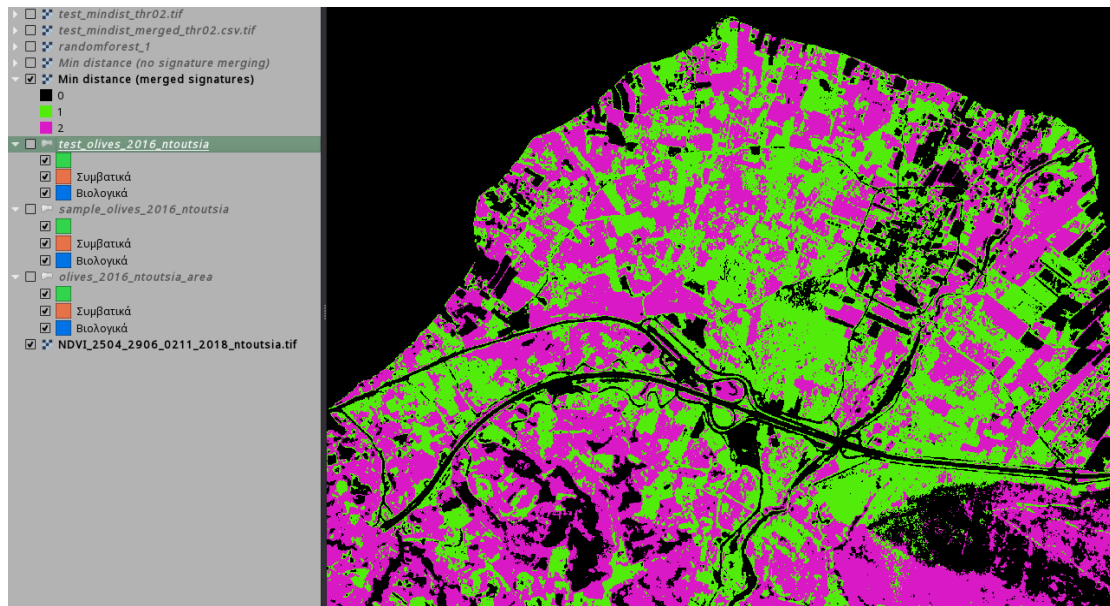
Εικόνα 41. Έγχρωμο Σύνθετο διαχρονικής εικόνας NDVI στον Άγιο Κωνσταντίνο



Εικόνα 42. Βιολογικά Δείγματα (μπλε) και Συμβατικά (καφέ) σε Άγιο Κωνσταντίνο.



Εικόνα 43. Αποτελέσματα ταξινόμησης



Εικόνα 44. Αποτελέσματα ταξινόμησης όταν ενοποιηθούν τα δείγματα βιολογικών αγροτεμαχίων και συμβατικών αντίστοιχα

Ο Πίνακας 10 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ταξινόμησης για τις ανεξάρτητες φασματικές υπογραφές, ενώ ο Πίνακας 9 για τις ενοποιημένες. Παρατηρείται ότι η συνολική ακρίβεια ανέρχεται σε 50% και 76% αντίστοιχα, ωστόσο ο δείκτης kappa περιορίζεται σε 2% για τις ενοποιημένες φασματικές υπογραφές και -0,1% για τις ανεξάρτητες.

Αυτός είναι και ο λόγος που διαπιστώνεται ότι η ταξινόμηση δεν λειτούργησε με αποδεκτά ποσοστά ακρίβειας.

Ταξινόμηση ελάχιστης απόστασης χωρίς ενοποίηση των φασματικών υπογραφών					
Ταξινόμηση\Πεδία ελέγχου					
		0	1	2	Total
0	0	7931	90		8021
1	0	554519	11282		565801
2	0	157009	5589		162598
Total	0	719459	16961		736420

Overall accuracy [%] = 76.06

Class 0.0 producer accuracy [%] = nan

user accuracy [%] = 0.0

Kappa hat = 0.0

Class 1.0 producer accuracy [%] = 77.0744406561041

user accuracy [%] = 98.00601271471771

Kappa hat = 0.1342420160205309

Class 2.0 producer accuracy [%] = 32.95206650551265

user accuracy [%] = 3.4373116520498406

Kappa hat = 0.011608792812412434

Kappa hat classification = 0.020

Πίνακας 9. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Άγιο Κωνσταντίνο για ενοποιημένα δείγματα

Ταξινόμηση ελάχιστης απόστασης με ενοποίηση των φασματικών υπογραφών				
Ταξινόμηση\Πεδία ελέγχου				
	0	1	2	Total
0	0	31111	309	31420
1	0	362512	8951	371463
2	0	325836	7701	333537
Total	0	719459	16961	736420

Overall accuracy [%] =
50.27

Class 0.0 producer
accuracy [%] = nan

user accuracy [%] =
0.0

Kappa hat =
0.0

Class 1.0 producer
accuracy [%] =
50.386748932183764

user accuracy [%] =
97.59033874167818

Kappa hat = -
0.04623709914118165

Class 2.0 producer
accuracy [%] =
45.404162490419196

user accuracy [%] =
2.3088892686568507

Kappa hat =
5.854725876357049e-
05

Kappa hat classification = -0.001

Πίνακας 10. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Άγιο Κωνταντίνο

Παρότι διαπιστώνεται ότι η συνολική ακρίβεια είναι 76,06% και 50,27% αντίστοιχα, τελικά το σημαντικό είναι ότι ο δείκτης kappa hat είναι 0,02 και - 0,001. Συνεπώς οι ταξινομήσεις έχουν σχεδόν μηδενική ακρίβεια.

Αυτό είναι κάτι που ήταν αναμενόμενο και στην αρχή της εργασίας, γι' αυτό και έγινε προσπάθεια να βρεθούν και άλλα πειραματικά τεμάχια ή λύσεις για την πραγματοποίησή του.

Συγκεκριμένα:

- Πολλά από τα αγροτεμάχια που δηλώνονται ως συμβατικά μπορεί και να καλλιεργούνται ως βιολογικά, κάτι που είναι και νόμιμο.
- Ωστόσο, κάποια από τα δηλωμένα αγροτεμάχια ως βιολογικά, πιθανόν να δέχονται και επεμβάσεις με μη επιτρεπόμενες ουσίες, κάτι που έπρεπε να γνωρίζαμε για το παρόν πείραμα, όπως παρουσιάζονται τα σημεία με τα βιολογικά αγροτεμάχια σε κίνδυνο Νο 11,12 και 13 στην Εικόνα 34.

4 Περιοχή Μελέτης FiBL Ελβετία

4.1 Περιοχή Μελέτης

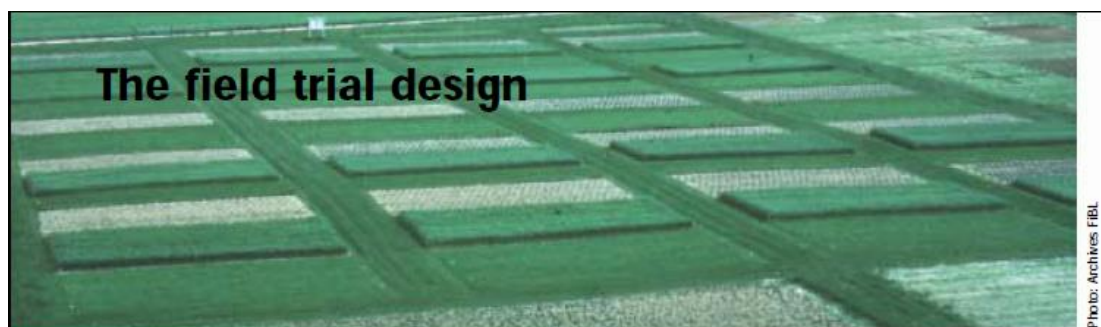
Το πείραμα από το ερευνητικό κέντρο FiBL στην Βασιλεία της Ελβετίας ξεκίνησε το 1974. Τη δεκαετία του 70 οι αγρότες και οι επιστήμονες δεν θεωρούσαν ότι είναι δυνατή η παραγωγή χωρίς την εφαρμογή εξωτερικών παραγόντων όπως συνθετικά λιπάσματα και παρασιτοκτόνα. Η βιολογική γεωργία ως μία εναλλακτική λύση δεν λήφθηκε σοβαρά υπόψη ως γεωργική πρακτική. Στην ελβετία υπήρξε προσπάθεια κάποιοι πρωτοπόροι να δημιουργήσουν ένα κίνημα το οποίο στόχευαν να στηριχτεί από τα Δημόσια Ερευνητικά Ινστιτούτα. Το κύριο μέρος της μελέτης αποτελεσματικότητας της βιολογικής γεωργίας δεν καλυπτόταν από κανένα Ελβετικό Γεωργικό Ερευνητικό Ινστιτούτο. Έτσι, μία ομάδα από παραγωγούς, πολιτικούς και επιστήμονες ίδρυσαν το Ινστιτούτο Έρευνας Βιολογικής Γεωργίας (FiBL) το 1973. Αυτό το ιδιωτικό ίδρυμα συνδέει την θεωρία με την πράξη και το πρώτο του αντικείμενο ήταν να επεξεργαστεί την ιδέα ενός μακροχρόνιου πειράματος που θα σύγκρινε τη συμβατική με βιολογική γεωργία, του «DOK field trial». όπως αυτό ονομάζεται [58].

Έτσι, το 1974 είχε ξεκινήσει το «DOK-long term trial» από το Swiss Federal Office of Agriculture (BLW), του οποίου η διαχείριση πέρασε στο FiBL. Σκοπός του πειράματος, μοναδικό σαν ιδέα, ήταν η σύγκριση των αποτελεσμάτων βιολογικών, βιοδυναμικών και συμβατικών συστημάτων καλλιέργειας σε ένα τυχαίοποιημένο πείραμα (randomized plot trial) που δεν είχε καμία άλλη συνάρτηση. Πειραματικά δείγματα χρησιμοποιήθηκαν από πολλά άλλα εργαστήρια για να αναπτυχθούν μέθοδοι στο αντικείμενο της ποιότητας του εδάφους και των τροφίμων. Η αξιολόγηση των προτερημάτων και μειονεκτημάτων διαφορετικών συστημάτων καλλιέργειας επιτρέπει την ορθολογική βελτίωση κάθε συστήματος. Ωστόσο, αυτό δεν θα ήταν δυνατό χωρίς το DOK-trial.

Το DOK-trial ξεκίνησε το 1978 στο Therwil. Στην αρχή ο κύριος στόχος ήταν γεωπονικός, περιοριζόμενος στην παραγωγή και την ποιότητα του προϊόντος. Η βάση με τα γεωπονικά αποτελέσματα για περισσότερα από 20 έτη ήταν αυτή που παρακίνησε τελικά τη συζήτηση για τα διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας και συνέβαλε σημαντικά στην αποδοχή της βιολογικής γεωργίας. Ως αποτέλεσμα, στην Ελβετία το 2000 υπήρχαν 5000 παραγωγοί που ακολουθούσαν τις βιολογικές μεθόδους καλλιέργειας των αγροτεμαχίων τους, αποδεικνύοντας ότι είναι δυνατή η καλλιέργεια. Αποτέλεσμα αυτών ήταν τις τελευταίες δεκαετίες η έρευνα να επικεντρωθεί στις διεργασίες στο έδαφος και στα μακροχρόνια αποτελέσματα των πρακτικών βιολογικής γεωργίας στο περιβάλλον.

Στα πλαίσια της παρουσίασης των αποτελεσμάτων του μακροχρόνιου πειράματος, το 2000 παρουσιάστηκε το «FiBLDOSSIER» με τα συμπεράσματα που είχαν ληφθεί από τα 21 έτη πειραματισμού και παρακολούθησης διαφορετικών τεχνικών καλλιέργειας.

4.2 DOK – σχεδιασμός του πειράματος



Το πείραμα βρίσκεται 300m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας στο Λεϊμένταλ κοντά τη Βασιλεία. Η τοπογραφία της περιοχής έχει μικρή κλίση, βόρειο προσανατολισμό, στην κοιλάδα του ποταμού «Birsig». Παλαιότερα η έκταση στην περιοχή χρησιμοποιούταν ως μόνιμο λιβάδι, καθώς υπήρχαν συχνές πλημμύρες και υψηλός υδροφόρος ορίζοντας. Σήμερα, τα εδάφη στη περιοχή χρησιμοποιούνται για εντατική καλλιέργεια και παραγωγή κηπευτικών.

Οι κύριες διαφορές στην καλλιέργεια των διαφορετικών συστημάτων αφορούν τη λίπανση και την φυτοπροστασία, καθώς η εναλλαγή των καλλιεργειών και η κατεργασία του εδάφους είναι σχεδόν ίδιες.

Η περιοχή που το πείραμα DOK-trial βρίσκεται φαίνεται ότι για πολλά χρόνια είχε χρησιμοποιηθεί ως καλλιεργήσιμη γη (1957-1973 εναλλαγή αροτραίων, 1973-1975 ψυχανθή και δημητριακά, 1976 βρώμη). Τον Μάιο 1977 ολόκληρη η περιοχή σπάρθηκε με τριφύλλι και την άνοιξη του 1978 το πείραμα ξεκίνησε με πατάτες, ανοιξιότιχο σιτάρι και ανοιξιότιχο κριθάρι.

Η μέση θερμοκρασία είναι 9.5°C και η μέση ετήσια βροχόπτωση 792 mm. Το έδαφος έχει βάθος 0,9 έως 1,3 μέτρα.

Τα τεμάχια που καλλιεργούνται βιολογικά και βιοδυναμικά ακολουθούν τους κανονισμούς των αντίστοιχων οργανισμών βιοκαλλιεργητών, ενώ τα αναφερόμενα ως συμβατικά καλλιεργούνται σύμφωνα με τις οδηγίες της ολοκληρωμένης διαχείρισης των αγροτεμαχίων (IPM).

Επιπρόσθετα σε αυτά τα τρία συστήματα, στα οποία χρησιμοποιήθηκε κυρίως κοπριά, μία ακόμα εφαρμογή πραγματοποιήθηκε ως συμβατική μέθοδος καλλιέργειας χωρίς λίπανση στον πρώτο χρόνο της αμειψισποράς και μετά έγινε χρήση μόνο με ορυκτά λιπάσματα. Επιπλέον υπάρχει ένας μάρτυρας που δεν δέχτηκε καμία λίπανση, αλλά μόνο βιοδυναμικά παρασκευάσματα. Αυτές οι δύο εφαρμογές που δεν δέχτηκαν λίπανση αρχικά συμπεριελήφθησαν για να αξιολογηθεί το αποτέλεσμα της χημικής φυτοπροστασίας και των βιοδυναμικών παρασκευασμάτων.

Η ποσότητα της κοπριάς που χρησιμοποιήθηκε τις δύο πρώτες χρονιές αμειψισποράς (CRP-crop rotation periods) αντιστοιχεί σε 0,6 ή 1,2 ζωικές μονάδες ανά εκτάριο στα τεμάχια που δέχτηκαν χαμηλής και υψηλής συγκέντρωση εισροές, αντίστοιχα. Το ποσό της κοπριάς αυξήθηκε σε 0,7 και 1,4 ζωικές μονάδες ανά εκτάριο αντίστοιχα στην αρχή του τρίτου κύκλου αμειψισποράς.

Στο βιολογικό σύστημα καλλιέργειας, η κοπριά εφαρμόστηκε σε μικρότερα ποσά, αλλά πιο συχνά από ότι στα συμβατικά συστήματα, όπου το συνολικό ποσό της κοπριάς μοιράστηκε μεταξύ των δύο καλλιεργειών ριζωδών καλλιεργειών. Η ορυκτή αζωτούχος λίπανση προσαρμόστηκε σύμφωνα με την ελάχιστη αζωτούχο λίπανση που διαπιστώθηκε ότι χρειάζεται μετά από ανάλυση νωρίς την άνοιξη σε δημητριακά και ριζώδη καλλιέργειες.

Ο Πίνακας 11 αποτυπώνει τις σημαντικές διαφορές στην καλλιέργεια των διαφορετικών συστημάτων που εφαρμόζονται.

Κύριες Διαφορές στα συστήματα καλλιέργειας								
Εφαρμογές	Βιοδυναμικό		Βιολογικό		Συμβατικό (IP)		Ορυκτό NPK (IP)	Χωρίς Λίπανση N
	D1	D2*	O1	O2*	K1	K2*	M*	N
Λίπανση								
Κοπριά Αγροκτημάτων (FYM)	Κομποστοποιημένη FYM και υγρή		Κομποστοποιημένη (Rotted) FYM και αεριζόμενη υγρή		Συσσωρευμένες FYM και υγρή		-	-
Μονάδες Ζώνων	(0.6) 0.7	(1.2) 1.4	(0.6) 0.7	(1.2) 1.4	(0.6) 0.7	(1.2) 1.4	-	-
Ορυκτό Λίπασμα	-		Ορυκτή σκόνη. ΚΜg	NPK λίπανση ως συμπλήρωμα	Αποκλειστικά NPK λίπανση		-	-
Φυτοπροστασία								
Έλεγχος Ζιζανίων	Μηχανική				Μηχανική και χημική			Μηχανική
Έλεγχος Ασθενειών	Έμμεσοι μέθοδοι				Χημικές (κατώτατα όρια)			Έμμεσοι μέθοδοι
Έλεγχος Εντόμων	Φυτικά Εκχυλίσματα. bio-control				Χημικές (κατώτατα όρια)			Φυτικά Εκχυλίσματα. bio-control
Ειδικές Εφαρμογές	Βιοδυναμικά Παρασκευάσματα		CuSO ₄ σε πατάτες μέχρι το 1991		Ρυθμιστές Ανάπτυξης των Φυτών			Βιοδυναμικά Παρασκευάσματα
* Τα επίπεδα λίπανσης ανταποκρίνονται στην Ελβετική Πρακτική. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται σχετίζονται με τα επίπεδα λίπανσης.								

Πίνακας 11. FiBL Διαφορές στα Συστήματα Καλλιέργειας

4.3 Υπάρχοντα Συμπεράσματα για το DOK-trial

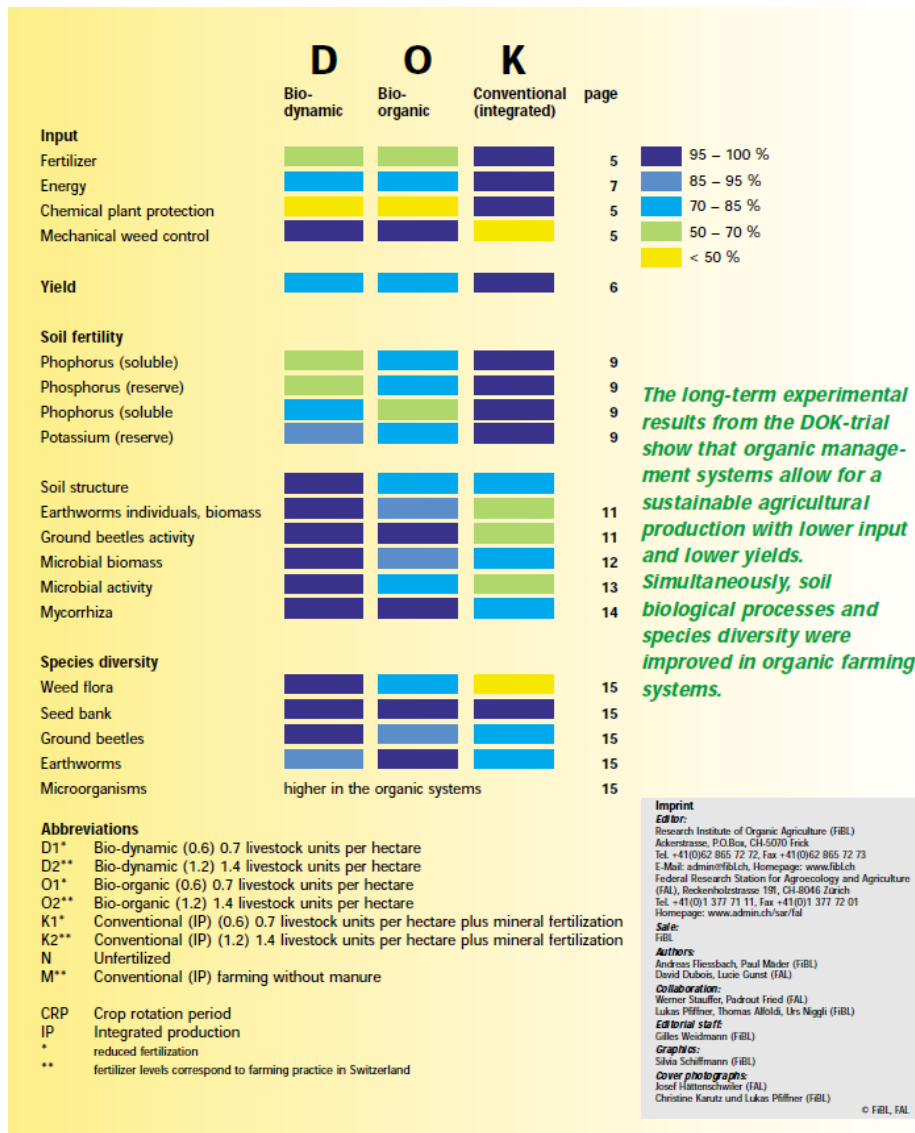
Σήμερα, έχουν διαπιστωθεί κάποια συμπεράσματα για το μακροχρόνιο πείραμα της Ελβετίας DOK-trial. Όπως φαίνεται και στην επόμενη εικόνα, στη βιολογική και βιοδυναμική καλλιέργεια (στην παρούσα περιγραφή για λόγους ευκολίας πλέον θα αναφέρεται ως βιολογική καλλιέργεια και για τις δύο πρακτικές) υπάρχει χρήση 50-70% των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στη συμβατική γεωργία, κάτι που σημαίνει ότι τελικά απαιτούνται και λιγότερες μεταφορές και γενικά κατανάλωση ενέργειας για την μεταφορά των προϊόντων θρέψης ακόμα και από την άλλη άκρη του πλανήτη. Όχι μόνο αυτό, αλλά και πλέον έχει αποδειχτεί ότι η υπέρμετρη χρήση λιπασμάτων, τελικά οδηγεί στην έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων στον υδροφόρο ορίζοντα, κάτι που τελικά οδηγεί στην επιβάρυνση και τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Όλα αυτά περιγράφονται με λεπτομέρειες στο «FiBLDOSSIER» σχετικά με τα αποτελέσματα του πειράματος DOK trial μετά από 21 χρόνια πειραματισμού το 2000 [58].

Ομοίως η κατανάλωση ενέργειας στα βιολογικά και βιοδυναμικά τεμάχια υπολογίζεται να είναι στο 70-85% αυτής που απαιτείται στα συμβατικά, ενώ η χρήση χημικών παρασκευασμάτων στα βιολογικά ήταν κάτω του 50%. Ωστόσο, η μηχανική αντιμετώπιση των ζιζανίων αυξήθηκε κατακόρυφα, κάτι που απαιτεί αυξημένα εργατικά χέρια, αν δεν υπάρχουν οι κατάλληλε υποδομές και μηχανήματα.

Αξιόλογο είναι και το συμπέρασμα ότι τελικά η παραγωγή στα βιολογικά ανήλθε στο 70-85% της παραγωγής των συμβατικών. Σημασία έχει να τονίσουμε ότι στο εν λόγω πείραμα υπήρξε χρήση οργανικής ουσίας και στα συμβατικά αγροτεμάχια. κάτι που στην Ελληνική πρακτική αποφεύγεται.

Επιπλέον η γονιμότητα του εδάφους στα κύρια θρεπτικά συστατικά ήταν χαμηλότερη στο βιοδυναμικό σύστημα και γενικά τα βιολογικά συστήματα είχαν γονιμότητα 50-85% της συμβατικής καλλιέργειας.

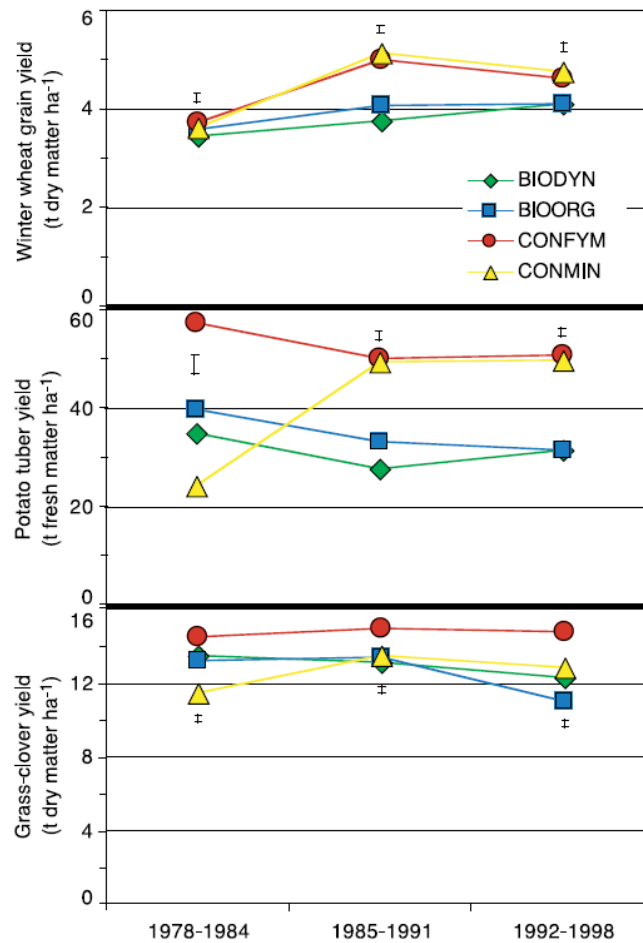
Τέλος, στην εικόνα είναι ξεκάθαρα τα αποτελέσματα όσο αφορά την ανεπτυγμένη βιοποικιλότητα σε όλες τις μορφές οργανισμών και μικροοργανισμών στα βιολογικά και βιοδυναμικά πειραματικά τεμάχια. σε σχέση με τα συμβατικά. Χαρακτηριστικό είναι επίσης ότι τα τεμάχια βρίσκονται αρκετά κοντά και σίγουρα στην πραγματικότητα αν κάποιος διαχειρίζεται βιολογικά ή βιοδυναμικά μία μεγάλη έκταση γης, αυτά τα αποτελέσματα θα είναι πολύ πιο χαρακτηριστικά και θα προσθέτουν επιπλέον αξία στο βιοδυναμικό και βιολογικό τοπίο. εκτός της παραγωγικής ικανότητας και χαμηλής ανάγκης σε εισροές, σε προστιθέμενη αξία που θα έχει για τον τοπικό πληθυσμό ως ένα υγιές οικοσύστημα και μία όμορφη εικόνα που θα αποφέρει πολλά πλεονεκτήματα για τους κατοίκους και φιλοξενούμενους. Όλα αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 45 και είναι τα συμπεράσματα που διαπιστώνονται από το «FiBLDOSSIER» που γράφηκε το 2000 για τα 21 έτη πειραματισμού μεταξύ βιολογικής, βιοδυναμικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης των αγροτεμαχίων στο Therwil της Ελβετίας Εικόνα 45.



Εικόνα 45. Αποτελέσματα του πειράματος FiBL το 2000 (21 έτη πειραματισμού)

Η Εικόνα 46 παρουσιάζει την μέση παραγωγή σκληρού σίτου, πατάτας και λιβαδιού στα συστήματα παραγωγής του πειράματος DOK trial. Οι τιμές είναι το μέσο των έξι ετών για το σιτάρι και το λιβάδι και τρία χρόνια για τις πατάτες για κάθε περίοδο αμειψισποράς. Οι μπάρες αντιπροσωπεύουν τις λιγότερο σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) [59].

Γενικά είναι σημαντικό ότι στην εν λόγω μελέτη διαπιστώθηκε ότι η παραγωγή της πατάτας στα βιολογικά συστήματα ήταν 58 έως 66% αυτής των συμβατικών τεμαχίων (Εικόνα 46), κυρίως λόγω της χαμηλής διάθεσης καλίου και εμφάνισης περονόσπορου (*Phytophthora infestans*). Το χειμερινό σιτάρι είχε παραγωγή περίπου κατά μέσο όρο 4,1 τόνους ανά εκτάριο στα οργανικά συστήματα. Αυτό αντιστοιχεί στο 90% της συγκομιδής σπόρων των συμβατικών συστημάτων, τα οποία διαπιστώθηκε ότι είχαν όμοια παραγωγή με αγροτεμάχια της περιοχής που πραγματοποιείται το πείραμα. Οι διαφορές στις λιβαδικού τύπου καλλιέργειες ήταν όμοιες.



Εικόνα 46. Μέση παραγωγή σκληρού σίτου, πατάτας και λιβαδιών στο DOK Trial

Στην εν λόγω μελέτη σημαντική είναι διαπίστωση, κάτι που πλέον είναι γενικά αποδεκτό, ότι τελικά τα θρεπτικά στοιχεία στα βιολογικά συστήματα είναι λιγότερο διαλυτά στο εδαφικό διάλυμα, με αποτέλεσμα τελικά να μην ξεπλένονται και απορρέουν στα υπόγεια ύδατα. Επιπλέον, οι διαδικασίες μετατροπής του μικροβιακού φορτίου που υπάρχει μπορεί να συσχετιστεί με την δυνατότητα διάθεσης φωσφόρου στα φυτά. Έτσι μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι ενώ μία ανάλυση εδάφους σε ένα βιολογικό αγροτεμάχιο θα δείξει χαμηλή συγκέντρωση σε διαθέσιμο φώσφορο, τελικά τα φυτά θα μπορούν να λαμβάνουν τον φώσφορο, καθώς το μικροβιακό φορτίο θα καθιστά αφομοιώσιμο τον φώσφορο στις ρίζες των φυτών, κάτι που δεν συμβαίνει στα αγροτεμάχια που δέχονται χημική λίπανση, ζιζανιοκτόνα και άλλα αγροχημικά.

Τέλος στην Εικόνα 47 απεικονίζεται ένα ενδιαφέρον στοιχείο και αφορά τις διαφορές που έχουν οι ιδιότητες του εδάφους (φυσικές, χημικές και βιολογικές) στα διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας του DOK-trial [59]. Συγκεκριμένα σε αναλύσεις που έγιναν μέσα στον αρόσιμο ορίζοντα των 20cm εκτός της πανίδας του εδάφους, τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν σε σχέση με το CONFYM (=100%) σε τέσσερα ακτινικά γραφήματα. Οι απόλυτες τιμές για 100% έχουν ως εξής.

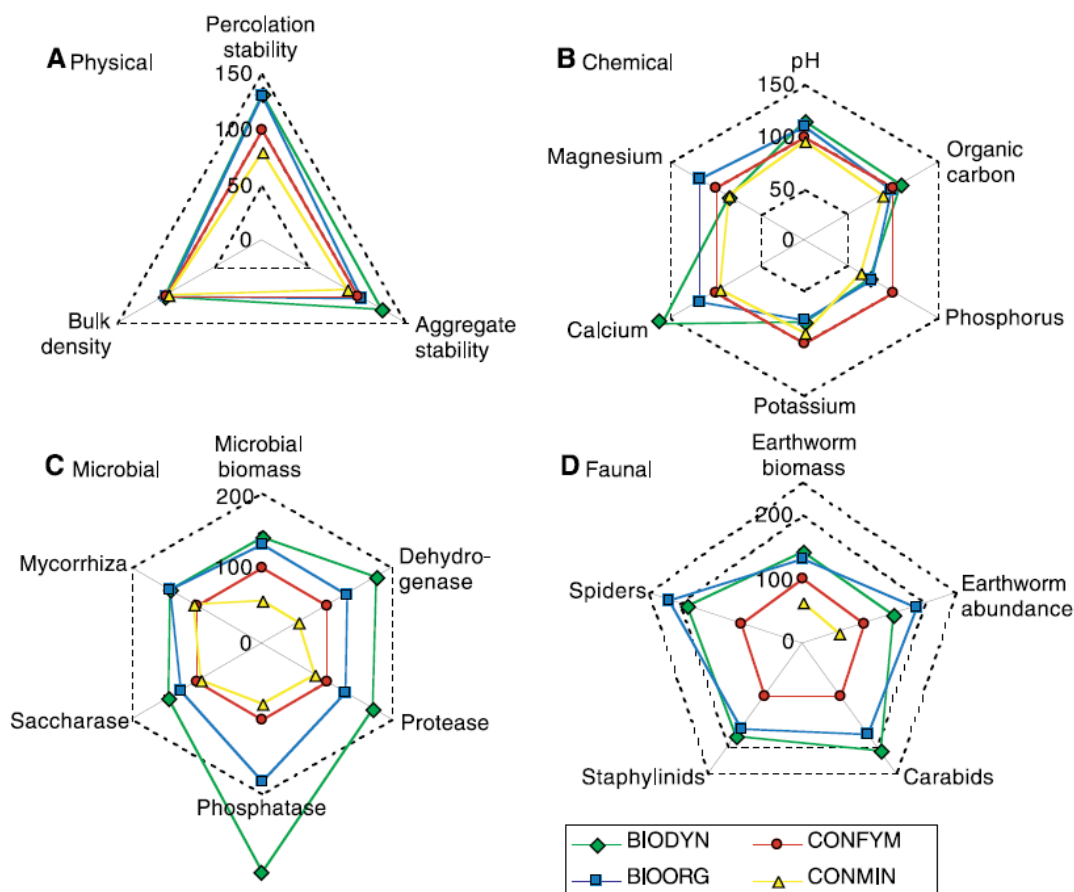
Σταθερότητα διήθησης 43,3 ml/min²¹, σταθερότητα αδρανών 55% σταθερά αδρανής > 250 μm. πυκνότητα, 1,23 g/cm³

pH (H₂O), 6.0, οργανικός άνθρακας, 15,8 g C_{org}/kg, φωσφόρος, 21,4 mg P/kg, κάλιο, 97,5 mg K/kg, ασβέστιο, 1,7 g Ca/kg, μαγνήσιο, 125 mg Mg/kg.

Μικροβιακή βιομάζα, 285 mg C_{mic} /kg, δραστηριότητα αφυδρογονάσης, 133 mg TPF/(k*h), πρωτεάσης, 238 mg τυροσίνης/kg/h, αλκαλικής φωσφατάσης, 33mg φαινόλης/kg/h, σακχαράση, 526

mg μειωμένα σάκχαρα/kg/h, μυκόριζες, 13,4% του μήκους της ρίζας αποικισμένες από μύκητες μυκόριζων.

Βιομάζα γαιοσκωλήκων, 183 g/m², αφθονία γαιοσκωλήκων, 247 άτομα/ m², καραβίδες, 55 άτομα, σταφυλινίδια, 23 άτομα, αράχνες, 33 άτομα. Δεν προσδιορίστηκαν καθόλου αρθρόποδα στο σύστημα CONMIN λόγω του σχεδιασμού του πειράματος. Σημαντικές επιδράσεις βρέθηκαν για όλες τις παράμετροι εκτός από την πυκνότητα, C_{org}, και το κάλιο (ανάλυση της διακύμανσης, P < 0,05).



Εικόνα 47. Φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους στα συστήματα καλλιέργειας του DOK-trial.

4.3.1 Δεδομένα

Για το παρόν πείραμα υπήρξε άμεση συνεργασία με το FIBL της Ελβετίας και μας δόθηκαν δεδομένα για την θέση και τον τύπο της καλλιέργειας σε κάθε πειραματικό τεμάχιο όπως αυτά φαίνονται στην Εικόνα 48, καθώς επίσης από το 1978 υπάρχουν 6 κύκλοι αμειψισποράς εξαιτούς αμειψισποράς με τον τελευταίο αυτήν τη στιγμή (τρέχει από το 2013) να περιλαμβάνει καλαμπόκι, σόγια, χειμερινό σιτάρι, επίσπορη καλλιέργεια με μείγμα, πατάτες και τριφύλλι Πίνακας 12.

Έτσι διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν τρεις τρόποι καλλιέργειας, ο Βιολογικός, ο Βιοδυναμικός και αυτός της ολοκληρωμένης διαχείρισης, οι οποίοι μοιράζονται σε διαφορετικές εφαρμογές λίπανσης (χαμηλής έντασης 0,7 LSU/ha και υψηλής 1,4 LSU/ha). Επιπλέον υπάρχουν και δύο εφαρμογές χωρίς

καθόλου λίπανση αλλά με χρήση μόνο βιοδυναμικών παρασκευασμάτων και τεμάχια που δέχτηκαν μόνο ορυκτά λιπάσματα σε κανονική ποσότητα. Συνεπώς προκύπτουν 8 διαφορετικές εφαρμογές, οι οποίες έχουν 8 επαναλήψεις η κάθε μία, δηλαδή συνολικά 96 διαφορετικά πειραματικά τεμάχια.

Χάρτης DOK-field			
Εναλλαγή Καλλιιεργειών			
K2 78	O2 84	D2 90	M 96
K1 77	O1 83	D1 89	N 95
K2 76	O2 82	D2 88	M 94
K1 75	O1 81	D1 87	N 93
K2 74	O2 80	D2 86	M 92
K1 73	O1 79	D1 85	N 91
D2 54	M 60	K2 66	O2 72
D1 53	N 59	K1 65	O1 71
D2 52	M 58	K2 64	O2 70
D1 51	N 57	K1 63	O1 69
D2 50	M 56	K2 62	O2 68
D1 49	N 55	K1 61	O1 67
O2 30	K2 36	M 42	D2 48
O1 29	K1 35	N 41	D1 47
O2 28	K2 34	M 40	D2 46
O1 27	K1 33	N 39	D1 45
O2 26	K2 32	M 38	D2 44
O1 25	K1 31	N 37	D1 43
M 6	D2 12	O2 18	K2 24
N 5	D1 11	O1 17	K1 23
M 4	D2 10	O2 16	K2 22
N 3	D1 9	O1 15	K1 21
M 2	D2 8	O2 14	K2 20
N 1	D1 7	O1 13	K1 19

entrance

Z →

Τίτλος:
N (NOFERT): χωρίς λιπάσματα, μόνο χρήση βιοδυναμικών σκευασμάτων
M (CONMIN): ορυκτά λιπάσματα από 2.CRP (κανονική ένταση)
D1 (BIODYN): βιοδυναμικά (0.6) 0.7 LSU/ha
D2 (BIODYN): βιοδυναμικά (1.2) 1.4 LSU/ha
O1 (BIOORG): βιολογικά (0.6) 0.7 LSU/ha
O2 (BIOORG): βιολογικά (1.2) 1.4 LSU/ha
K1 (CONFYM): ολοκληρωμένης διαχείρισης (μειωμένη ένταση, (0.6) 0.7 LSU/ha)
K2 (CONFYM): ολοκληρωμένης (κανονική ένταση, (1.2) 1.4 LSU/ha)

Εικόνα 48. Παρουσίαση των πειραματικών τεμαχίων και ο τρόπος καλλιέργειάς τους στο DOK-trial

Αμειψισπορά εντός των αγροτεμαχίων							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
a)	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2
b)	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες
c)	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2
b)	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες
c)	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2
a)	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2
c)	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2
a)	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2
b)	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες
a)	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2
b)	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες
c)	τριφύλλι 1	τριφύλλι 2	καλαμπόκι	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	πατάτες	χειμερινό σπάρι 2
<i>crop rotations</i>							
	1978-1984	1985-1991	1992-1998	1999-2005	2006-2012	2013-2019	
	1. CRP	2. CRP	3. CRP	4. CRP	5. CRP	6. CRP	
	πατάτες	πατάτες	πατάτες	πατάτες	καλαμπόκι	καλαμπόκι	
	επίσπορη (σίκαλη)	επίσπορη (σίκαλη)	χειμερινό σπάρι 1	χειμερινό σπάρι 1	χειμερινό σπάρι 1	σόγια	
	χειμερινό σπάρι 1	χειμερινό σπάρι 1	επίσπορη (σίκαλη)	επίσπορη (σίκαλη)	επίσπορη (σίκαλη)	χειμερινό σπάρι 1	
	επίσπορη (σίκαλη)	επίσπορη (σίκαλη)	κόκκινα τεύτλα	σόγια	σόγια	χειμερινό σπάρι 1	
	λευκό λάχανο	κόκκινα τεύτλα	χειμερινό σπάρι 2	επίσπορη (σίκαλη)	επίσπορη (σίκαλη)	επίσπορη (μείγμα)	
	χειμερινό σπάρι 2	χειμερινό σπάρι 2	τριφύλλι 1	καλαμπόκι	πατάτες	πατάτες	
	κριθάρι	κριθάρι	τριφύλλι 2	χειμερινό σπάρι 2	χειμερινό σπάρι 2	χειμερινό σπάρι 2	
	τριφύλλι 1	τριφύλλι 1	τριφύλλι 3	τριφύλλι 1	τριφύλλι 1	τριφύλλι 1	
	τριφύλλι 2	τριφύλλι 2		τριφύλλι 2	τριφύλλι 2	τριφύλλι 2	

Πίνακας 12. Παρουσίαση της αμειψισποράς στα πειραματικά τεμάχια του DOK-trial

Κύριο Έτος (Συγκομιδή)	Καλλιέργεια	Τεμάχιο	Εφαρμογές	Ημέρα σποράς	Ημέρα συγκομιδής					
2016										
	Πατάτες	a	N, D1, D2	09/05/16	07/09/16					
	Πατάτες	a	O1, O2, K1, K2, M	09/05/16	28/09/16					
	Αραβόσιτος	b	all	09/05/16	14/09/16					
	Σόγια	c	all	07/05/16	21/09/16					
2017										
	Χειμερινό Σιτάρι I	a	all	14/10/16	19/07/17					
	Σόγια	b	all	24/04/17	22/09/17					
	Χειμερινό Σιτάρι II	c	all	14/10/16	18/07/17					
2018						κόψιμο1	κόψιμο2	κόψιμο3	κόψιμο4	κόψιμο5
	Τριφύλλι	a	all	23/08/17	02/11/17	07/05/17	22/06/17	24/07/17	14/09/17	08/11/17
	Χειμερινό Σιτάρι I	b	all	19/10/17	12/07/18					
	Πατάτες	c	N, D1, D2, O1, O2	19/04/18	21/08/18					
	Πατάτες	c	K1, K2, M	19/04/18	30/08/18					
2019										
	Χειμερινό Σιτάρι II	c	all	11/10/18	later					
	Τριφύλλι	a	all	23/08/17	later					
	Πατάτες	b	all	later	later					

* σημείωση, στο τριφύλλι μόνο σε ένα μέρος του απομακρύνθηκε από τα αγροτέμαχια μερικές μέρες μετά την κοπή (χρησιμοποιήθηκε ως ζωτροφή από γείτονα)

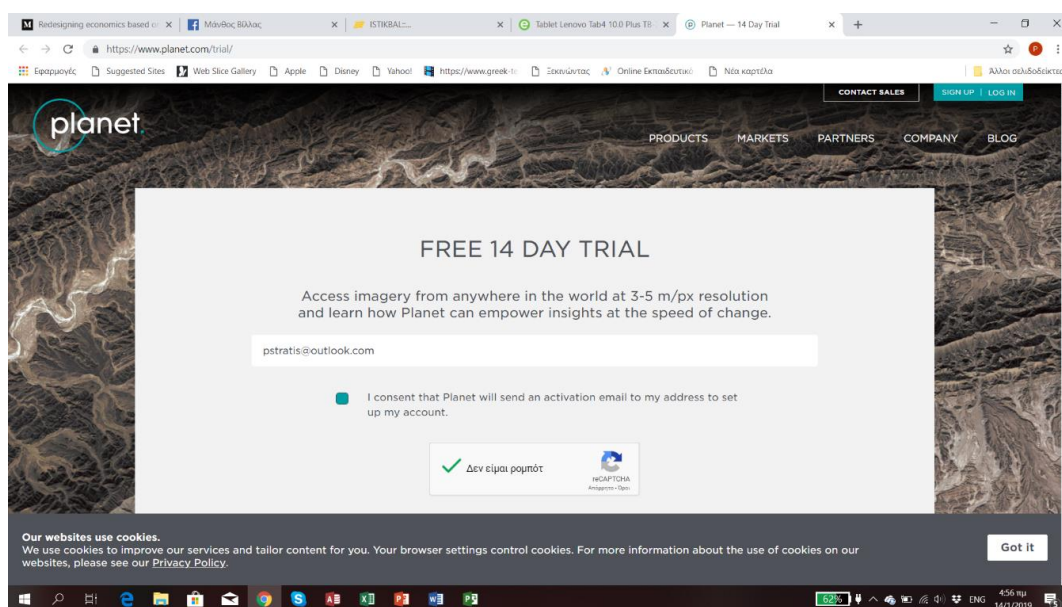
Πίνακας 13. Σπορά/ Φύτευση και ημερομηνίες συγκομιδής για το έτος 2016 έως 2019 στο DOK-trial

4.4 Πολυφασματικές Εικόνες της Planet

Η αναζήτηση πολυφασματικών εικόνων για τη χρήση στο μακροχρόνιο πείραμα του FiBL δεν ήταν απλή υπόθεση. λαμβάνοντας υπόψη ότι το μέγεθος των πειραματικών τεμαχίων είναι σχετικά μικρό, συγκρίνοντας πάντα τα ελεύθερα δεδομένα που υπάρχουν παγκοσμίως σε πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες.

Έτσι, τελικά μπόρεσε να γίνει δεκτό, παρά τα προβλήματα που είχε αρχικά, αίτημα για πρόσβαση στην βάση δορυφορικών εικόνων που έχει η Planet [6]. Με αυτόν τον τρόπο μπορέσαμε να έχουμε πρόσβαση σε πολυφασματικές εικόνες με μέγεθος pixel τα 3m, λίγο μικρότερο από την μικρότερη διάσταση του κάθε πειραματικού τεμαχίου.

Αρχικά, οι διαχειριστές της Planet αποδέχτηκαν και μας έδωσαν πρόσβαση για 14 μέρες στην βάση τους, ωστόσο αυτό λειτούργησε με κάποια προβλήματα γι' αυτό και τελικά δόθηκε σχεδόν απεριόριστη πρόσβαση, όταν έγινε αποδεκτό ότι το υλικό θα χρησιμοποιηθεί μόνο για την παρούσα μελέτη.



Εικόνα 49. Πρόσβαση 14 ημερών στη σελίδα Planet [57]

Για την λήψη των εικόνων πραγματοποιήθηκε εγγραφή και ενεργοποίηση του κωδικού (stratisaua@central.ntua.gr), αφού μετά από αρκετές συνομιλίες με τα κεντρικά της Planet έγινε αποδεκτό ότι τα στοιχεία θα χρησιμοποιηθούν για μη κερδοσκοπικό σκοπό και μόνο για την παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη.

Η Planet είναι μία εταιρεία που ιδρύθηκε από επιστήμονες της NASA το 2010. Υποστηρίζεται από επιχειρηματικά κεφάλαια και έλαβε πάνω από 300 εκατομμύρια δολάρια. Το 2017, η Planet εξαγόρασε την Terra Bella της Google σε μία στρατηγική συνεργασία, που τελικά καθιστά την Google μέτοχο της Planet.

Η Planet έχει 430 μόνιμους υπαλλήλους με κεντρικά γραφεία στο Σαν Φρανσίσκο και επιπλέον γραφεία στο Βερολίνο, Lethbridge, Καναδά, Bellevue, Ουασίγκτον και Ουασίγκτον DC.

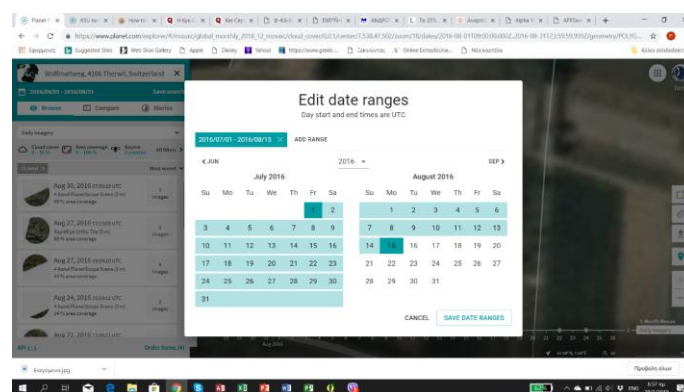
Ο αριθμός των δορυφόρων που έχει σε τροχιά η Planet αλλάζει συχνά. Σύμφωνα με πληροφορίες στην ιστοσελίδα τους. Είτε εκτοξεύουν νέους, είτε οι δορυφόροι τους φθάνουν στο τέλος της ζωής τους και εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της γης και καίγονται. Από το 2013, όταν εκτοξεύτηκε ο πρώτος δορυφόρος, έχουν σταλεί με επιτυχία σε τροχιά 331. Σήμερα, υπάρχουν περίπου 150 σε

τροχία, συμπεριλαμβανομένων των Dove, SkySat και RapidEye και συγκεντρώνουν καθημερινά πάνω από 300 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα απεικόνισης.

Η Planet λαμβάνει χρήματα από την συνδρομητική υπηρεσία στα προϊόντα εικόνων της. Τα προϊόντα εικόνες αποτελούν παγκόσμια κάλυψη, καθημερινά 3-5 μέτρα ανά ρίξει ανάλυση και παγκοσμίως, και υψηλής ανάλυσης εικονοστοιχεία με κάτω του ενός μέτρου ανάλυση. Επίσης παρέχουν μία πλατφόρμα και API για ανάλυση που βασίζεται σε όραση υπολογιστών.

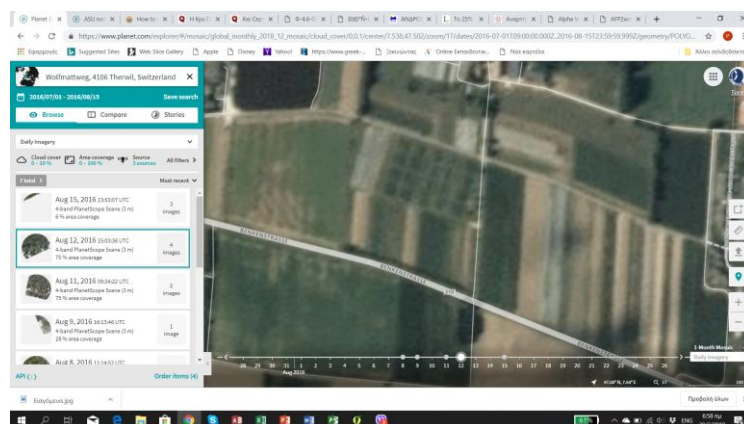
Ενδιαφέρον έχει να καταγραφεί πώς συγκεντρώνονται τα απορρίμματα στο διάστημα, καθώς είναι ένα σημαντικό πρόβλημα και αναφέρεται ότι φροντίζουν για αυτό. Η Planet έχει επιλέξει οι δορυφόροι να βρίσκονται σε χαμηλότερα ύψη για να αποφευχθεί ο συνωστισμός στα μεγαλύτερα υψόμετρα και για να επιβεβαιωθεί ότι θα πραγματοποιηθεί ασφαλής απορρόφηση των δορυφόρων όταν φθάσει το τέλος ζωής τους. Έτσι, διασφαλίζεται ότι τα διαστημικά σκουπίδια θα καούν με την είσοδό τους στην ατμόσφαιρά της γης.

Για την παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε αναζήτηση κατάλληλων εικόνων την κατάλληλη ημερομηνία.



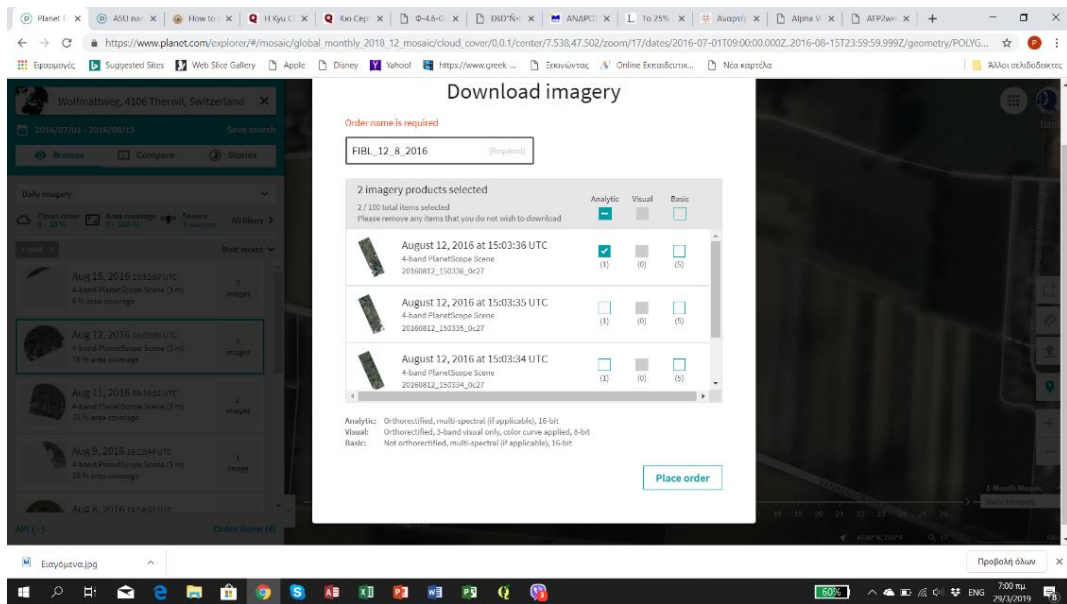
Εικόνα 50. Επιλογή Δορυφορικών Εικόνων σε Planet [57]

Και στη συνέχεια έγινε λήψη της εικόνας. αφού επιλέχθηκαν κάποια φίλτρα. όπως χαμηλό ποσοστό νεφοκάλυψης, κάτι σημαντικό για τη συγκεκριμένη περιοχή. Οι εικόνες που τελικά λήφθηκαν ήταν ατμοσφαιρικά διορθωμένες από την αρχή.



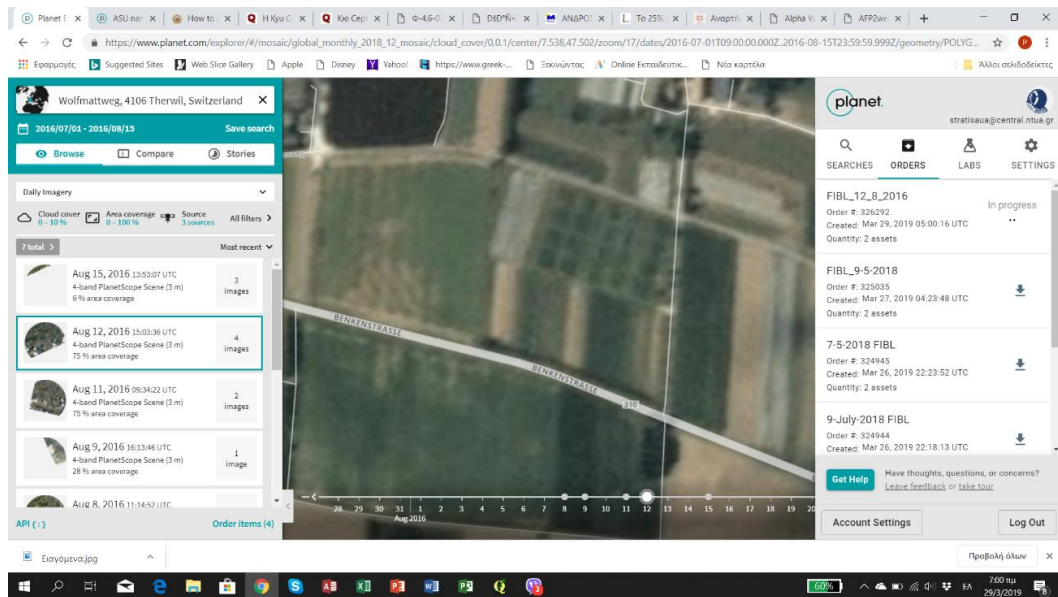
Εικόνα 51. Επιλογή εικόνας για λήψη από Planet [57]

Επιλογή της καταλληλότερης κατά τη διάρκεια λήψης μέσα στην ημέρα που επιλέχθηκε



Εικόνα 52. Επιλογή εικόνας από πλήθος λήψεων σε Planet [57]

Αφού η επιλογή πραγματοποιήθηκε και η παραγγελία προχώρησε, αναμένεται η έγκριση από τα γραφεία της Planet για να γίνει λήψη της δορυφορικής εικόνας.



Εικόνα 53. Παραγγελία εικόνας για να εγκριθεί και γίνει λήψη [57]

4.5 Φωτοερμηνεία DOK-trial

Σε αυτό το σημείο έχει σημασία να παρουσιαστεί το ημερολόγιο εργασιών που δόθηκε από τους ερευνητές του FiBL και αφορά όλες τις εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί στα πειραματικά τεμάχια. Έτσι, παρουσιάζεται στο Παράρτημα Ι.

Φωτοερμηνεύοντας μία δορυφορική εικόνα (Εικόνα 54) που υπάρχει ελεύθερη στο Google Earth, διαπιστώνουμε ότι μακροσκοπικά είναι εμφανής η χρήση οργανικής ουσίας σε κάποια πειραματικά τεμάχια. Χαρακτηριστικό είναι ότι κατά τη διάρκεια λήψης της εικόνας αποτυπώθηκε και η κίνηση του οχήματος με το συρόμενο, πιθανόν για την μεταφορά γεωργικών εισροών. Συνεπώς, σε μία τέτοια περίπτωση στην πραγματικότητα, ο παραγωγός θα έπρεπε να αιτιολογήσει την ύπαρξη του οχήματος εντός ενός αγροτεμαχίου (ιδίως αν αφορούσε μία μεγάλη έκταση όπου εντός κυκλοφορούσε ένας ελκυστήρας χωρίς π.χ. να απαιτείται για την κατεργασία του εδάφους, συνεπώς σε αυτήν τη περίπτωση δείχνει ότι πραγματοποιήθηκε κάποια εφαρμογή γεωργικών εισροών επιτρεπόμενων ή μη στη βιολογική γεωργία). Χαρακτηριστικό είναι στα σημεία που φαίνονται τα μαύρα στίγματα (τεμάχια οργανικής ουσίας), ξεχωρίζει ότι στο αριστερό σημείο έχει πραγματοποιηθεί απόθεση μεγαλύτερης συγκέντρωσης οργανικής ουσίας, δηλαδή αφορά διαφορετικό πειραματικό τεμάχιο.

Είναι σημαντικό ότι από τα ημερολόγια εργασιών του πειράματος που στάλθηκαν από τους ερευνητές του FiBL, 26/07/2018 καταγράφεται ότι πραγματοποιήθηκε εφαρμογή κοπριάς και κομποστοποιημένης κοπριάς με το χέρι στα αγροτεμάχια D,O και K (όχι στα M), και στα πειραματικά τεμάχια με Σιτάρι, κάτι που τελικά είναι εμφανές. Ωστόσο αυτό είναι εμφανές στην απλή εικόνα της Google earth, η οποία έχει καλύτερη ανάλυση, και όχι στις αντίστοιχες εικόνες της Planet, όπου η ανάλυση μειώνεται και γίνεται 3*3m για το κάθε ρixel. Επιπλέον στην εικόνα της Google Earth είναι εμφανές και το όχι που κινείται μεταξύ των γραμμών, πιθανόν για να κάνει την εφαρμογή της κοπριάς, αφού σύμφωνα με το ημερολόγιο εργασιών του πειράματος δεν είχε γίνει κάποια άλλη εργασία εκείνη τη μέρα. Οι τελευταίες εργασίες ήταν 24/07/2018 το κόψιμο της λιβαδικής βλάστησης και 19/07/2018 είχε εφαρμοστεί Kocide (χαλκός) στα πειραματικά τεμάχια με πατάτα (όλα εκτός τα D και N).

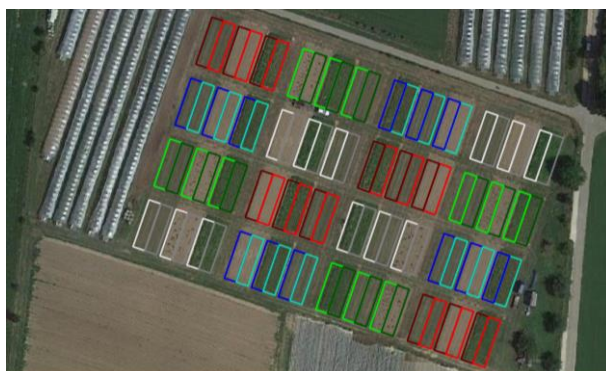
Από αυτήν την ανάλυση διαπιστώνουμε πόσο σημαντική είναι τελικά η τήρηση των αρχείων που απαιτείται για τον παραγωγό, σύμφωνα με την νομοθεσία της βιολογικής παραγωγής και η χρήση υψηλής ανάλυσης δορυφορικών εικόνων, πώς μπορεί να παρέχει δεδομένα που να τεκμηριώνουν τη συμμόρφωση τελικά του παραγωγού με τις συγκεκριμένες απαιτήσεις. Όχι μόνο αυτό, η χρήση πολυφασματικών εικόνων υψηλής ανάλυσης θα παρέχει σίγουρα δεδομένα που θα τεκμηριώνουν αδιαμφισβήτητα τον τρόπο παραγωγής.



Εικόνα 54. DOK-trial στο Therwil 26/07/2018

Στην πιο πάνω εικόνα αν γίνει μία σύντομη επεξεργασία μέσω του προγράμματος QGIS, παρουσιάζοντας τα όρια των πειραματικών όπως αυτά δόθηκαν σε συντεταγμένες από τους ερευνητές του FiBL, αποτυπώνεται η επόμενη Εικόνα 55. Είναι λοιπόν εμφανές ότι στα πειραματικά αγροτεμάχια ανοιχτού πράσινου και λευκού περιγράμματος έχει πραγματοποιηθεί απόθεση

μεγαλύτερης ποσότητας οργανικής ουσίας, κάτι που θα πρέπει να αντιστοιχεί και στα μητρώα που διαθέτει ένας παραγωγός ο οποίος ζητάει την βιολογική πιστοποίηση.



Εικόνα 55. Εικόνα 26/07/2018 με αποτύπωση των πειραματικών ορίων

Στην Εικόνα 55 φαίνεται η σύγκριση της δορυφορικής εικόνας του Google Earth σε σχέση με την λήψη από την Planet.

Η παραγγελία εικόνων που πραγματοποιήθηκε από την Planet αφορούσε τις συντεταγμένες:

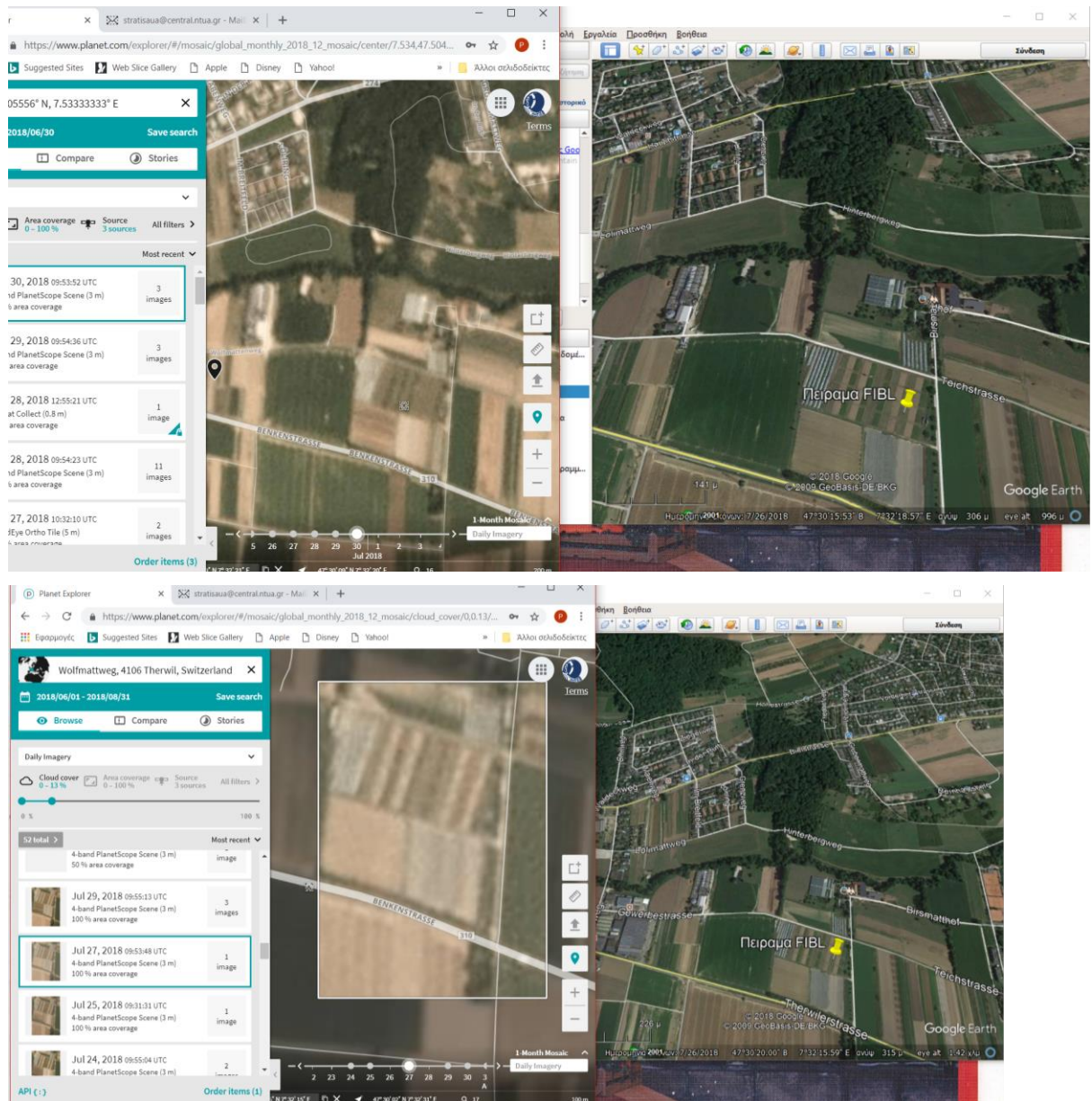
47.50305556° N. 7.53333333° E ή 47°30'32" N. 7°32'38" E

Το τεμάχιο γης που πραγματοποιείται η ανάλυση βρίσκεται κοντά στο Therwil στην Βασιλεία της Ελβετίας.

Χαρακτηριστικές είναι οι διαφορές στην ανάλυση. καθώς η εικόνα του δορυφόρου της Planet έχει ανάλυση 3*3 m για κάθε pixel. Παρόλα αυτά, είναι χρήσιμο να εργαστούμε με τις εν λόγω εικόνες καθώς είναι πολυφασματικές και θα μπορέσουν να αξιολογηθούν δεδομένα ξεχωριστά για το κάθε κανάλι, καθώς επίσης του υπέρυθρου, αλλά και συνδυασμών αυτών. Ωστόσο, σε αυτήν την ανάλυση δεν είναι εφικτό να διαπιστωθούν λεπτομέρειες όπως το όχημα που κινείται (είναι μικρότερο της διάστασης 3*3m) ή της διαφορετικής ποσότητας οργανικής ουσίας.

Για την επεξεργασία των εικόνων χρησιμοποιείται το opensource πρόγραμμα gimp-2.10.10 [60].

Στην Εικόνα 56 είναι εμφανές ότι η ανάλυση των εικόνων που λήφθηκαν από την Planet μπορούν να είναι πολύ καλές για περιπτώσεις αγροτεμαχίων που θα έχουν έκταση ενός στρέμματος ή μεγαλύτερου, όπως συμβαίνει άλλωστε και στην πραγματικότητα, αλλά στην περίπτωση του πειράματος του FIBL, όπου τα πειραματικά τεμάχια έχουν έκταση 5m*20m, ειδικά στην διάσταση των 5m υπάρχει αλληλοεπικάλυψη των εφαρμογών και τελικά η ακρίβεια τελικά δεν είναι η αναμενόμενη.

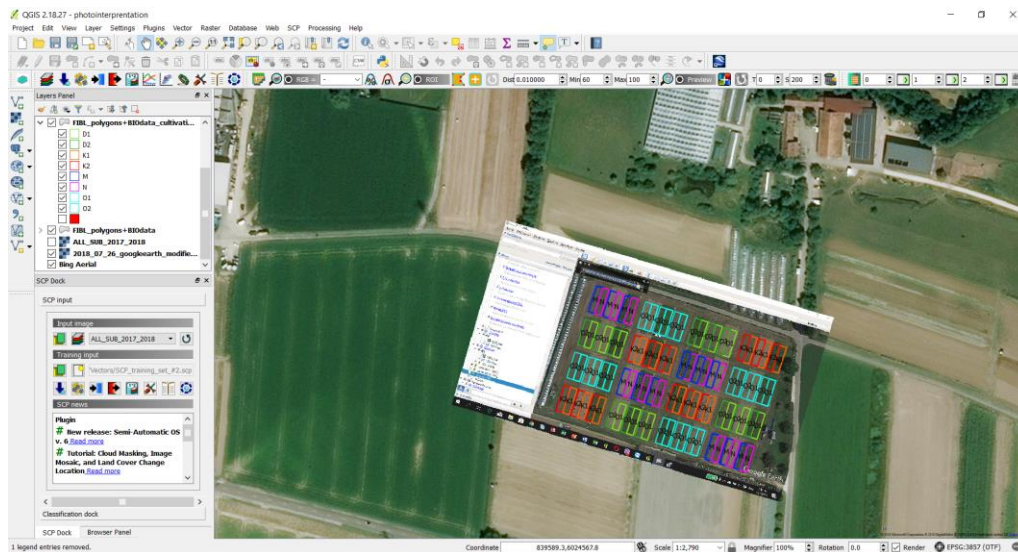


Εικόνα 56. Το πειραματικό σημείο DOK-trial όπως αποτυπώνεται στην εικόνα Google Earth δεξιά και σε μία εικόνα ανάλυσης 3*3 m που λήφθηκε από την Planet 30/07/2018 [57].

4.5.1 Φωτοερμηνεία εικόνας Google Earth

Στις επόμενες εικόνες αποτυπώνονται οι δορυφορικές εικόνες που υπάρχουν στο Google Earth για 10 διαφορετικές ημερομηνίες. Επειδή δεν υπήρχε δυνατότητα απευθείας αποτύπωσης των πρακτικών καλλιέργειας που εφαρμόζονται σε κάθε αγροτεμάχιο, αλλά μόνο τα περιγράμματα, στην Εικόνα 57 παρουσιάζεται η τελική εικόνα, όταν στην εκτύπωση της οθόνης του υπολογιστή για το πείραμα του FIBL της 26/07/2018 (Εικόνα 54), πραγματοποιήθηκε γεωαναφορά και αποτυπώθηκε η εικόνα πάνω στον χάρτη. Ο λόγος ήταν ότι μπορεί στο QGIS να υπάρχει αποτύπωση των εικόνων «bing aerial», αλλά είναι αδύνατον να παρουσιαστούν οι εικόνες του ιστορικού της Google Earth, γι' αυτό και αποφασίστηκε ο εν λόγω τρόπος. Επιπλέον, μόνο έτσι μπορούν να αξιοποιηθούν τα δεδομένα που έχουν δημιουργηθεί (όπως είναι τα όρια των αγροτεμαχίων και οι μορφές καλλιέργειας, μαζί με την καλλιέργεια σε κάθε εποχή).

Έτσι, στην Εικόνα 57 φαίνεται στο κέντρο η εκτύπωση της εικόνας από την Googleearth όπως ακριβώς συμπίπτει με τα αγροτεμάχια του πειραματικού DOK της FIBL.



Εικόνα 57. Αποτύπωση της εικόνας Google Earth της 26/07/2018 μετά από γεωαναφορά στο QGIS

Η Εικόνα 57 είναι ταυτόσημη με την Εικόνα 58, η οποία έχει εστιάσει σε κάποια σημεία της πρώτης. Σε αυτήν διαπιστώνεται ξεκάθαρα ότι έχει τηρηθεί το ημερολόγιο που μας έστειλαν το FIBL, αφού 26/07/2018 που έχουν δηλώσει ότι έγινε διασπορά κοπριάς στα D,O και K αγροτεμάχια (όχι στα M και N). Έτσι, στην εικόνα αποτυπώνεται ξεκάθαρα το όχημα που εφαρμόζει την κοπριά και ότι στα τεμάχια «K2,O2,D2» έχει εφαρμοστεί μεγαλύτερη ποσότητα από τα αντίστοιχα «K1,O1,D1». Όχι μόνο αυτό, μπορεί να διαπιστωθεί ότι τηρείται επακριβώς το ημερολόγιο που έχει δηλωθεί από την FIBL, αφού εκείνη την ημέρα γίνεται η εφαρμογή. Έτσι, όπως διαπιστώνεται στα γράμματα με το μπλε πλαίσιο:

1. Νούμερο 1, Απεικονίζεται το όχημα με τη ρυμούλκα που εφαρμόζει την κοπριά
2. 2, 5 και 13, φαίνεται ότι στα M, N δεν έχει μπει κοπριά
3. Στα 3, 4, 14 παρότι είναι βιοδυναμικά τεμάχια (D) δεν έχει γίνει ακόμα εφαρμογή της κοπριάς. Είναι πολύ πιθανό επειδή η κοπριά των βιοδυναμικών αγροτεμαχίων δέχεται δυναμοποίηση με κάποια παρασκευάσματα, να είναι ο λόγος που δεν είχε ακόμα εφαρμοστεί, αφού θα πρέπει να είναι διαφορετική η πρώτη ύλη.
4. 7, 9 και 15 φαίνεται στα δύο τεμάχια που είναι δίπλα – δίπλα, το αριστερό (O2) να έχει δεχτεί μεγαλύτερη ποσότητα κοπριάς από το O1, κάτι που είναι αποδεκτό και δηλώνεται και στον σχεδιασμό και τα αρχεία του πειράματος.
5. 11 και 12 φαίνεται ότι τα δύο τεμάχια ολοκληρωμένης διαχείρισης, έχουν δεχτεί κοπριά και το K2 (αριστερά το K1 έχει μεγαλύτερη ποσότητα)
6. Τέλος, πάνω δεξιά το No 6 αφορά ολόκληρη την γραμμή με σκληρό σιτάρι, διαφορετικών πρακτικών, στην οποία δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμα εφαρμογή κοπριάς.



Εικόνα 58. Google Earth 26/07/2018 στο FIBL

Στην ίδια εικόνα, κάνοντας μία σύγκριση στις καλλιέργειες της πατάτας, καθώς διαπιστώνονται κάποιες διαφορές, προκύπτει η Εικόνα 59, όπου παρουσιάζονται σε μεγαλύτερη μεγέθυνση οι καλλιέργειες πατάτας, στις τέσσερις γραμμές, κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει 8 πειραματικά τεμάχια που καθένα από αυτά καλλιεργείται με τις γεωργικές πρακτικές:

- Της βιοδυναμικής γεωργίας (K2, K1)
- Της βιολογικής γεωργίας (O2, O1)
- Της ολοκληρωμένης διαχείρισης (K2, K1)
- Μόνο με πλήρη λίπανση σε κανονική συγκέντρωση (M)
- Μόνο με βιοδυναμικά παρασκευάσματα (N)

Οι πατάτες φυτεύτηκαν σε όλα τα αγροτεμάχια 19/04/2018 σε απόσταση γραμμών 75cm και απόσταση φύτευσης μεταξύ των φυτών 33cm.

Τα αγροτεμάχια που καλλιεργούνται με σιτάρι την ημερομηνία λήψης της φωτογραφίας ήταν φεζαρισμένα

Παρατηρείται λοιπόν ότι τα O2 σε σχέση με τα O1 έχουν μεγαλύτερη φυλλική ανάπτυξη τα φυτά, αφού στα O1 μπορούν να ξεχωρίσουν οι γραμμές που είναι φυτεμένη η πατάτα. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα D2 και D1 δεν φαίνεται να ξεχωρίζουν με την φωτοερμηνεία σημαντικά.

Ομοίως τα K2 και K1 φαίνεται ότι έχουν αναπτυχθεί ικανοποιητικά, καθώς υπάρχει ομοιόμορφη ανάπτυξη των φυτών, αλλά διακρίνεται ότι τα K1 είναι λίγο πιο κίτρινα (χλώρωση). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αφού τα K1 δέχονται τη μισή λίπανση από τα K2.

Ωστόσο, τα τεμάχια που δέχτηκαν την εφαρμογή μόνο λιπασμάτων (M) έχουν αναπτυχθεί πολύ καλύτερα σε σχέση με τα διπλανά τους (N), που δέχτηκαν μόνο βιοδυναμικά σκευάσματα. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι από τις υπάρχουσες εικόνες φαίνεται ότι τα λιγότερο ανεπτυγμένα φυτά είναι τα N, τα οποία δέχτηκαν μόνο βιοδυναμικά σκευάσματα.

Συνεπώς και μόνο από μία κανονική εικόνα μπορούμε να εντοπίσουμε σημαντικές διαφορές στις διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές. Παρόλα αυτά το πρόβλημα εντοπίζεται στο γεγονός ότι για να μπορέσει αυτό να λειτουργήσει στην πράξη, δεν θα υπάρχουν μάρτυρες (δηλαδή συγκεκριμένα αγροτεμάχια που καλλιεργούνται βιοδυναμικά, βιολογικά και συμβατικά), ενώ κάθε περιοχή και υποπεριοχή έχει το δικό της κλίμα και πιο ειδικά μικροκλίμα, που μπορεί τελικά να επηρεάσει την ανάπτυξη ενός φυτού.

Τέλος, με την μεγέθυνση που έγινε, παρατηρήθηκε ακόμα κάτι άλλο, ότι στο κάτω μέρος της εικόνας υπάρχει ένα φορτηγάκι με ρυμούλκα, το οποίο πιθανόν χρησιμοποιείται ως δεύτερο όχημα για την μεταφορά της κοπριάς.



Εικόνα 59. Τεμάχια με πατάτα της 26/07/2018 από Google earth

4.5.2 Δημιουργία Πλέγματος Αγροτεμαχίων

Στην παραπάνω εικόνα για να δημιουργηθεί το πλέγμα που φαίνεται π.χ. στην Εικόνα 59, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των συντεταγμένων που δόθηκαν από τους ερευνητές του FIBL, και στη συνέχεια υπολογίζοντας τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών των πειραματικών τεμαχίων δημιουργήθηκε το πλέγμα και αντίστοιχα οι διάδρομοι ανάμεσα.

Στην συνέχεια καθορίστηκαν οι καλλιέργειες σε κάθε αγροτεμάχιο σύμφωνα με την διαθέσιμη αμειψισπορά του αγροτεμαχίου. Για να μπορέσουν να αναλυθούν με ευκολία τα δεδομένα ορίστηκε ένας αριθμός σε κάθε καλλιέργεια και γεωργική πρακτική ακολουθώντας την αντιστοίχιση:

	BIO_ID	Καλλιέργεια 2018	2018_ID	MIX_ID
O2	8	Λιβάδι	1	$=10*(2018_ID)+BIO_ID$
O1	7	Πατάτες	2	
N	6	Σιτάρι	3	
M	5			
K2	4			
K1	3			
D2	2			
D1	1			

Πίνακας 14. Δημιουργία κωδικοποίησης σε δεδομένα GIS

Από τα παραπάνω ήταν δυνατός ο καθορισμός της ομαδοποίησης κατά την ταξινόμηση, έτσι ώστε να επιλέγονται κατάλληλα δείγματα για την ταξινόμηση και στη συνέχεια σημεία για τον έλεγχο της ταξινόμησης, λαμβάνοντας υπόψη ότι είναι γνωστές οι πρακτικές και οι μέθοδοι καλλιέργειας από τα διαθέσιμα δεδομένα του πειράματος.

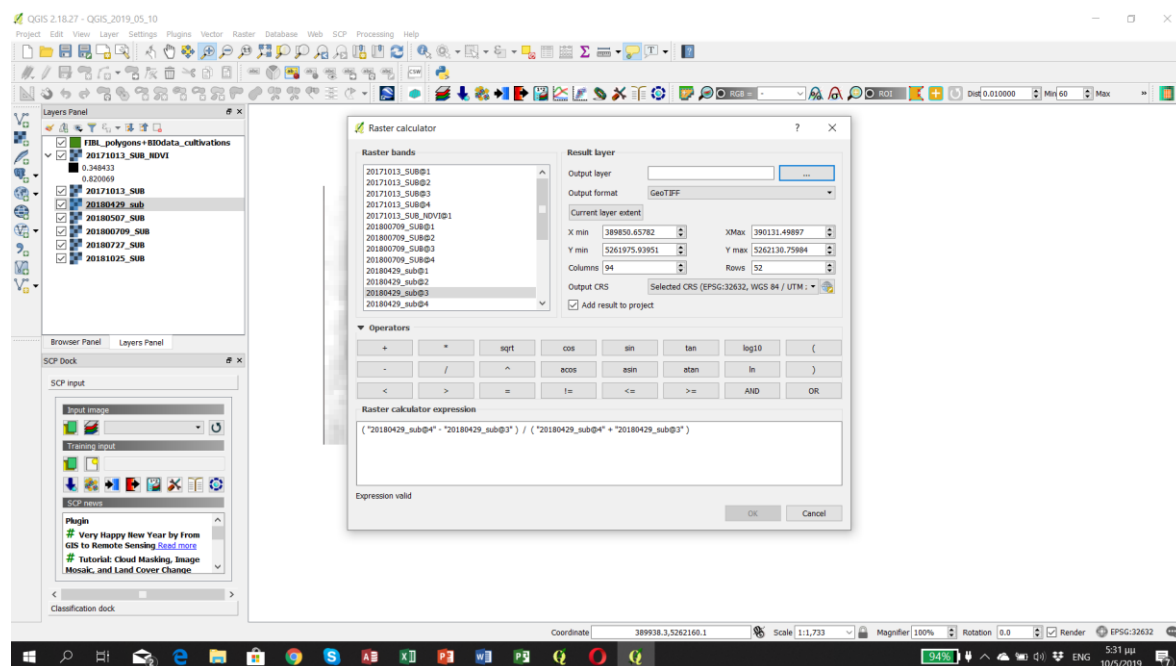
4.6 Στάδια επεξεργασίας

Λαμβάνονται εικόνες μέσω της Planet. Τελικά θα χρησιμοποιηθούν οι εικόνες που αφορούν την καλλιεργητική περίοδο 2018. Συγκεκριμένα:

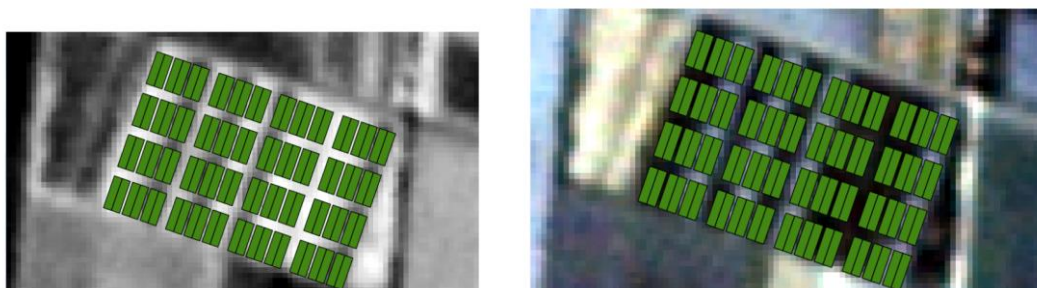
- 13/10/2017
- 29/04/2018
- 07/05/2018
- 09/07/2018
- 27/07/2018
- 25/10/2018

Φορτώνονται οι εικόνες στο QGIS και κόβονται στα όρια του πειράματος στο Thewill. Παρατηρήθηκε ότι δημιουργήθηκε πρόβλημα κατά την εκτέλεση των διαδικασιών σε επόμενο βήμα, γι' αυτό και θέλει ιδιαίτερη προσοχή αν μία δορυφορική εικόνα είναι στο όριο να μην λαμβάνεται όριο εκτός της περιοχής που έχει γίνει λήψη.

Δημιουργούνται από τις κομμένες εικόνες οι αντίστοιχες NDVI από το Raster → Raster Calculator κάνοντας την πράξη (κανάλι 4 – κανάλι 3)/(κανάλι 4+ κανάλι 3) όπως φαίνεται στην Εικόνα 60.

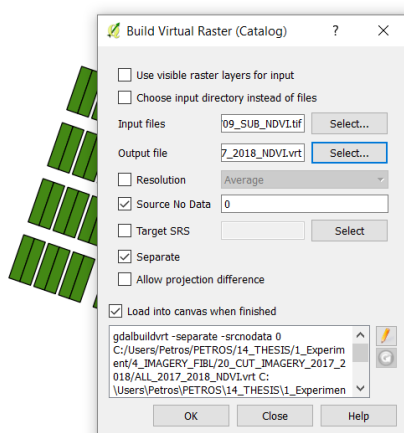


Εικόνα 60. Δημιουργία εικόνας NDVI στις κομμένες εικόνες της περιοχής του Therwil



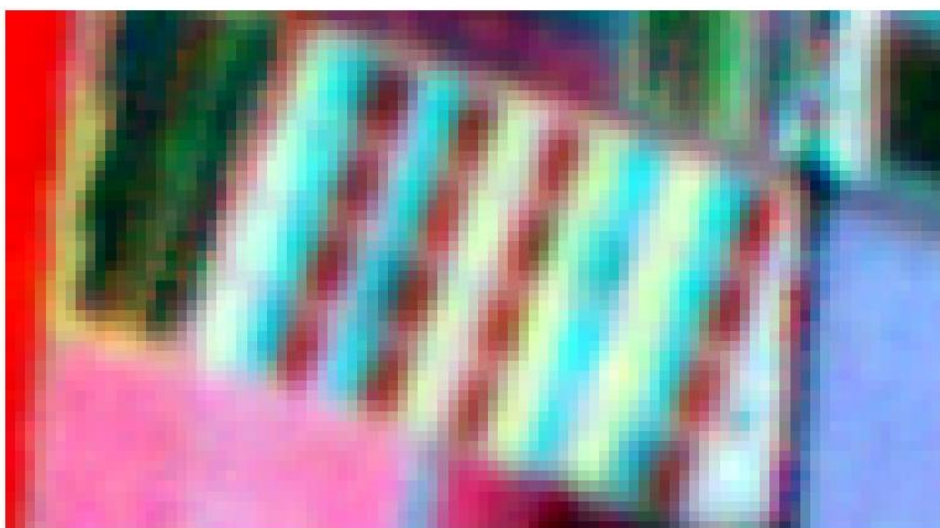
Εικόνα 61. Μετατροπή εικόνας σε NDVI αριστερά και κανονική εικόνα δεξιά

Αφού κοπούν όλες δημιουργείται μία εικόνα με κανάλια όλες τις εικόνες των NDVI που μόλις δημιουργήθηκαν (6 εικόνες) Εικόνα 62.



Εικόνα 62. Δημιουργία Εικόνας με όλους του NDVI για εικόνες 2017-2018

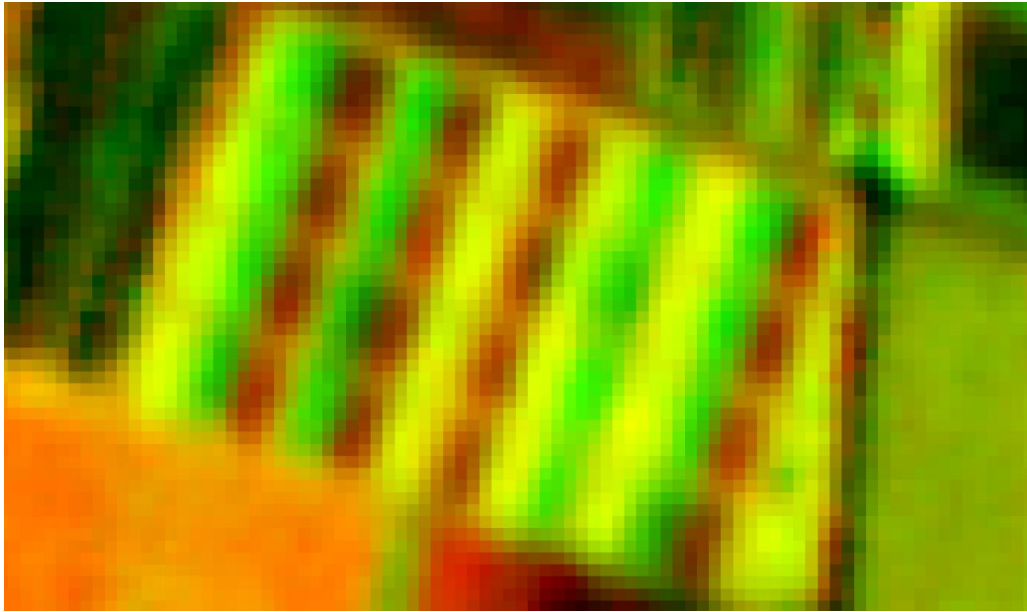
Τελικά δημιουργείται η Εικόνα 63, όπου στο κανάλι 1 (κόκκινο) υπάρχει ο NDVI της 13/10/2017, στο Νο2 της 29/04/2018 (πράσινο) και στο Νο3 (μπλέ) της 07/05/2018. Δηλαδή εκεί που η εικόνα είναι πιο κόκκινη ο NDVI του Οκτώβρη 2017 είναι μεγαλύτερος, αντίστοιχα πράσινη η εικόνα είναι όταν έχουμε NDVI μεγαλύτερο 29/04/2018 και μπλέ αντίστοιχα την 07/05/2018.



Εικόνα 63. Σύνθετη εικόνα με όλες τις NDVI για 2017 και 2018 (σύνολο 6 εικόνες)

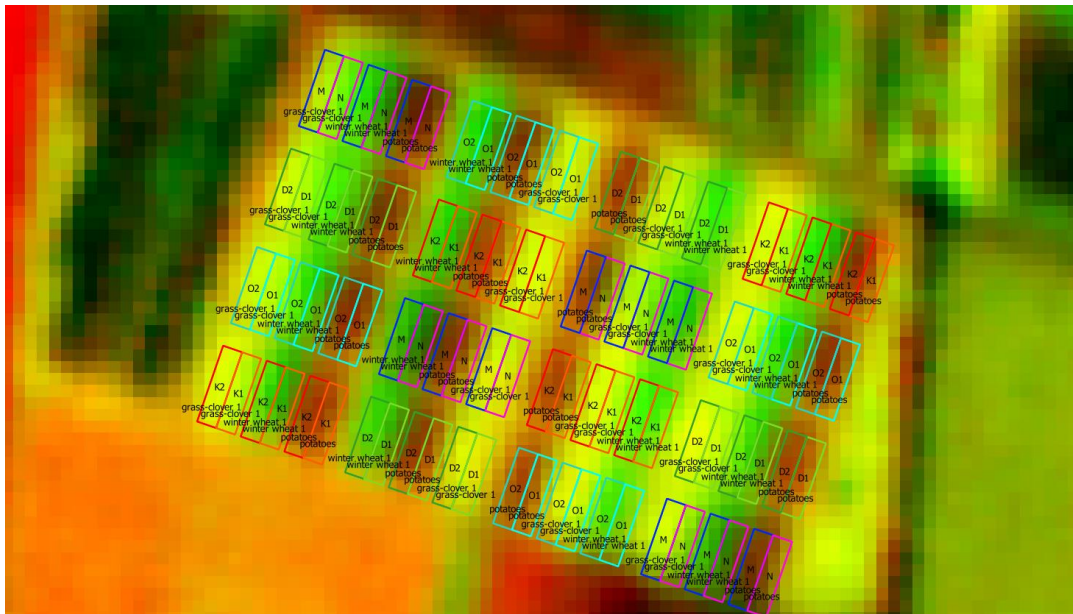
(r-13/10/2018,g-29/04/2018,b-07/05/2018) [57]

Αν μπει μόνο το κανάλι 1 (13/10/2018) και 2 (29/04/2018) και τίποτα στη μπλε, τότε ότι παρουσιάζεται περισσότερο κόκκινο θα έχει μεγαλύτερο NDVI (δηλαδή περισσότερο κόκκινο αφού έχει μπει στο κανάλι Νο 1) την 13/10/2018, ενώ περισσότερο πράσινο στην πιο κάτω εικόνα σημαίνει μεγαλύτερο NDVI την 29/04/2018.



Εικόνα 64. Σύνθετη εικόνα μόνο κόκκινο και πράσινο κανάλι (13/10/2017 – 29/04/2018) [57]

Έχει δημιουργηθεί περίγραμμα των πειραματικών αγροτεμαχίων, σύμφωνα με τα δεδομένα που στάλθηκαν από τη FIBL



Εικόνα 65. Έγχρωμο Σύνθετο, διαχρονικής εικόνας των NDVI με περιγράμματα και περιγραφές των πειραματικών [57]

Στην Εικόνα 65 φαίνεται ότι το σιτάρι είναι αρκετά πράσινο, οι πατάτες καφέ και ο λειμώνας κίτρινος. Συνεπώς, το σιτάρι με υψηλό NDVI και πολύ πράσινο την 29/04/2018, ενώ οι πατάτες καφέ, ωστόσο παρατηρώντας με το μάτι δεν φαίνονται έντονες διαφορές μεταξύ των διαφορετικών πρακτικών στις ίδιες καλλιέργειες.

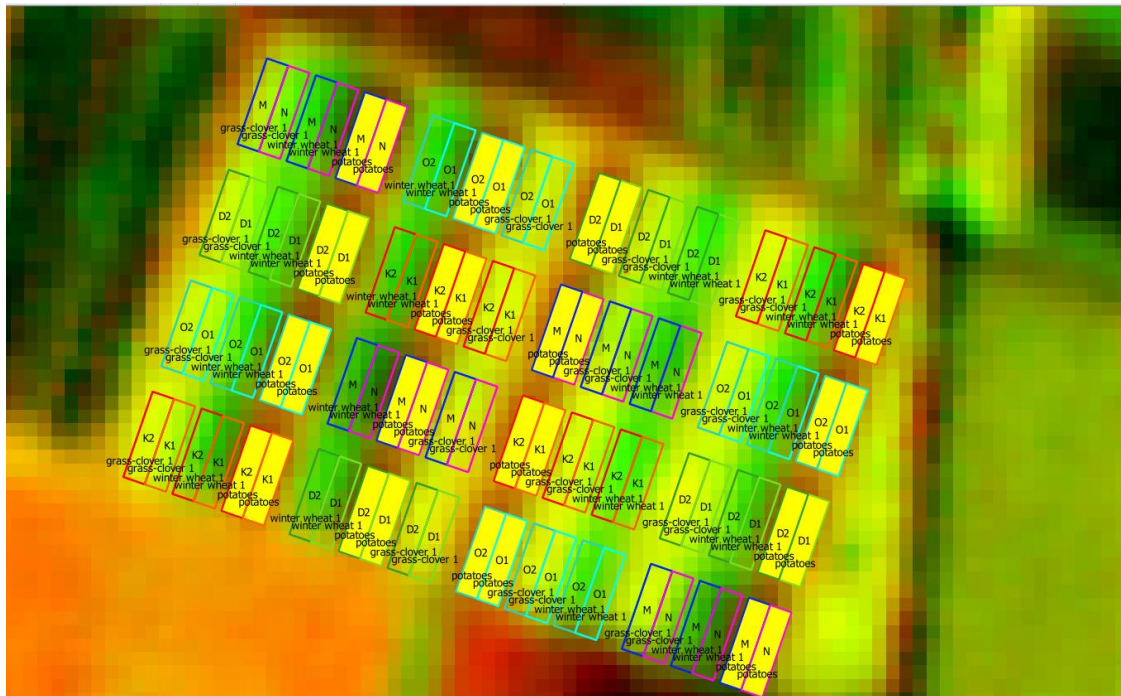
4.7 Δημιουργία Ταξινόμησης

Αξίζει να σημειωθεί ότι για τις ταξινομήσεις που δημιουργήθηκαν στην παρούσα μελέτη, αρχικά πραγματοποιήθηκε Δοκιμή Ταξινόμησης με τα κανάλια της διαχρονικής εικόνας και στη συνέχεια

ταξινόμηση με τους NDVI της ίδιας εικόνας. Διαπιστώθηκε ότι τα αποτελέσματα ακρίβειας ήταν παραπλήσια. Χαρακτηριστικά είναι τα αποτελέσματα στην ταξινόμηση που είχε μεγάλη ακρίβεια και αφορούσε την ταξινόμηση των καλλιεργειών.

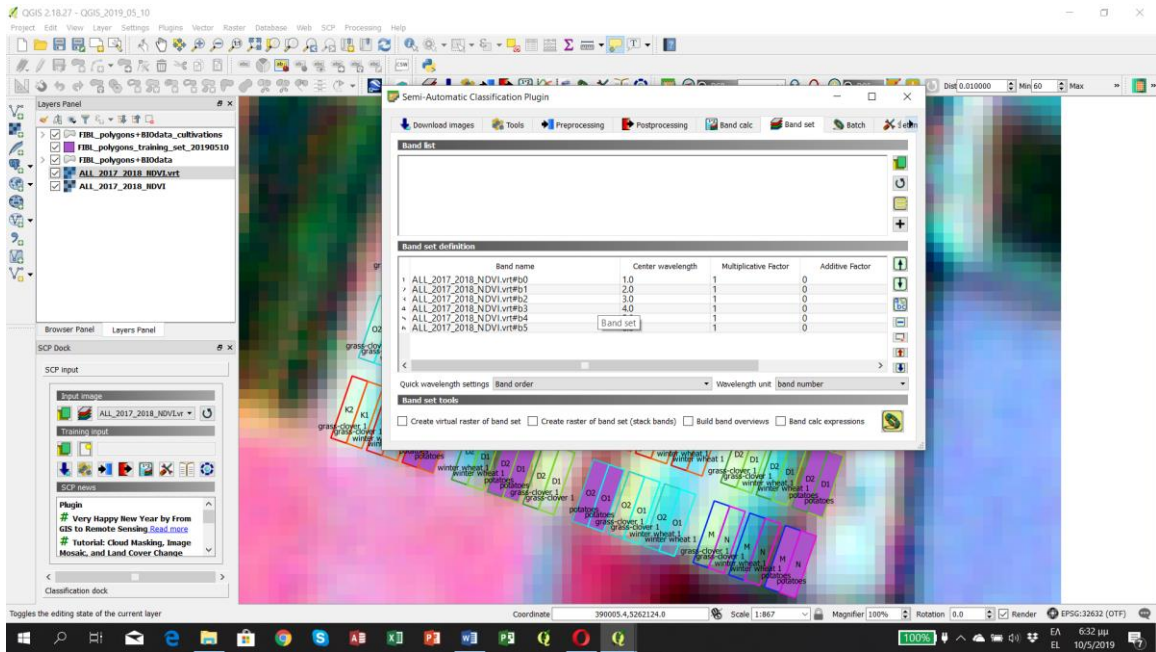
Αυτός ήταν ο λόγος που αποφασίστηκε να γίνουν περαιτέρω αναλύσεις με τις εικόνες NDVI, καθώς είναι κατά πολύ μικρότερες σε μέγεθος και η διαδικασία της επεξεργασίας γίνεται πολύ πιο σύντομα.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε και μία ταξινόμηση για τον έλεγχο μήπως βελτιωθεί η ακρίβεια αν χρησιμοποιούνταν μόνο τρεις εικόνες μέσα σε μία καλλιεργητική περίοδο, με μειωμένης όμως ακρίβειας αποτελέσματα.



Εικόνα 66. Επιλογή και αποθήκευση ως training points μόνο τα πειραματικά με πατάτα [57]

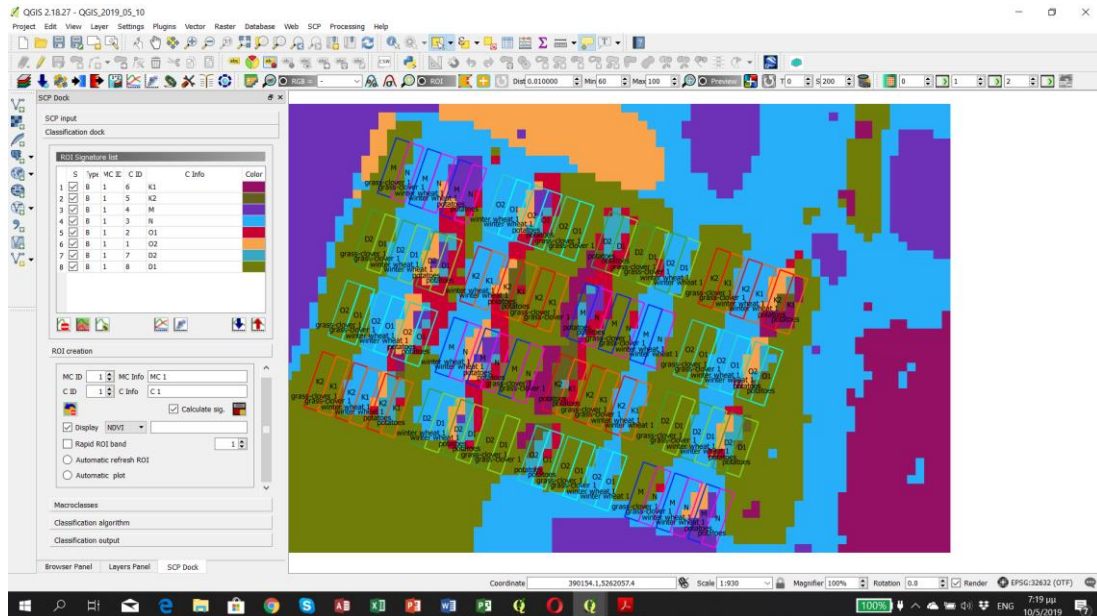
Ανοίγουμε την εικόνα στο semi automatic classification plugin



Επιλέγουμε band order και band number.



Το αποτέλεσμα της ταξινόμησης



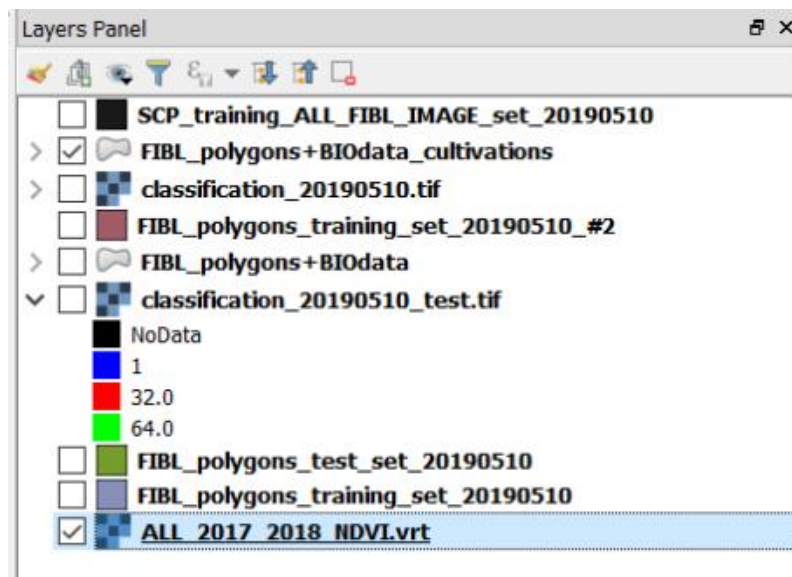
Φαίνεται ότι δεν υπάρχει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, καθώς το ιδανικό θα ήταν ίδιες καλλιέργειες με διαφορετική μέθοδο καλλιέργειας να έχουν το ίδιο χρώμα, το οποίο θα διαφέρει από άλλες καλλιέργειες και άλλες τεχνικές.

Επίσης από τα αποτελέσματα του QGIS όσο αφορά τη σύγκριση των τελικών αποτελεσμάτων σε σχέση με τα δεδομένα που έχουμε από το πείραμα (υπόλοιπα αγροτεμάχια με πατάτα), διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει ικανοποιητική ακρίβεια όσο αφορά τον διαχωρισμό των καλλιεργειών. Συγκεκριμένα, η συνολική ακρίβεια είναι περίπου 22%. Ο Πίνακας 15 αποτυπώνει την εικόνα που λαμβάνεται για τα στατιστικά της ταξινόμησης αν συγκριθούν με τα πραγματικά δεδομένα για την καλλιέργεια της πατάτας.

> ERROR MATRIX									
> Reference									
V_Classification	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	Total
1.0	10	0	7	10	0	14	0	4	41
2.0	2	8	14	1	3	8	2	17	55
3.0	3	1	0	1	0	0	0	0	5
4.0	3	1	13	15	0	0	3	2	37
5.0	5	1	0	3	8	7	0	0	24
6.0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
7.0	9	5	3	7	7	5	11	11	58
8.0	3	15	2	0	2	13	3	7	45
Total	35	31	32	34	33	33	33	37	268
Overall accuracy [%] = 22.0149253731									
Class 1.0	producer accuracy [%] = 28.5714285714 user accuracy [%] = 24.3902439024 Kappa hat = 0.130325552183								
Class 2.0	producer accuracy [%] = 25.8064516129 user accuracy [%] = 14.5454545455 Kappa hat = 0.0336785577292								
Class 3.0	producer accuracy [%] = 0.0 user accuracy [%] = 0.0 Kappa hat = -0.135593220339								
Class 4.0	producer accuracy [%] = 44.1176470588 user accuracy [%] = 40.5405405405 Kappa hat =								

0.319011319011
Class 5.0 producer accuracy [%] = 24.2424242424 user accuracy [%] = 33.3333333333 Kappa hat = 0.239716312057
Class 6.0 producer accuracy [%] = 0.0 user accuracy [%] = 0.0 Kappa hat = -0.140425531915
Class 7.0 producer accuracy [%] = 33.3333333333 user accuracy [%] = 18.9655172414 Kappa hat = 0.0758620689655
Class 8.0 producer accuracy [%] = 18.9189189189 user accuracy [%] = 15.5555555556 Kappa hat = 0.0202982202982
Kappa hat classification = 0.108032358749

Πίνακας 15. Αποτελέσματα του τεστ για το ποσοστό ακρίβειας της ταξινόμησης.

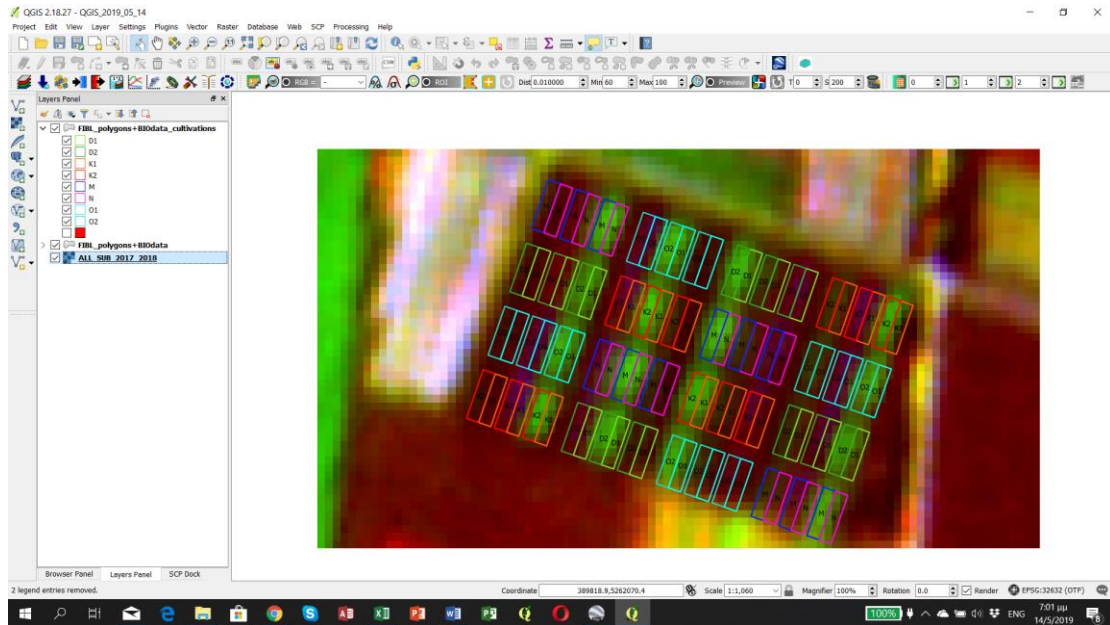


Εικόνα 67. Επίπεδα που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση

Η Εικόνα 23 αποτυπώνει το παράθυρο με τα επίπεδα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση της ταξινόμησης της καλλιέργειας της πατάτας και των πρακτικών που εφαρμόστηκαν.

4.7.1 Σύνθετη εικόνα με όλες τις εικόνες και ταξινόμηση

Δημιουργείται μία διαχρονική εικόνα για τις 6 εικόνες, ωστόσο αυτό έγινε χωρίς split των καναλιών και μετά ένωσή τους, με αποτέλεσμα η ανάλυση που φαίνεται πιο κάτω να αφορά μόνο το πρώτο κανάλι των εικόνων.

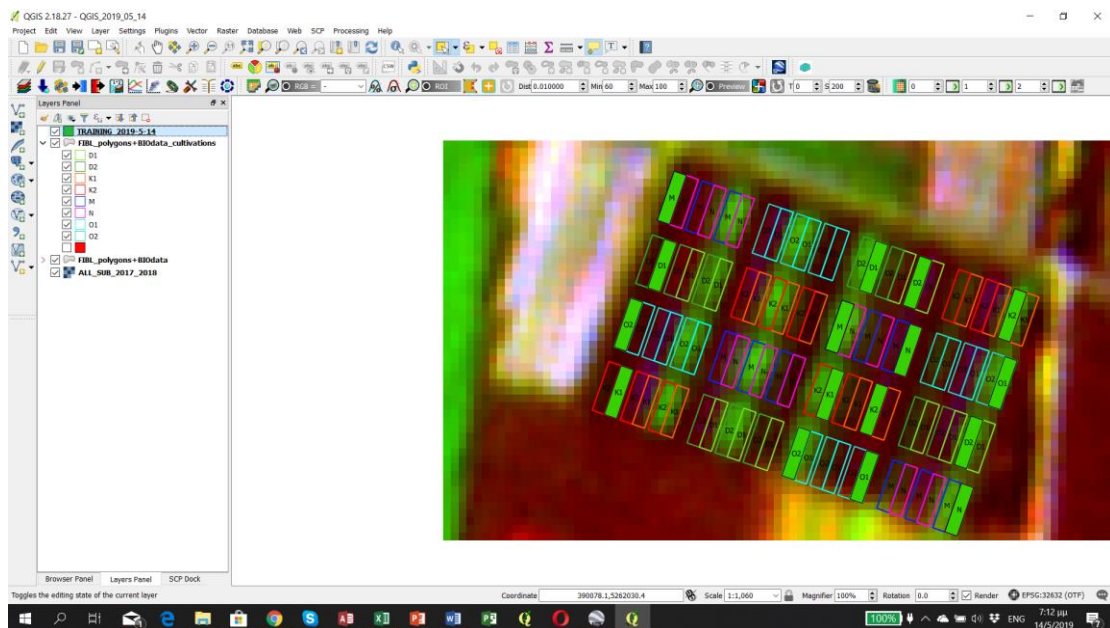


Εικόνα 68. Σύνθετη εικόνα με τις 6 εικόνες που λήφθηκαν από την planet [57]

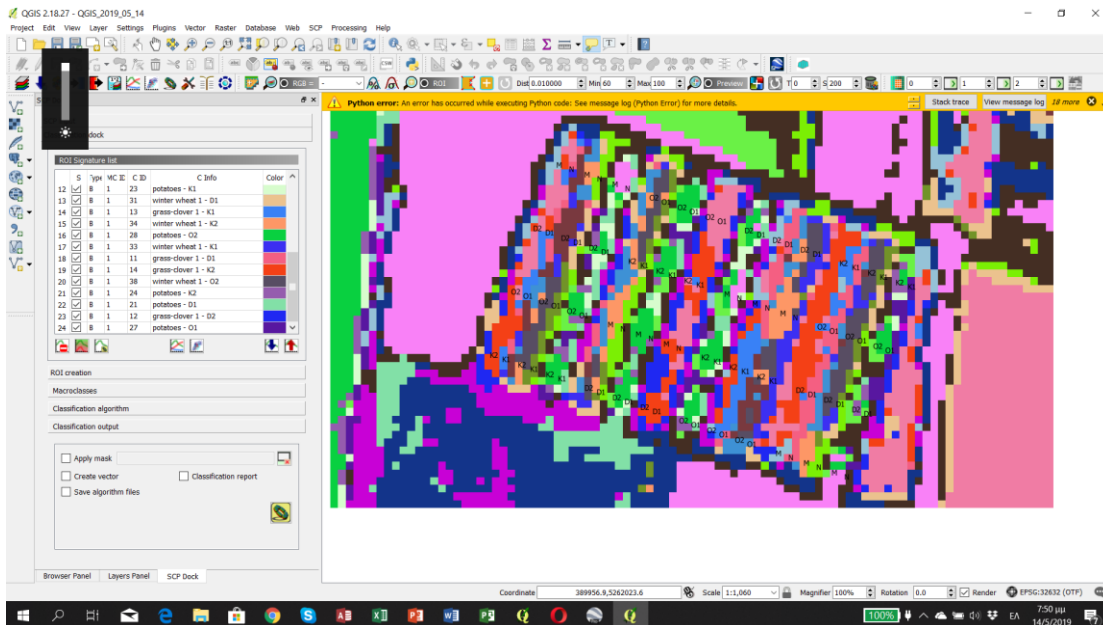
Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν στην διαχρονική εικόνα, της οποίας το έγχρωμο σύνθετο αποτυπώνεται στην Εικόνα 68 αποτελούν οι εικόνες των ημερομηνιών:

1. 13/10/2017
2. 29/04/2018
3. 07/05/2018
4. 09/07/2018
5. 27/07/2018
6. 25/10/2018

Δημιουργούμε τα σημεία εκπαίδευσης, από τα υπάρχοντα δεδομένα των περιγραμμάτων των αγροτεμαχίων.



Εικόνα 69. Με πράσινο τα σημεία εκπαίδευσης



Εικόνα 70. Ανάλυση της εικόνας με τα σημεία εκπαίδευσης, αφού ορίστηκαν χρώματα

Πραγματοποιείται και ανάλυση για την ακρίβεια τελικά της ταξινόμησης, λαμβάνοντας υπόψη τα υπόλοιπα διαθέσιμα δεδομένα (τα αγροτεμάχια που δεν επιλέχθηκαν για την εκπαίδευση). Τελικά η συνολική ακρίβεια προσδιορίζεται στο 22,4%, όπως αποτυπώνει και ο Πίνακας 16.

ERROR MATRIX		
Reference		
V_Classification	Total	
1.0	1000710614041	
2.0	281413821755	
3.0	10100005	
4.0	1131503237	
5.0	103870024	
6.0	000030003	
7.0	53775711158	
8.0	15202133745	
Total	353132343333337268	
Overall accuracy [%] = 22.0149253731		
Class 1.0 producer accuracy [%] = 28.5714285714	User accuracy [%] = 24.3902439024	Kappa hat = 0.130325552183
Class 2.0 producer accuracy [%] = 25.8064516129	User accuracy [%] = 14.5454545455	Kappa hat = 0.0336785577292
Class 3.0 producer accuracy [%] = 0.0	User accuracy [%] = 0.0	Kappa hat = -0.135593220339
Class 4.0 producer accuracy [%] = 44.1176470588	User accuracy [%] = 40.5405405405	Kappa hat = 0.319011319011
Class 5.0 producer accuracy [%] = 24.2424242424	User accuracy [%] = 33.3333333333	Kappa hat = 0.239716312057
Class 6.0 producer accuracy [%] = 0.0	User accuracy [%] = 0.0	Kappa hat = -0.140425531915
Class 7.0 producer accuracy [%] = 33.3333333333	User accuracy [%] = 18.9655172414	Kappa hat = 0.0758620689655
Class 8.0 producer accuracy [%] = 18.9189189189	User accuracy [%] = 15.5555555556	Kappa hat = 0.0202982202982
Kappa hat classification = 0.108032358749		

Πίνακας 16. Ακρίβεια ταξινόμησης χρησιμοποιώντας όλες τις 6 εικόνες ως κανάλια σε μία διαχρονική εικόνα

Ωστόσο, παρότι το ποσοστό ταξινόμησης σύμφωνα με το καλλιεργούμενο είδος και την μέθοδο παραγωγής (βιολογική, βιοδυναμική ή ολοκληρωμένης διαχείρισης) έχει ένα ποσοστό περίπου 20%, η ταξινόμηση σύμφωνα με το καλλιεργούμενο είδος (χωρίς να ληφθεί υπόψη η μέθοδος καλλιέργειας) έχει ένα ποσοστό επιτυχίας που αγγίζει το 95%.

Τελικά η ταξινόμηση που έδωσε το καλύτερο αποτέλεσμα είναι η minimum distance.

4.7.2 Ταξινομήσεις εικόνων σε FIBL

Πραγματοποιήθηκαν ταξινομήσεις των διαχρονικών έγχρωμων συνθέτων των εικόνων που δημιουργήθηκαν από τις ξεχωριστές εικόνες NDVI στην περιοχή του FIBL.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το πείραμα του FIBL περιλαμβάνει την εφαρμογή 8 διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών, δημιουργήθηκαν ορισμένες ομαδοποιήσεις για να εξαχθούν αντίστοιχα κάποια συμπεράσματα.

Έτσι, αρχικά δημιουργήθηκαν τα σημεία εκπαίδευσης της ταξινόμησης, όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 71. Στη συνέχεια έχοντας αυτά τα δεδομένα πραγματοποιείται η ταξινόμηση κάθε φορά αφού ομαδοποιηθούν ή όχι τα πειραματικά αγροτεμάχια.

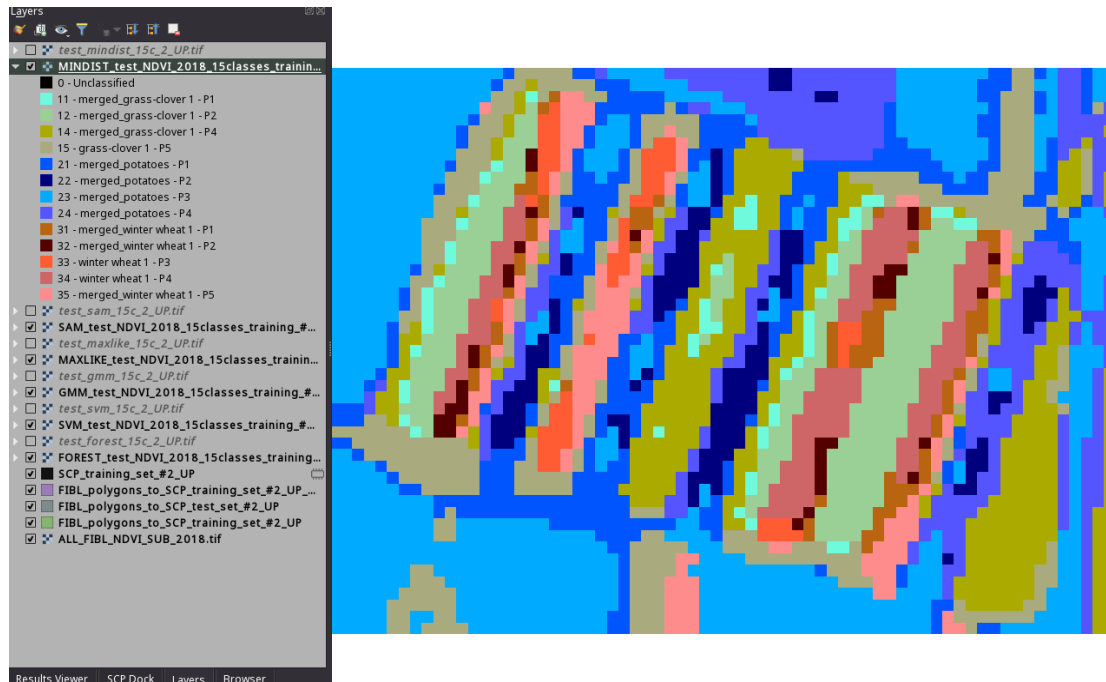


Εικόνα 71. Σημεία εκπαίδευσης σε περιοχή FIBL

Αποτέλεσμα είναι στην Εικόνα 72 να παρουσιάζεται η Ταξινόμηση για 15 κατηγορίες, καθώς ενοποιήθηκαν τα O1 και O2, σκεπτόμενοι ότι είναι και τα δύο βιολογικά, αλλά απλά έχουν διαφορετική εισροή σε ποσότητα προϊόντων θρέψης.

Ομοίως ενοποιήθηκαν τα D1 και D2, όπως και τα K1 και K2, καθώς η μόνη διαφοροποίηση ανά δύο είναι η διαφορετική συγκέντρωση λίπανσης. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι δορυφορικές εικόνες πλησιάζουν οριακά το πλάτος των πειραματικών, η ένωση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ακρίβεια, ιδίως αν τελικά μπορεί να υπάρξει διαφοροποίηση των δεδομένων μεταξύ των διαφορετικών πρακτικών, οι οποίες δεν σχετίζονται στην θρέψη.

Τέλος, οι εφαρμογές M και N παραμένουν ως έχουν χωρίς ενοποίηση, καθώς θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι εφαρμογές μάρτυρες (M με εφαρμογή μόνο λιπασμάτων, αλλά χωρίς ψεκασμούς και N μόνο με εφαρμογή βιοδυναμικών παρασκευασμάτων και καμία άλλη εισροή).



Εικόνα 72. Ταξινόμηση για 15 κατηγορίες (ενοποίηση όλων των O, ξεχωριστά D, K, M, N) επί τρεις καλλιέργειες.

Ταξινόμηση καλλιεργειών ανά είδος και ανά πρακτική (ανεξαρτήτως ποσότητας λίπανσης) – 13 κατηγορίες					
	Minimum Distance	Maximum Likelihood	Spectral Angle Mapper	Random Forest	SVM
Overall accuracy [%]	26.03	25.38	18.17	26.68	26.03
Kappa hat classification	0.2	0.19	0.12	0.21	0.2

Πίνακας 17. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 72

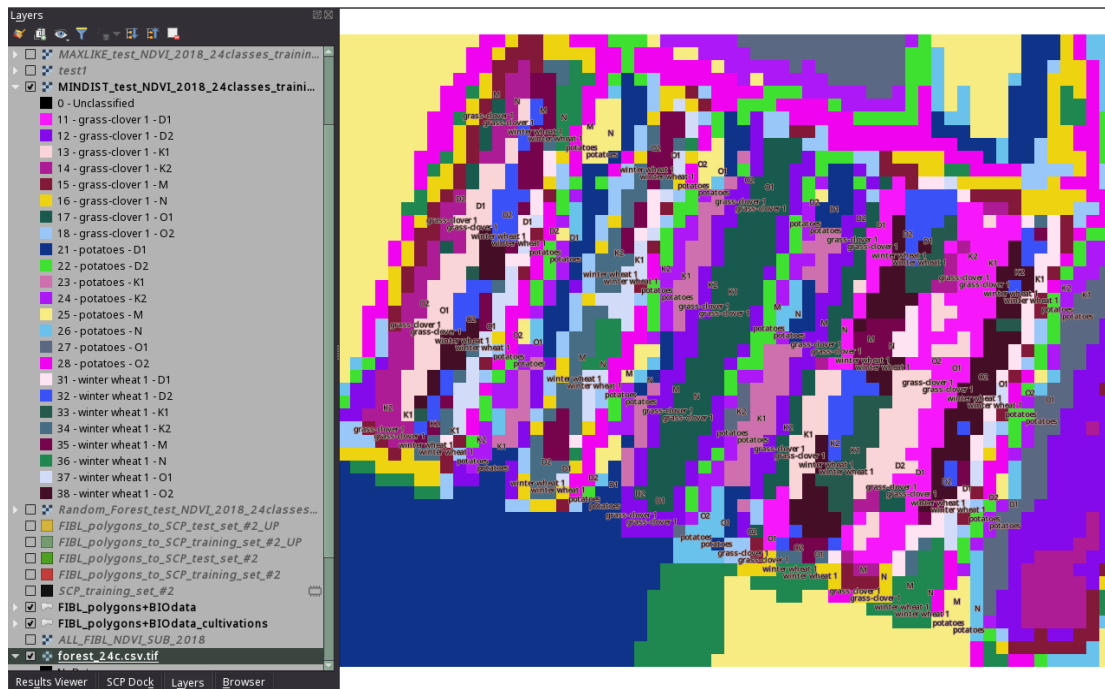
Έτσι στην Εικόνα 72 και όπως παρουσιάζει ο Πίνακας 17 διαπιστώνουμε ότι:

Η ταξινόμηση με την μέθοδο της ελάχιστης απόστασης έχει συνολική ακρίβεια 26,03 και δείκτη kappa hat 0,2. Δηλαδή η ακρίβεια είναι περίπου 20%

Η ταξινόμηση με την μέγιστη πιθανοφάνειας έχει αντίστοιχη αλλά λίγο χαμηλότερη ακρίβεια 25,38% και δείκτη kappa hat 0,19.

Τέλος, σημαντικό είναι ότι η ταξινόμηση του Χαρτογράφου της Φασματικής Γωνίας έχει χαμηλότερη ακρίβεια ή 18,17% και kappa hat 0,12.

Τέλος, η Random Forest και η SVM αντίστοιχα έχουν 26,68%

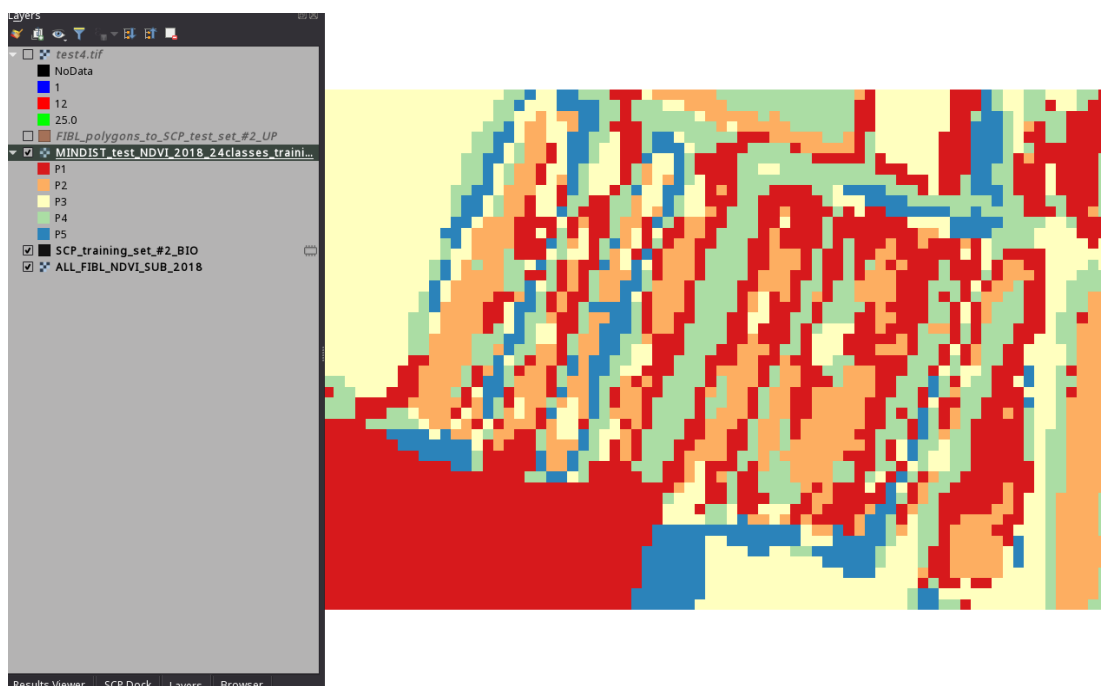


Εικόνα 73. Ταξινόμηση χωρίς να υπάρχει κάποια ενοποίηση στις 24 κατηγορίες (8 πρακτικές και 3 καλλιέργειες)

Ταξινόμηση καλλιεργειών ανά είδος και ανά πρακτική - 24 κατηγορίες				
	Minimum Distance	Maximum Likelihood	Spectral Angle Mapper	Random Forest
Overall accuracy [%]	18.55	13.27	15.08	15.72
Kappa hat classification	0.15	0.09	0.11	0.12

Πίνακας 18. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 73

Η Εικόνα 73 και ο Πίνακας 18 παρουσιάζει την ταξινόμηση για τις 24 περιοχές ξεχωριστά (8 μέθοδοι καλλιέργειας και 3 καλλιέργειες). Τα αποτελέσματα κυμαίνονται από 13,27% η συνολική ακρίβεια και 0,09 ο Kappa hat, έως 18,55% και 0,15 αντίστοιχα για την ταξινόμηση με την μέθοδο της ελάχιστης απόστασης. Χαρακτηριστικό είναι ότι η μέθοδος της ελάχιστης απόστασης έχει τη μεγαλύτερη ακρίβεια

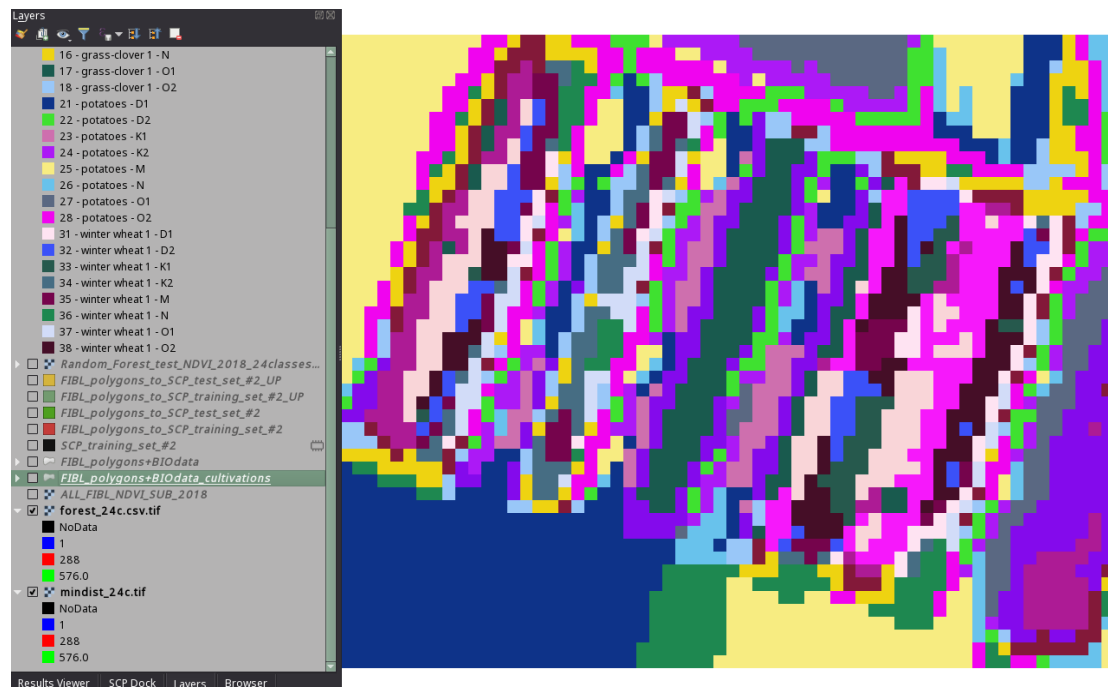


Εικόνα 74. Ταξινόμηση με ενοποίηση στις καλλιέργειες με ίδια πρακτική και διαφορετική ποσότητα λίπανσης (O1-O2, D1-D2, K1-K2) και τελικά προκύπτουν 5 κατηγορίες O, D, K, M, N.

Ταξινόμηση καλλιεργειών ανά πρακτική (ανεξαρτήτως καλλιέργειας και ποσότητας λίπανσης) – 5 κατηγορίες				
	Minimum Distance	Maximum Likelihood	Spectral Angle Mapper	Random Forest
Overall accuracy [%]	23.32			
Kappa hat classification	0.02			

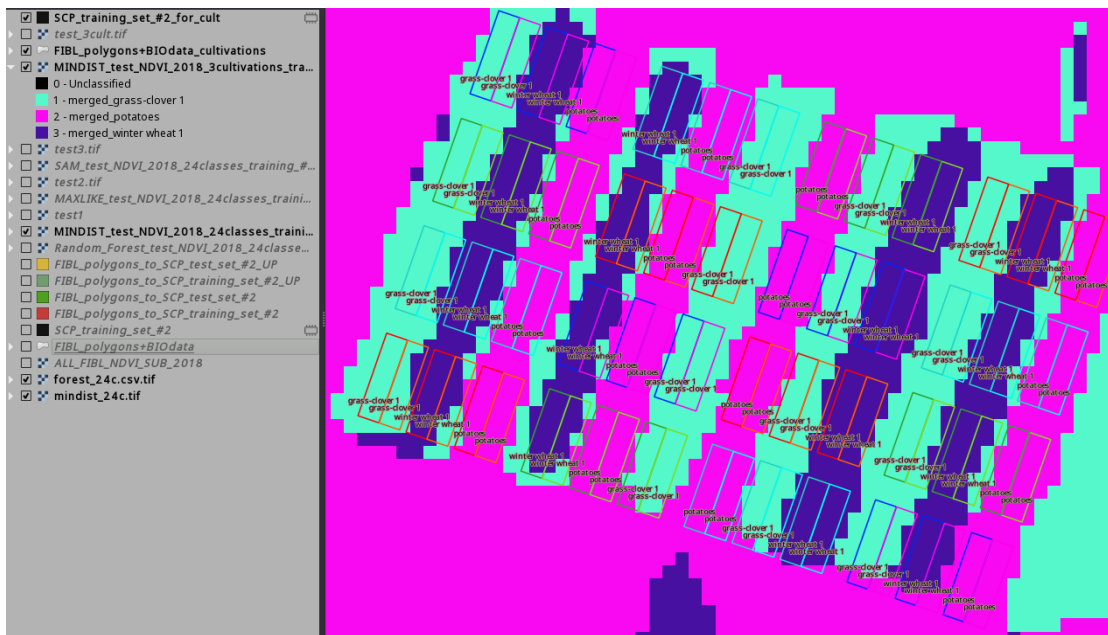
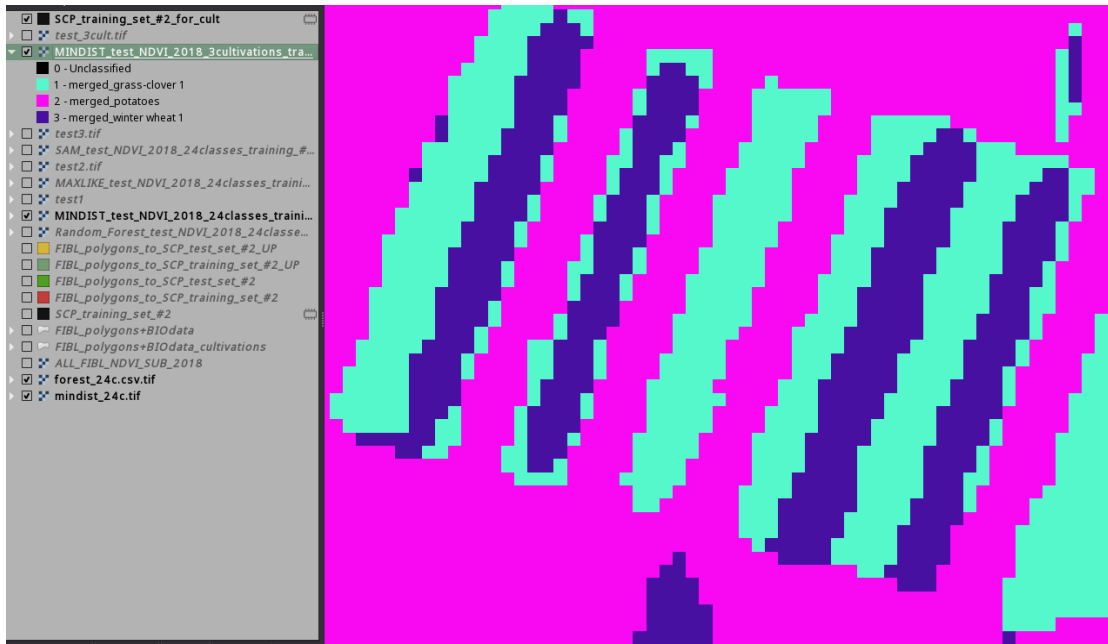
Πίνακας 19Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 74

Στην Εικόνα 74 αποτυπώνει την ταξινόμηση όταν ενοποιηθούν οι πρακτικές καλλιέργειας O1-O2 και D1-D2 και K1-K2, όπου τελικά παρουσιάζεται ότι η συνολική ακρίβεια είναι 23,32% με την μέθοδο της ελάχιστης απόστασης, αλλά ο δείκτης Kappa hat classification είναι μόλις 0,02, συνεπώς δεν κρίνεται ικανοποιητική η ταξινόμηση.



Εικόνα 75. Ταξινόμηση με ενοποίηση σε όλες τις βιολογικές και όλες τις άλλες κατηγορίες χωριστά.

Για την Εικόνα 75 πραγματοποιήθηκε ενοποίηση όλων των πρακτικών βιολογικής γεωργίας και οι υπόλοιπες χωριστά, χωρίς όμως να υπάρχει ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Γι' αυτό και δεν αναλύθηκε περαιτέρω.



Εικόνα 76. Ταξινόμηση του πειράματος FIBL κατά καλλιέργεια χωρίς να υπολογιστούν καθόλου οι πρακτικές

(ανεξαρτήτως ποσότητας λίπανσης)				
Ταξινόμηση\Πεδία ελέγχου				
	1	2	3	Total
1	248	2	24	274
2	3	261	5	269
3	10	0	223	233
Total	261	263	252	776

Overall accuracy [%] = 94.3 =το άθροισμα της διαγωνίου στον πιο πάνω πίνακα 732 / τα συνολικά στοιχεία 776 = 94,3

Class 1.0 producer accuracy [%] = 95.0	user accuracy [%] = 90.5	Kappa hat = 0.85
Class 2.0 producer accuracy [%] = 99.2	user accuracy [%] = 97.0	Kappa hat = 0.96
Class 3.0 producer accuracy [%] = 88.5	user accuracy [%] = 95.7	Kappa hat = 0.94
Kappa hat classification = 0.914895101931959		

Πίνακας 20. Αποτελέσματα ταξινόμησης σε Εικόνα 76

Στην Εικόνα 76 φαίνεται η καταχώρηση της ταξινόμησης της εικόνας στο FIBL για τις τρεις καλλιέργειες μόνο. Διαπιστώνεται ότι υπάρχει μία πολύ καλή ταξινόμηση, με ποσοστό επιτυχίας σχεδόν 95%. Με άλλα λόγια είναι σχεδόν βέβαιο ότι μπορεί να γίνει διαχωρισμός και κατηγοριοποίηση των καλιεργιών στο πείραμα, χρησιμοποιώντας το έγχρωμο σύνθετο των διαχρονικών εικόνων NDVI. Στην κάτω εικόνα αποτυπώνονται και τα περιγράμματα των αγροτεμαχίων και διαπιστώνεται ότι με το ροζ περιγράφονται οι πατάτες (βέβαια στο περίγραμμα δεν υπάρχουν πατάτες, αλλά εντός των ορίων του πειράματος υπάρχει πολύ μεγάλη επιτυχία. Αντίστοιχα με μπλε αποτυπώνεται το σιτάρι και με θαλασσί το γρασίδι.

Το παραπάνω είναι ένα πολύ καλό αποτέλεσμα, το οποίο προέκυψε χωρίς να αναμένεται στην αρχή του πειράματος. Ωστόσο, το εν λόγω αποτέλεσμα συμβάλλει στη διαπίστωση ότι η διαφοροποίηση κατά την ταξινόμηση των γεωργικών πρακτικών με σχετικά χαμηλό δείκτη ακρίβειας, δεν οφείλεται αποκλειστικά στην χαμηλή ανάλυση της δορυφορικής εικόνας αλλά και στις πρακτικές, οι οποίες τελικά δεν διαχωρίζονται σε μεγάλο ποσοστό.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αρχικά πραγματοποιήθηκαν και ταξινομήσεις για τις διαχρονικές εικόνες που δημιουργήθηκαν από ολόκληρες τις δορυφορικές εικόνες για κάθε ημερομηνία λήψης, αλλά τα ποσοστά ακρίβειας ήταν παρεμφερή με την ανάλυση που έγινε με τους NDVI, και για να είναι πιο εύκολος ο χειρισμός των δεδομένων αποφασίστηκε να διατηρηθούν και χρησιμοποιηθούν για τις ταξινομήσεις τα δεδομένα των διαχρονικών εικόνων των NDVI. Τα αποτελέσματα, για την ταξινόμηση της σύγκρισης των ειδών καλλιέργειας με διαχρονικές εικόνες με όλα τα κανάλια αποτυπώνει ο Πίνακας 21. Ο Πίνακας 22 αντίστοιχα δείχνει τα αποτελέσματα για την ταξινόμηση των 24 κατηγοριών, στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκαν οι δορυφορικές εικόνες, αντί των NDVI, και πάλι έχοντας παρεμφερή αποτελέσματα.

<i>(ανεξαρτήτως ποσότητας λίπανσης)</i>				
<i>Ταξινόμηση\Πεδία ελέγχου</i>				
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Total</i>
<i>1</i>	<i>253</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>270</i>
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>267</i>	<i>11</i>	<i>280</i>
<i>3</i>	<i>12</i>	<i>0</i>	<i>249</i>	<i>261</i>
<i>Total</i>	<i>267</i>	<i>275</i>	<i>269</i>	<i>811</i>

<i>Overall accuracy [%] = 94.82</i>		
<i>Class 1.0 producer accuracy [%] = 94.7</i>	<i>user accuracy [%] = 93.7</i>	<i>Kappa hat = 0.91</i>
<i>Class 2.0 producer accuracy [%] = 97.1</i>	<i>user accuracy [%] = 95.4</i>	<i>Kappa hat = 0.93</i>
<i>Class 3.0 producer</i>	<i>user</i>	<i>Kappa hat =</i>

<i>accuracy [%] = 92.6</i>	<i>accuracy [%] = 95.4</i>	<i>0.93</i>
<i>Kappa hat classification = 0.92</i>		

Πίνακας 21. Αποτελέσματα ταξινόμησης των καλλιεργείων με χρήση των διαχρονικών εικόνων με όλα τα κανάλια

<i>Ταξινόμηση καλλιεργείων ανά είδος και ανά πρακτική - 24 κατηγορίες</i>				
	<i>Minimum Distance</i>	<i>Maximum Likelihood</i>	<i>Spectral Angle Mapper</i>	<i>Random Forest</i>
<i>Overall accuracy [%]</i>	<i>21.85</i>	<i>1.23</i>	<i>19.23</i>	<i>22.44</i>
<i>Kappa hat classification</i>	<i>0.18</i>	<i>-0.03</i>	<i>0.15</i>	<i>0.19</i>

Πίνακας 22. Αποτελέσματα ταξινόμησης των πρακτικών καλλιέργειας (24 κατηγορίες) με χρήση των διαχρονικής εικόνας αποτελούμενης από όλα τα κανάλια

Τέλος, μία δοκιμή στην ταξινόμηση διαχρονικής εικόνας που αποτελείται μόνο από τρεις εικόνες έδειξε ότι η ακρίβεια της ταξινόμησης μειώθηκε πάρα πολύ, με αποτέλεσμα να μην γίνουν περαιτέρω προσπάθειες (Πίνακας 23).

<i>Ταξινόμηση καλλιεργείων ανά είδος και ανά πρακτική - 24 κατηγορίες</i>	
	<i>Minimum Distance</i>
<i>Overall accuracy [%]</i>	<i>15.35</i>
<i>Kappa hat classification</i>	<i>0.12</i>

Πίνακας 23. Ταξινόμηση των 24 κατηγοριών χρησιμοποιώντας μόνο τρεις εικόνες στην διαχρονική εικόνα

5 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Με την παρούσα μελέτη και μετά την ανάλυση που έγινε είναι σαφές ότι οι δορυφορικές αεροφωτογραφίες χρησιμοποιούνται ήδη ευρέως στις διαδικασίες ελέγχου παραγωγών σε ολόκληρη την Ευρώπη, κυρίως μάλιστα για τον έλεγχο και τη διάθεση ετησίως ενός ποσού που ανέρχεται στα 50 δις. €. Ωστόσο κάτι αντίστοιχο δεν έχει ακόμα εφαρμοστεί στις διαδικασίες βιολογικής πιστοποίησης.

Παρόλα αυτά είναι πλέον φανερό ότι η χρήση των δορυφορικών εικόνων ακόμα και σήμερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση και την πρόταση για να τεθεί ένας υψηλός βαθμός επικινδυνότητας σε αγροτεμάχια παραγωγών που φαίνεται να τροποποιούνται όσο αφορά το φασματικό τους αποτύπωμα, σε σχέση με άλλων βιοκαλλιεργητών. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούν να τεθούν περισσότεροι επιτόπιοι έλεγχοι και δειγματοληψίες σε παραγωγούς που σύμφωνα με το εν λόγω σύστημα διαφέρουν από τα προβλεπόμενα. Ωστόσο, σε καμία περίπτωση κάτι τέτοιο δεν θα μπορέσει να είναι ο «δικαστής» των παραγωγών και να τους καταδικάσει, καθώς αυτήν τη στιγμή αποτελεί μόνο μία ένδειξη και θα χρειαστεί ακόμα αρκετή δουλειά για να είναι ένα αδιαμφισβήτητο κριτήριο για την κρίση εάν σε ένα αγροτεμάχιο έχουν εφαρμοστεί επιτρεπόμενα στη βιολογική γεωργία σκευάσματα.

Ένα ακόμα σημαντικό σημείο είναι το άρθρο 63 του κανονισμού (ΕΚ) υπ. Αριθμ. 889/2008 [5, p. 25] σύμφωνα με το οποίο «ο επιχειρηματίας που ελέγχεται για την τήρηση των απαιτήσεων των βιολογικών κανονισμών συντάσσει και διατηρεί στη συνέχεια:

- α) πλήρη περιγραφή της μονάδας ή/και των εγκαταστάσεων ή/και της δραστηριότητας
- β) όλα τα πρακτικά μέτρα που θα ληφθούν στο επίπεδο της μονάδας ή/και των εγκαταστάσεων ή/και της δραστηριότητας προκειμένου να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τους κανόνες βιολογικής παραγωγής.
- γ) τα μέτρα προφύλαξης που πρέπει να ληφθούν για να περιοριστεί ο κίνδυνος μόλυνσης από μη εγκεκριμένα προϊόντα ή ουσίες καθώς και τα μέτρα καθαρισμού που πρέπει να εφαρμόζονται στις αποθήκες και σε όλη την αλυσίδα παραγωγής του επιχειρηματία.»

Αυτό σημαίνει ότι παραγωγός είναι υποχρεωμένος να ενημερώνει και να τηρεί εκ των προτέρων ένα σύστημα που θα ενημερώνει τον φορέα πιστοποίησης τί πρόκειται και τί κάνει για να τηρεί τις απαιτήσεις των κανονισμών. Συνεπώς, έχοντας αυτό το υλικό ο φορέας, θα μπορεί να ελέγχει εκ των υστέρων κατά πόσο τηρήθηκαν αυτά που δήλωσε ο παραγωγός, πολλές φορές ακόμα και χωρίς να πραγματοποιηθεί επιτόπια επίσκεψη στα αγροτεμάχια.

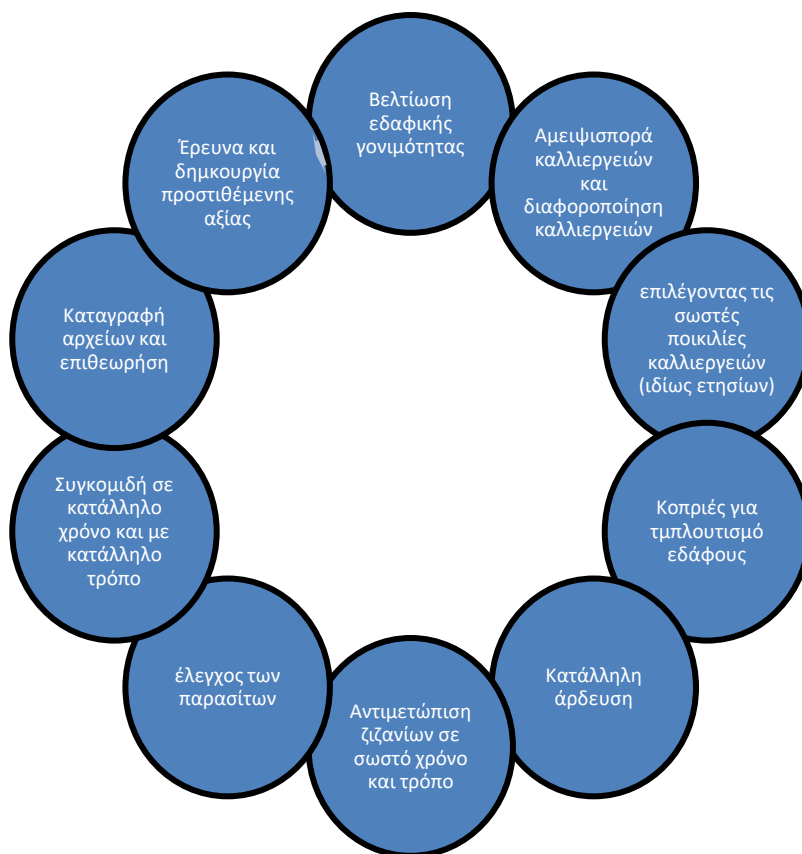
Η Εικόνα 77 παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά για την επιτυχή παραγωγή ενός αγροτεμαχίου με βιολογικό βαμβάκι. Συγκεκριμένα όλα ξεκινούν από τον πειραματισμό και την ανάπτυξη των ικανοτήτων παραγωγών, χρησιμοποιώντας την εμπειρία και την συνεργασία με άλλους. Ένας από τους σημαντικούς παράγοντες είναι η βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, καθώς ένα γόνιμο έδαφος δημιουργεί εύρωστα και υγιή φυτά. Η αμειψισπορά και η διαφοροποίηση των καλλιεργειών είναι σημαντικό για τη βιολογική γεωργία καθώς περιορίζεται η ανάπτυξη ασθενειών και εχθρών των καλλιεργειών εντός του αγροτεμαχίου ή μεταφερόμενα από άλλα.

Η επιλογή των κατάλληλων ποικιλιών βαμβακιών είναι απαραίτητη ανάλογα με τον τύπο του εδάφους που έχουμε και το μικροκλίμα κάθε περιοχής.

Συνεχής προσθήκη βιολογικής κοπριάς βελτιώνει περαιτέρω το έδαφος και η κατάλληλη άρδευση στην απαιτούμενη ποσότητα νερού, τελικά βοηθά στην διατήρηση της υγείας των φυτών.

Ο κατάλληλος χρόνος της ζιζανιοκτονίας και άλλων καλλιεργητικών φροντίδων επίσης είναι απαραίτητα για την διατήρηση μίας αποδοτικής και υγιούς εκμετάλλευσης, ενώ δεν πρέπει να ξεχαστεί η έγκαιρη και ορθή αντιμετώπιση των ασθενειών και των εντόμων, όπως και η παρακολούθησή τους.

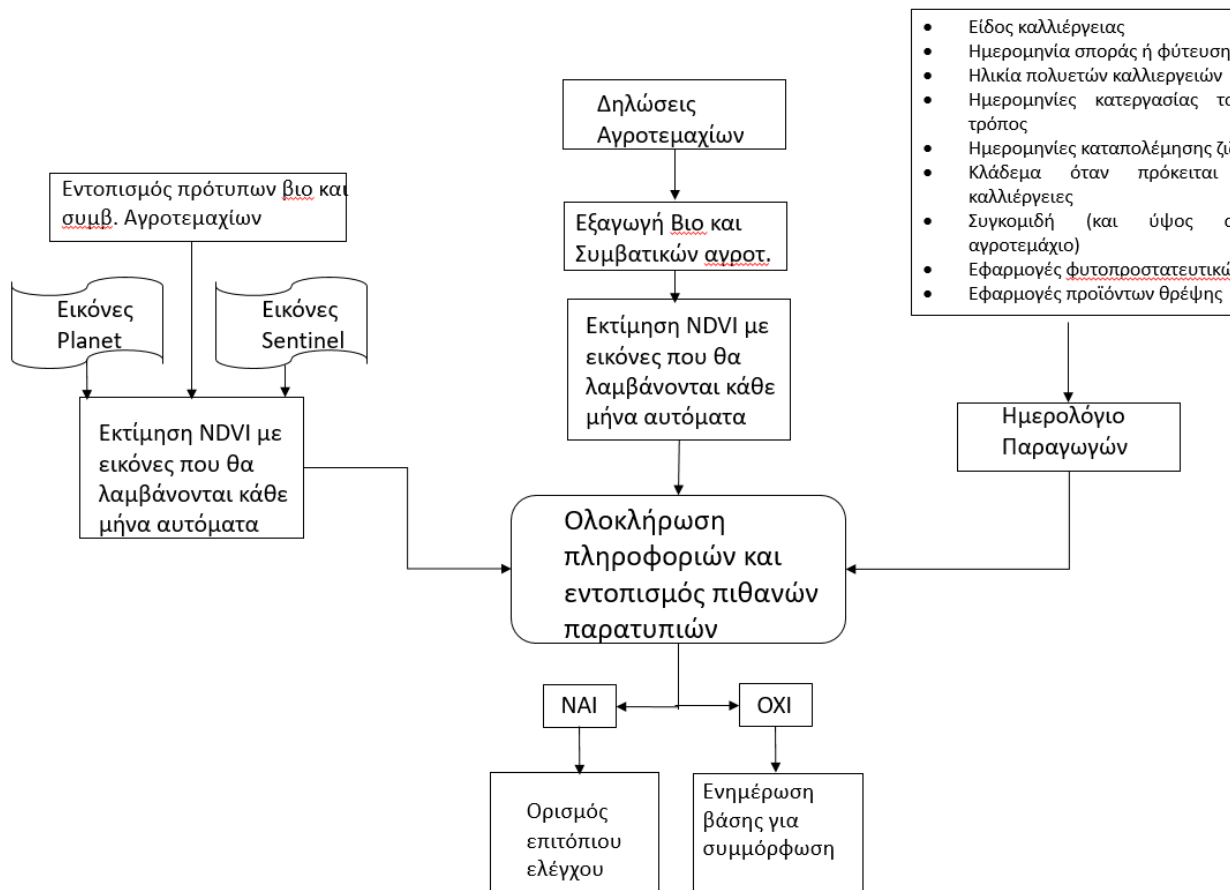
Τέλος, πρέπει να ληφθεί υπόψη ο κατάλληλος χρόνος και τρόπος συγκομιδής, όπως και να υπάρχουν πλήρη και σαφή στοιχεία καταγράφοντας τα απαραίτητα αρχεία στην εκμετάλλευση. Σημαντική ωστόσο είναι και η παρέμβαση της επιθεώρησης κατά τον έλεγχο, όπως και η ανατροφοδότηση του κύκλου, συμβάλλοντας στη συγκέντρωση των κατάλληλων στοιχείων.



Εικόνα 77. Επιτυχής βιολογική γεωργία με προσέγγιση συστήματος

Διαπιστώνεται ότι η πρακτική εφαρμογή του αυτόματου συστήματος ελέγχου από δορυφορικές εικόνες της βιολογικής γεωργίας, απαιτεί μεγάλη προσπάθεια και υπολογιστικά θα απαιτηθούν πολλά δεδομένα και μεγάλη ισχύς υπολογιστών. Ένα προτεινόμενο διάγραμμα ροής παρουσιάζεται

στην



Εικόνα 78.

Αρχικά θα χρειαστεί να καθοριστεί ο τρόπος συγκέντρωσης μεγάλου πλήθους δεδομένων εισόδου:

- Είδος καλλιέργειας
- Ημερομηνία σποράς ή φύτευσης
- Ηλικία πολυετών καλλιεργειών
- Ημερομηνίες κατεργασίας του εδάφους και τρόπος
- Ημερομηνίες καταπολέμησης ζιζανίων και τρόπος (μηχανικά, χημικά, κατεργασία εδάφους)
- Κλάδεμα όταν πρόκειται για πολυετείς καλλιέργειες
- Συγκομιδή (και ύψος συγκομιδής ανά αγροτεμάχιο)
- Εφαρμογές φυτοπροστατευτικών μέσων
- Εφαρμογές προϊόντων θρέψης

Όλα αυτά θα καταχωρηθούν σε ένα ΓΣΠ που θα αφορά όλους του βιοκαλλιεργητές και θα καταχωρείται από τους ίδιους τους παραγωγούς ή από τους φορείς πιστοποίησης. Το επίπεδο καταχώρησης θα είναι ανά αγροτεμάχιο παραγωγού και ανά καλλιέργεια του αγροτεμαχίου. Το ιδανικό και πιο σωστό είναι να καταχωρούνται τα δεδομένα από τους παραγωγούς και να επιβεβαιώνονται από τους επιθεωρητές των φορέων πιστοποίησης. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούν να προκύπτουν και κάποιες αποκλίσεις επί τόπου κατά τη διάρκεια του ελέγχου ή ελέγχοντας τα σχετικά δεδομένα απομακρυσμένα.

Επιπλέον, σύμφωνα με τη κείμενη νομοθεσία ένας παραγωγός που καλλιεργεί τα αγροτεμάχιά του και εφαρμόζει προϊόντα φυτοπροστασίας, θα πρέπει να τα προμηθεύεται από αδειοδοτημένο γεωργικό κατάστημα και να τα εφαρμόζει κάποιος εκπαιδευμένος με σχετική άδεια για την χρήση τέτοιων σκευασμάτων. Συνεπώς, θα πρέπει οι καταχωρήσεις που γίνονται από τον γεωπόνο ως συνταγογράφηση να καταχωρούνται αυτόματα σε μία λίστα των αρχείων για κάθε χωράφι και με κάποιο τρόπο πλέον να υπάρχει πλήρης ιχνηλασιμότητα των εισερχομένων και εξερχομένων σε κάθε

χωράφι (λίπανση, φυτοπροστασία, γεωργικές πρακτικές, λοιπές τεχνικές κτλ.). Όλα αυτά θα πρέπει να είναι και διαθέσιμα στους ελεγκτές βιολογικής γεωργίας.

Στη συνέχεια από τα κεντρικά γραφεία της υπηρεσίας που θα οριστεί υπεύθυνη, θα έχει τη δυνατότητα το αρμόδιο τμήμα επεξεργασίας των εικόνων να αξιολογεί τα συμπεράσματα και να καθορίζει την επικινδυνότητα των αγροτεμαχίων.

Τελικά, θα δημιουργηθεί ένας τύπος ψηφιακής προσομοίωσης των αγροτεμαχίων όπου θα είναι δυνατός ο εντοπισμός αλλαγών στις εικόνες που λαμβάνονται (π.χ. ποσοστό αλλαγής του NDVI, μεταβολές στην υφή κτλ.) και ανάλογα αν οι αλλαγές είναι κυρίως απότομες, να συμπεραίνεται ότι αυτό θα πρέπει να αιτιολογηθεί και από την αντίστοιχη πρακτική που δήλωσε ο παραγωγός

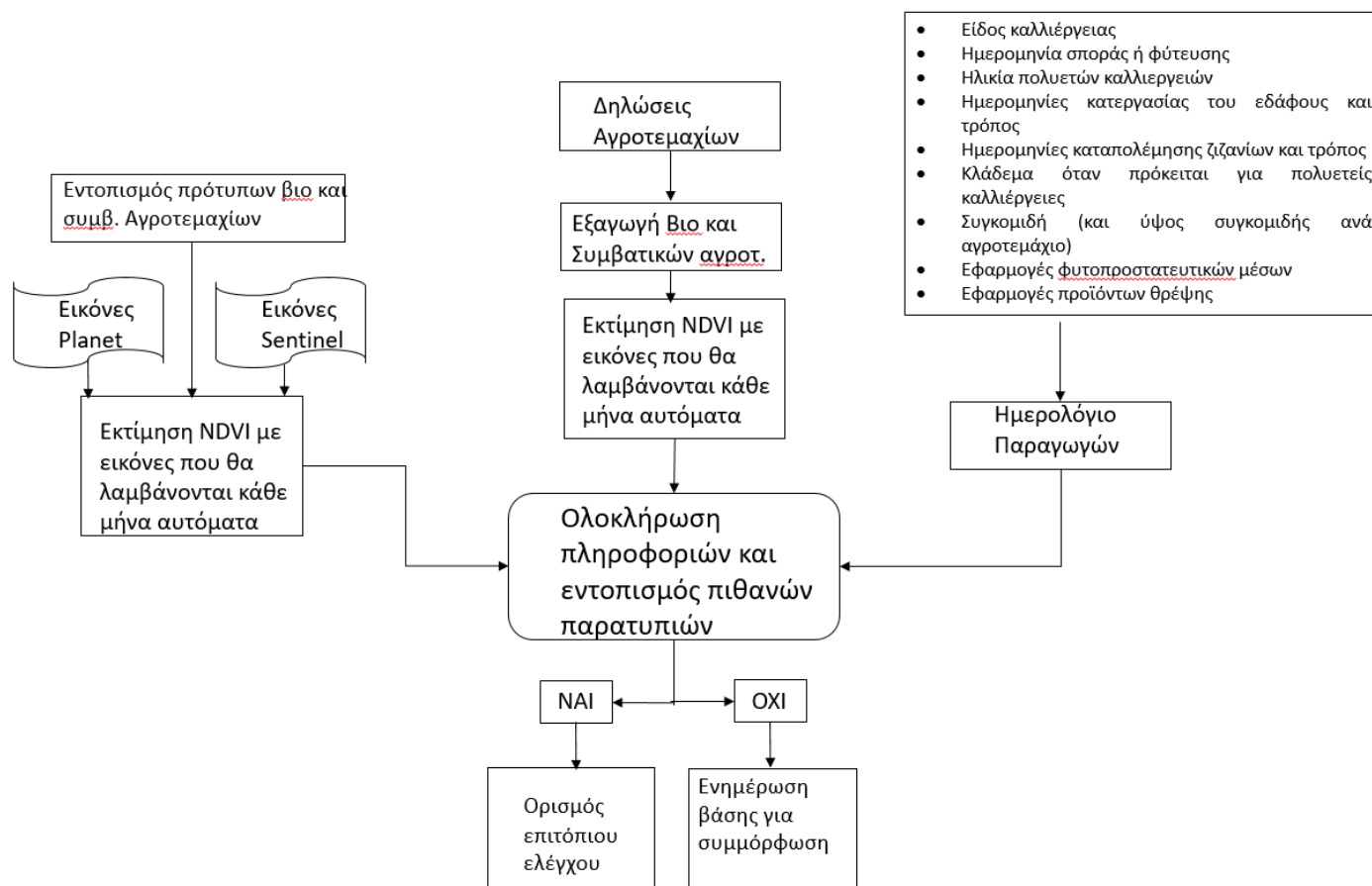
Αν αυτό δεν αντιστοιχεί, θα πρέπει να δίνεται σήμα στο σώμα ελεγκτών για την πραγματοποίηση επιτόπιων ή λοιπών ειδικών ελέγχων στο αγροτεμάχιο.

Όταν ολοκληρωθεί η προκαταρκτική ολοκλήρωση της διαδικασίας, θα υπάρχει δυνατότητα το σύστημα να λειτουργεί και αξιολογείται όχι μόνο από τους φορείς πιστοποίησης, αλλά και αυτούς που ελέγχουν σε ανώτερο επίπεδο, όπως τα Υπουργεία Αγροτικής Ανάπτυξης, τα σώματα Διαπίστευσης και τα αντίστοιχα σώματα ελέγχου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που αναλαμβάνουν τη διασφάλιση εύρυθμης λειτουργίας του συστήματος ελέγχου.

Σκοπός είναι όταν διαπιστώνεται μία δυσανάλογη τροποποίηση των δεικτών της εικόνας, και αυτό δεν τεκμηριώνεται από τα διαθέσιμα αρχεία του παραγωγού με αντίστοιχες επιτρεπόμενες ενέργειες στη βιολογική γεωργία,

Μία σημαντική σκέψη είναι τελικά αυτό το σύστημα να παρακάμψει όλους τους προαναφερόμενους, και σκεπτόμενοι ότι ο τελικός χρήστης των βιολογικών προϊόντων είναι ένας κοντινός ή απομακρυσμένος καταναλωτής, να δομηθεί ένα σύστημα ελέγχου ανεξάρτητο από τους ίδιους τους καταναλωτές. Δηλαδή από όπου θα αμείβεται και θα λειτουργεί ανεξάρτητα από τους ελεγχόμενους (όπως προκύπτει σήμερα) και παραγωγοί θα παρέχουν τη δικαιοδοσία σε αυτό το σύστημα να επιβεβαιώνει την τήρηση των ορθών διαδικασιών παραγωγής.

Αυτό είναι πολύ κοντά και μπορεί να συνδυαστεί με τη νέα κίνηση opensource agriculture [61], [62], όπου οι παραγωγοί βοηθούνται με ελεύθερα λογισμικά να διατηρούν αρχεία και άλλα λογισμικά που θα τους βελτιστοποιούν τον τρόπο διαχείρισης της μονάδας τους, αλλά την ίδια στιγμή η μονάδα γίνεται εξωστρεφής και ανοίγει τα δεδομένα της ακόμα και στους καταναλωτές, οι οποίοι θα μπορούν να επιλέγουν τα προϊόντα που θα καταναλώσουν, φτάνοντας σταδιακά σε ένα σύστημα που θα υπάρχει ιχνηλασιμότητα από το χωράφι στο ράφι με την απαιτούμενη ακρίβεια.



Εικόνα 78. Προτεινόμενο Διάγραμμα Ροής για περαιτέρω μελέτη Τηλεπισκόπησης στην πιστοποίηση Βιολογικής γεωργίας

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένα σημαντικό συμπέρασμα από την παρούσα εργασία είναι ότι τελικά λείπει η ηλεκτρονική καταχώρηση των δεδομένων καλλιέργειας κάθε παραγωγού, όπως το ημερολόγιο εργασιών του, οι καρτέλες αγορών και πωλήσεων, η αναλυτική καταγραφή των εισροών στα χωράφια, ακόμα και η σύνδεση με τα δεδομένα των καταστημάτων που πωλούν βιολογικά προϊόντα. Όπως ορίζει λοιπόν και η σχετική Ευρωπαϊκή εθνική μας νομοθεσία [63], κάθε παραγωγός θα πρέπει να ενημερώνει τα αρχεία της μονάδας του και να τηρεί:

α) αντίγραφα της αίτησης και της υπεύθυνης δήλωσης της παρ. 1 του άρθρου 8. καθώς και της Σύμβασης και τις τυχόν τροποποιήσεις αυτής της παρ. 2 του ιδίου ως άνω άρθρου.

β) το σύνολο των προγραμμάτων καλλιέργειας ή εκτροφής ή παραγωγής ή παρασκευής, καθώς και τις τυχόν τροποποιήσεις τους.

γ) αντίγραφα των εκθέσεων ελέγχων και των πρακτικών δειγματοληψιών που έχουν πραγματοποιηθεί.

δ) την αλληλογραφία του επιχειρηματία με τον αρμόδιο για τον έλεγχο του ΟΕΠ και με τις Αρχές των άρθρων 3 και 4.

ε) τις τυχόν διαπιστωθείσες μη συμμορφώσεις. τις διορθωτικές ενέργειες και τις κυρώσεις που επιβλήθηκαν.

στ) τις τυχόν άδειες παρέκκλισης που του έχουν δοθεί από την Αρμόδια Αρχή. σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 22 του Κανονισμού 834/2007, της παρ. 4 του άρθρου 9. των παρ. 1 και 2 του άρθρου 18, της παρ. 4 του άρθρου 27, της παρ. 1 του άρθρου 29, άρθρου 39, της παρ. 2 του άρθρου 40, άρθρου 42, άρθρο 47 του Κανονισμού 889/2008 και των υπ' αριθ. 95767/6-8-10, (Β'1343/ 2010), 245100/06-02-2006, (Β'177/13-02-2006) και 295194/22.4.20109 (Β'756/24.4.2009) αποφάσεων.

ζ) στην περίπτωση του εισαγωγέα, τα πρωτότυπα των πιστοποιητικών ελέγχου του άρθρου 13 του Κανονισμού 1235/2008 για τις εισαγωγές βιολογικών προϊόντων από Τρίτες Χώρες.

η) αντίγραφο της τελευταίας δήλωσης ΟΣΔΕ.

θ) αντίγραφα των δικαιολογητικών που απαιτούνται από την κείμενη νομοθεσία για τη νόμιμη λειτουργία των επιχειρήσεων

ι) ημερολόγιο ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την παρούσα. το οποίο υπογράφεται από τους ελεγκτές του αρμόδιου ΟΕΠ ή/και του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ.

ια) τα αποδεικτικά έγγραφα του άρθρου 66 του Κανονισμού 889/2008.

Όλα αυτά θα πρέπει να εισέρχονται σε ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΣΠ) και να μπορούν να αξιολογηθούν από διάφορους φορείς που θα έχουν πρόσβαση για συγκεκριμένους λόγους (ελεγκτικούς, πειραματικούς, στατιστικούς κτλ.). Η ενοποίηση των δεδομένων θα μπορέσει να φέρει το επόμενο βήμα των ανοιχτών δεδομένων στη γεωργία, με πολλά οφέλη σε ευσυνείδητους παραγωγούς και καταναλωτές.

Αυτό σημαίνει ότι αν ο οργανισμός ελέγχου και πιστοποίησης λαμβάνει την ορθή πληροφόρηση από τους παραγωγούς ή κάποια ανοιχτή βάση δεδομένων (κάτι που κανονικά πρέπει να γίνεται σε συνεχή βάση, και αν οι παραγωγοί αδυνατούν πρέπει να το πράττουν οι σύμβουλοί τους) θα έχει τη δυνατότητα να ελέγχει δειγματοληπτικά για τις εν λόγω εφαρμογές μέρος των παραγωγών που πιστοποιεί.

Παραγωγοί που θα βρεθούν ότι δεν πληρούν τις απαιτήσεις, όσο αφορά την ενημέρωση του φορέα όπως απαιτείται θα μπορούν να λαμβάνουν τις αντίστοιχες κυρώσεις. Η χρήση της τηλεπισκόπησης θα βοηθήσει στο γεγονός ότι τα πράγματα θα γίνουν πιο αντικειμενικά, καθώς αυτήν τη στιγμή ο παραγωγός πληρώνει τον φορέα ελέγχου να του κάνει έναν έλεγχο και να πιστοποιήσει ότι τα προϊόντα του πληρούν τις απαιτήσεις των βιολογικών κανονισμών και τελικά η πιστοποίηση των προϊόντων προσφέρει στον παραγωγό προστιθέμενη αξία στα προϊόντα, καθώς αναγνωρίζονται ως ανώτερης ποιότητας από το καταναλωτικό κοινό.

Ωστόσο, ήδη αναφέρθηκε ότι η τελική ανάγκη για κατανάλωση προέρχεται από αυτόν που αποφασίζει να αγοράσει και να τραφεί με βιολογικά προϊόντα. Αυτός ο καταναλωτής μπορεί να κατοικεί κάπου κοντά στον παραγωγό ή συνήθως βρίσκεται σε μία άλλη χώρα. Συνεπώς, για να μπορεί να αξιοποιηθεί και να γίνει πιο ανεξάρτητη η διαδικασία της πιστοποίησης θα πρέπει να εντοπιστεί ένας τρόπος που θα κάνει το σύστημα πιστοποίησης να απεξαρτηθεί με κάποιο τρόπο η σύνδεση της πληρωμής του παραγωγού με την παροχή υπηρεσίας στον φορέα (πιθανόν τα χρήματα θα μπορούσαν να προέρχονται από ένα ποσοστό επί των πωλήσεων και μετά να μοιράζονται στους φορείς με κάποια κριτήρια που θα οριστούν). Άλλωστε ακόμα και με τις απαιτήσεις των συστημάτων ποιότητας (ISO κτλ.) θα μπορούσαμε να πούμε ότι προκύπτει ότι υπάρχει ένα είδος ασυμβίβαστου, ασχέτως ότι ορίζονται σημεία που να μπορούν λιγότερο ή περισσότερο να διασφαλίζουν την μείωση ή απουσία προβλημάτων από αυτήν τη σχέση.

Επιπλέον, είναι βέβαιο ότι η χρήση των δορυφορικών εικόνων τόσο από τους φορείς πιστοποίησης, όσο και από τους ελεγκτικούς φορείς των φορέων πιστοποίησης (π.χ. Υπουργεία και Υπηρεσίες Διαπίστευσης) θα κάνουν πιο αντικειμενική τη διαδικασία αξιολόγησής τους και δεν θα μπορούν να παρακάμπτονται κάποιες απαιτούμενες διαδικασίες.

Μία πρόταση είναι να δημιουργηθεί τελικά ένα εργαλείο που θα δίνει επιπλέον αισθήσεις στους επιθεωρητές βιολογικής γεωργίας (ίσως «βλέποντας» τον διαφορετικό NDVI ή κάποιο διαφορετικό μήκος κύματος, το οποίο δεν είναι ορατό με γυμνό οφθαλμό). Και αν αυτό φαντάζει επιστημονική φαντασία σίγουρα δεν είναι, αφού χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του Νιλ Χάρμιπσον (Εικόνα 79), ο οποίος έχει αισθήσεις και όργανα που δεν είναι ανθρώπινα, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει, καθώς έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται με την κεραία αν διακρίνει πάνω από 360 χρώματα [64].



Εικόνα 79. Ο Νιλ Χάρμιπσον έχοντας αποκτήσει επιπλέον αισθήσεις.

Συγκεντρωτικά κάποια συμπεράσματα που λήφθηκαν και από τους πειραματισμούς που διεξήχθησαν ήταν για το πείραμα του FIBL:

- ότι η βιοδυναμική γεωργία φαίνεται ότι δεν έχει σημαντικές διαφοροποιήσεις στην ανάλυση με δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν, σχετικά με τα πολύ μικρά μεγέθους πειραματικά αγροτεμάχια
- Τα αγροτεμάχια που δέχτηκαν μόνο βιοδυναμικά σκευασματα φαίνεται ότι είναι αρκετά επιβαρυνμένα πιθανόν από προσβολή μυκήτων, καθώς διαπιστώνεται ότι ιδίως στην καλλιέργεια της πατάτας τα φυτά δεν έχουν αναπτυχθεί ικανοποιητικά και η υφή είναι περισσότερο άγρια.
- Η ταξινόμηση και ανάλυση στο FIBL έγινε σε επίπεδο μακριά από αυτό της πραγματικότητας, καθώς τα αγροτεμάχια είναι πολύ μικρά, ή δεν υπάρχει η ύπαρξη της

μεικτής φάρμας, όσο αφορά τη συμβίωση μηρυκαστικών και αγροτεμαχίων με ετήσιες καλλιέργειες.

- Τελικά κατά τη μελέτη, αν και δεν αρχικός σκοπός να γίνει κάτι τέτοιο, ήταν δυνατόν από τα δορυφορικά δεδομένα να τεκμηριωθεί η τήρηση του αρχείου των πειραματιστών του FIBL, καθώς διαπιστώθηκε ότι την μέρα που είχε δηλωθεί ότι γίνεται η εφαρμογή της κοπριάς, υπήρχαν δύο οχήματα με ρυμούλκες που μοίραζαν την κοπριά ακριβώς στα πειραματικά τεμάχια.
- Υπήρξε πολύ υψηλό ποσοστό ακρίβειας στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης, όσο αφορά την αναγνώριση των καλλιεργειών στο FIBL της Ελβετίας σε ποσοστό άνω του 90% με τη χρήση πολυχρονικών εικόνων NDVI.

Στο πείραμα που έγινε σε καλλιέργειες του Αγίου Κωνσταντίνου στην Φθιώτιδα διαπιστώθηκε:

- Πιθανόν κάποια αγροτεμάχια δέχονται μη επιτρεπόμενες ουσίες, ενώ είναι δηλωμένα στα βιολογικά, στην δήλωση του ΟΠΕΚΕΠΕ από τους παραγωγούς
- Ομοίως πολλά από τα χωράφια που δηλώνονται ότι καλλιεργούνται με συμβατικές μεθόδους μπορεί να μην δέχονται καθόλου εφαρμογές με μη επιτρεπόμενες ουσίες στην βιολογική καλλιέργεια (άλλωστε κάτι τέτοιο δεν απαγορεύεται), συνεπώς όταν πραγματοποιείται η ταξινόμηση εξ αρχής δεν θα μπορέσουν να οριστούν τα σωστά δείγματα, όπως και τελικά δεν πιθανόν η τελική αξιολόγηση της ταξινόμησης δεν θα είναι η σωστή.
- Συνδυασμός της φωτοερμηνείας και της ανάλυσης των εικόνων με διαχρονικές εικόνες, που αποτελούνται από τους NDVI δορυφορικών εικόνων, έδειξε ότι μπορεί να αναζητηθούν αγροτεμάχια που πιθανόν εφαρμόζονται μη επιτρεπόμενες ουσίες
- Θα μπορούσε να υπήρχε επιτυχές αποτέλεσμα στην Φθιώτιδα αν ήταν γνωστά συγκεκριμένα αγροτεμάχια που εφαρμόζονται βιολογικές μέθοδοι και αντίστοιχα συμβατικά που εφαρμόζονται συμβατικές μέθοδοι ή και βιολογικές, ώστε να μπορέσει να γίνει σωστός δειγματισμός και εκπαίδευση του προγράμματος πριν την ταξινόμηση. Αυτός ήταν και ο λόγος που αναζητήθηκε η συνεργασία με ένα ερευνητικό όπως το FIBL.

Με την παρούσα μελέτη προτείνεται μία μεθοδολογία με σκοπό να προχωρήσει η εν λόγω μέθοδος αναγνώρισης αγροτεμαχίων από δορυφορικές εικόνες. Είναι πλέον αποδεκτό ότι υπάρχει ανάγκη για τη δημιουργία εμπιστοσύνης του καταναλωτικού κοινού στα εν λόγω προϊόντα. Παρότι φαίνεται ότι στο παρελθόν έχουν γίνει λίγες προσπάθειες για το εν λόγω θέμα, καμία δεν προχώρησε σε κάτι ολοκληρωμένο. Αυτός είναι και ο λόγος που η θα πρέπει να υπάρξει περαιτέρω συζήτηση για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας που προτείνεται, με τις απαιτούμενες κάθε φορά τροποποιήσεις.

Αναζήτηση και στήριξη των ανοιχτών δεδομένων (open source agriculture) και στην γεωργία, κάτι που θα προσδώσει μεγάλο όφελος στην κοινωνία και τους παραγωγούς. Όχι μόνο αυτό, οφελημένο θα είναι και το περιβάλλον, αφού σταδιακά γίνεται σωστή διαχείριση των εχθρών των καλλιεργειών και εφαρμογή των κατάλληλων και σε κατάλληλο χρόνο σκευασμάτων, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται ελάχιστα.

Η περαιτέρω ανάλυση και ανάπτυξη ενός μοντέλου θα οδηγήσει στην βελτίωση λειτουργίας του συστήματος ελέγχου και πιστοποίησης, ενώ τελικά οι καταναλωτές θα μπορούν να έχουν μία άμεση εικόνα για τα προϊόντα που θα καταναλώνουν και αυτό θα φέρει τόνωση στην κατανάλωση, άρα σταδιακά και στην προσφορά προϊόντων που σέβονται το περιβάλλον, τον παραγωγό και τον καταναλωτή.

7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

7.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

7.2 Ημερολόγιο Εργασιών στην περιοχή του FIBL

Current Cultivation	Previous Cultivation	Next Cultivation	Group of plots	Deadline	Method				AS-Day	Measure	Product Device etc.	Kultur- Stadium	Quantity per ha, Qty. crossings				Unit
					D	O	K	M					D2	O2	K2	M2	
Meadow I	WW II	Meadow II	a	28/07/17	D	O	K	M	Root, ↓	Mulch straw	Mulcher		1	1	1	1	crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	31/07/17	D	O	K	M	Flowering, ↓	Stubble cultivation	Spring toothed harrow		1	1	1	1	crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	05/08/17	D	O	K	M	Fruit, ↑	Stubble cultivation	Weco-Dyn		1	1	1	1	crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	16/08/17	D	O	K		Root, M-S-Op. ↑	Manure and manure compost apply	by hand		100	150	400		dt/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	16/08/17			K			Mist ausgebracht	by Hand		0	0	15	0	t/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	22/08/17	D	O	K	M	Fruit, ↓	Stubble cultivation	Spade machine, 10-12cm deep		1	1	1	1	Crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	23/08/17	D	O	K	M	Fruit, ↓	Stubble cultivation	Spring toothed harrow + rotary harrow		2	2	2	2	crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	23/08/17	D	O	K	M	Fruit, ↓	Saat mit Drillsämaschine (Nodet)	SM 330		34	34	34	34	kg/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	23/08/17	D	O	K	M	Fruit, ↓	Roll	Cambridge roller		1	1	1	1	crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	24/08/17				M		Fertilization	K-AS/TSP/Kali60					30/10/100	kg NPK/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	24/08/17	D				Root, ↓	S	12g/5l, 40l/ha		1				crossings

potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	29/08/17	D	O	K	M	Leaf, venus node, ↓	Stubble cultivation	Cultivator		1	1	1	1	Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	06/09/17	D	O	K	M	Flower VM, ↑	seedbed preparation	Cultivator		1	1	1	1	Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	07/09/17	D	O	K	M	Leaf, ↑	Seed green manure	UFA Delta with APV-Spreader		32	32	32	32	kg/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	07/09/17	D	O	K	M	Leaf, ↑	Sowing KW (only certain plots)	APV spreader (16.5kg SM330 / ha)		17,18,23,24,41,42,47,48,67,68,89,95				Plots
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	12/09/17				M		N-Application	Lime-AS					30	kg N/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	26/09/17	D	O	K	M	Leaf, ↓	Stubble cultivation	WecoDyn 5-10cm tief		1	1	1	1	passage
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	10/10/17	D				Leaf, M-S-Op. ↑	Operation injection I	Horn manure 12g/5l, 40l/ha		1				Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	11/10/17	D	O	K	M	Flower	Plow	1-Scharpflug ca. 20 cm tief		1	1	1	1	passage
winter wheat 1	soy	potatoes	b	12/10/17	D	O			Flower, ↓	Crap and dung compost	by Hand verteilt		6	10			t/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	17/10/17			K	M		fertilization	TSP 46%				15	26	kg P/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	17/10/17			K	M		fertilization	Kali 60%				40	75	kg K/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	17/10/17	D	O	K	M	Root, ↓	Roll	Cambridge roller		1	1	1	1	Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	17/10/17	D	O	K	M	Root, ↓	seedbed preparation	Spring tooth harrow about 10 cm deep		2	2	2	2	Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	19/10/17	D	O	K	M	Root, ↓, Merkurkn.	Seed (M + K pickled with Celest Trio 200ml / 100kg)	Wintersteiger TC (3cm sowing depth)		375	375	375	375	Seeds / m2
winter wheat 1	soy	potatoes	b	20/10/17	D	O	K	M	Root, ↓	Operating spraying	Horn manure 12g/5l, 40 l/ha		1				Crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	02/11/17	D	O	K	M	Leaf, ↑	cleaning section	Hege-harvesting		1	1	1	1	crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	16/11/17	D				Root, flower ▲, ↓	Operation injection II	Horn manure 12g/5l, 40l/ha		1				Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	20/02/18	D	O	K	M		N-min sampling 0-90cm	Dutch drills	DC 22	31	29	24	17	kg N/ha

winter wheat 1	soy	potatoes	b	14/03/18			K	M		1. N-Transfer	AS+S (M); Lime-AS 20 % (K2)	DC 22			60	60	kg N/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	14/03/18				M		1. N fertilization	Kalk-AS 20%	VB				40	kg N/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	14/03/18			K	M		Fertilization	TSP/Kali 60	VB			14/0	40/309	kg PK/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	16/03/18	D	O			Root, ↓	1. slurry	Liquid manure barrel with Dosimat	DC 23	20		25		m3/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	16/03/18	D	O	K		Marsknoten, Flowering ↑	1. Slurry	Dosimat	VB	20		30	30	m3/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	23/03/18	D				Root M-S-Op. ↑	operating spraying	Horn manure 12g/5l, 40l/ha		1				Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	23/03/18	D				Root, M-S-Op. ↑	Operating spraying	Hornmist 12g/5l, 40l/ha		1				Crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	23/03/18	D				Root, M-S-Op. ↑	Operating spraying	Horn manure 12g/5l, 40l/ha		1				crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	29/03/18	D				Fruit ↓	horsetail extracts 40l/ha	knapsack sprayer		1				Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	03/04/18			K	M		Herbicide treatment with Halmverkürzer	Husar OD,Cycocel extra	DC 30			0,1/1,5	0,1/1,5	l/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	07/04/18	D				Fruit, ↑	Pebble injection	Hornkiesel 1g/5l, 40l/ha		1				Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	09/04/18	D	O	K	M	Root, ↑	Primary tillage	Plow, 1-pack		1	1	1	1	Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	13/04/18				M		Fertilization	Triple Super Phosphate 46%					40	kg P/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	13/04/18			K	M		Fertilization	Patentkali 40%K + 16%S				149	498	kg K/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	13/04/18	D	O			Flower, ↑, Merkurkn.	Chop + Grooming	Parcel handler Hege	DC 30	1		1		Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	16/04/18		O	K			Roar on furrow	Dosimat			15	35		m3/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	18/04/18	D	O	K	M	Root, ↑	Harrow	Rotary harrow about 15 cm deep		1	1	1	1	Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	18/04/18				M		N-Starter (Startergabe)	Lime-AS					20	kg N/ha

winter wheat 1	soy	potatoes	b	18/04/18	D	O			Root, ↑	2. Slurry	Liquid manure barrel with Dosimat	DC 31	40	20			m3/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	18/04/18			K	M		1. Fungicide treatment	Opera	DC 31			1.75	1.75	l/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	18/04/18			K	M		2. N-Transfer	Calcium ammonium nitrate	DC 31			30	40	kg N/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	19/04/18	D	O	K	M	Root, ↑	Kartoffeln pflanzen (Biopflanzgut)	Row Spacing 75cm, Plantind distance 33cm						
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	19/04/18	D				Root, ↑	Field spraying	Horn manure 12g/5l, 40l/ha		1				Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	25/04/18	D	O	K	M		N-min sampling in fertilizer. Level 2	0-60cm with Dutch drill		63	94	182	116	kg N/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	25/04/18	D	O			Fruit, ↓	Chop + Grooming	Parcel handler Hege	DC 32	1	1			Crossings
Planet Imagery				29/04/18													
Meadow I	WW II	Meadow II	a	07/05/18	D	O	K	M	Moon Node, Root↑	1. Cut	Hege-harvesting	Rispenschieben					
Planet Imagery				07/05/18													
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	08/05/18	D	O	K	M	Root, ↑	Hacken, Striegeln, Aufhäufeln	Four-row herringbone	2-Blatt	1	1	1	1	Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	15/05/18			K	M		3. N-Transfer	Kalk-AS 20%	DC 45			40	40	kg N/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	15/05/18	D	O	K		New Moon, Root ↑	2. slurry	Dosimat		35	30	40		m3/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	15/05/18				M		2. N-Transfer	Kalk-AS 20%					30	kg N/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	18/05/18			K	M		2. Fungicide treatment+Insecticide	AviatorXpro+Audienz	DC 51			1+0,1	1+0,1	l/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	23/05/18	D	O	K	M		Determination of culture stage	End of ear-advance	DC 59					
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	24/05/18	D	O			Root, Root▲, ↓	1. slurry	Watering	10 cm	20	25			m3/ha

potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	24/05/18			K	M		1. N application	Lime-AS	10 cm			30	50	kg N/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	24/05/18			K	M		herbicide treatment	Titus	10 cm			40	40	g/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	24/05/18		O	K	M		1. fungicide treatment	Kocide Opti/Mapro	10 cm		1.3	0.5	0.5	kg,l/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	04/06/18	D				Root, ↑	Gravel injection	Horn Silika1g/5l, 40l/ha		1				Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	05/06/18		O	K	M		2.fungicide treatment	Kocide Opti/Mapro	Reihenschlusses		1.3	0.5	0.5	kg,l/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	07/06/18	D	O	K	M	Leaf, ↑	1. Insecticide treatment	Novodor FC/Talstar	20 cm	3	3	0.2	0.2	l/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	09/06/18	D				Leaf, ↑	Pebble injection	Hornkiesel 1g/5l, 40l/ha		1				crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	11/06/18	D				Fruit, ↑	1.Stone flour treatment	rock flour	20 cm	400				kg/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	11/06/18	D				Fruit, ↑	Pebble injection	Horn pebbles 1g / 5l, 40l / ha	DC 75	1				Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	15/06/18	D	O	K	M	Flower, Perigee, ↓	2. Insecticide treatment	Novodor FC/Talstar	Beg. Blüte	5	5	0.2	0.2	l/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	15/06/18		O	K	M		3. fungicide treatment	Kocide Opti/Infinito	Beg. Blüte		1.3	1.6	1.6	kg,l/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	15/06/18			K	M		2. N application	Lime-AS	Beg. Blüte			30	30	kg N/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	20/06/18	D	O			Root, ↓	Chopping, grooming, piled up	Four-row herringbone	Mitte Blüte	1	1			Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	22/06/18	D	O	K	M	Root, ↓	3. Insecticide treatment	Novodor FC/Audienz/Biscaya	Mitte Blüte	5	0.05	0.1	0.1	l/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	22/06/18	D	O	K	M	Root, ↓	2. cut	Hege-harvesting	Rispe geschoben					
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	27/06/18	D	O	K	M		Potato crisp sampling	by hand (5 shoots per plot)	Ende Blüte					
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	28/06/18			K	M		4.fungicide treatment	Revus Top	Ende Blüte			0.6	0.6	l/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	28/06/18	D	O	K	M		Mount bird protection nets							
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	02/07/18	D				Root, ↑	Gravel injection	Horn silica 1g/5l, 40l/ha		1				Crossings

Meadow I	WW II	Meadow II	a	06/07/18				M		3. N-Transfer	by Hand					30	kg N/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	06/07/18				K		3. slurry	Dosimat					30	m3/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	09/07/18		O	K	M		5. fungicide treatment	Kocide Opti/Revus Top		1.3	0.6	0.6		kg,l/ha
Planet Imagery				09/07/18													
winter wheat 1	soy	potatoes	b	11/07/18	D	O	K	M		Cut running samples	4 rows of 1m						
winter wheat 1	soy	potatoes	b	12/07/18	D	O	K	M		Take away bird protection nets							
winter wheat 1	soy	potatoes	b	12/07/18	D	O	K	M	Flower, M-S-Op. ↓	Harvest, 1 sowing width; 14x1,5m	Parzellendrescher Wintersteiger						
winter wheat 1	soy	potatoes	b	14/07/18	D	O	K	M		Clear straw	Round baler						
winter wheat 1	soy	potatoes	b	16/07/18	D	O	K	M		Soil sampling	Dutch drill, 0-20cm		8	8	8	8	punctures
winter wheat 1	soy	potatoes	b	18/07/18	D	O	K	M		Mulching stubble	mulcher		1	1	1	1	Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	18/07/18	D	O	K	M	Root, ↓	Stubble cultivation	Herzschar cultivator, 10-12 cm deep		1	1	1	1	Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	19/07/18		O	K	M		6. fungicide treatment	Kocide Opti/Revus Top		1.3	0.6	0.6		kg,l/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	24/07/18	D	O	K	M	Leaf, ↓	3. cut	Hege-harvesting						
winter wheat 1	soy	potatoes	b	26/07/18	D	O	K		Flower, ↑	Manure and manure compost apply	by Hand		7	15	10		t/ha
Google Earth Imagery				26/07/18													
Planet Imagery				27/07/18													
Planet Imagery				29/07/18													
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	30/07/18	D	O			Flower, ↑	Mow off perennials	with scythe						

potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	14/08/18			K	M		Cum herb	Reglone				4	4	l/ha
winter wheat 1	soy	potatoes	b	14/08/18	D	O	K	M	Root, ↓	Stubble cultivation	WecoDyn 5-10cm tief		1	1	1	1	Crossings
winter wheat 1	soy	potatoes	b	17/08/18	D	O	K	M	Flower, ↓	Seed green manure (UFA Delta, 30 kg / ha)	Fendt GT with APV spreader and roller		1	1	1	1	Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	21/08/18	D	O			Fruit, ↓	potato harvest D+O+N	Shake graber						
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	30/08/18			K	M		potato harvest K+M	Shake graber						
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	03/09/18	D	O	K	M		Soil sampling	0 - 20cm		8	8	8	8	Einstiche
winter wheat 1	soy	potatoes	b	03/09/18	D				Root, M-S-Op. ↑	Field spraying	Hornmist 12g/5l, 40 l/ha						
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	05/09/18	D	O	K	M	Flower, ↓	Cast off the plots	Cultivator		1	1	1	1	Crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	10/09/18	D	O	K	M		Inventory credit							
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	12/09/18	D	O	K	M	Root, ↓	Stubble cultivation	Weco-Dyn 10-15cm tief		1	1	1	1	
Meadow I	WW II	Meadow II	a	14/09/18	D	O	K	M	Flowering, ↓	4. cut	Hege-harvesting						
winter wheat 1	soy	potatoes	b	21/09/18				M		N-Transfer	Kalk-AS					30	kg N/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	21/09/18				M		4. N-Transfer	Kalk-AS 20%					25	kg N/ha
Meadow I	WW II	Meadow II	a	21/09/18			K			4. slurry	Dosimat				30		m3/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	04/10/18	D				Leaf, ↓	Spread manure compost	by Hand		7				t/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	08/10/18	D	O	K	M	Root, ↓	seedbed preparation	Cultivator		1	1	1	1	Crossings
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	11/10/18			K	M		Fertilization	TSP/Kali 60				30/40	30/105	kg PK/ha
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	11/10/18	D	O	K	M	Flower, ↓	Sow winter wheat	Wintersteiger TC (organic seed, M + K pickled)		360	360	360	360	Körner/m2
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	18/10/18	D				Root, ↑	Field spraying	Horn manure 12g/5l, 40l/ha		1				Crossings

Meadow I	WW II	Meadow II	a	18/10/18	D				Root, ↑	Field spraying	Hornmist 12g/5l, 40l/ha		1				crossings
Planet Imagery				25/10/18													
Meadow I	WW II	Meadow II	a	08/11/18	D	O	K	M		5. cut	Hege-harvesting						
potato	winter wheat 1	winter wheat 2	c	21.+23.03	D				Fruit ↑, Root M-S-Op. ↑	horsetail extracts 40l/ha	knapsack sprayer		2				Crossings
Meadow I	WW II	Meadow II	a	Winter	D	O	K	M		Misc Control	Topcat-Fallen						
winter wheat 1	soy	potatoes	b														

8 Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] J. R. Ducati, R. E. Sarate και J. M. Fachel, «Application of Remote Sensing Techniques to Discriminate Between Conventional and Organic Vineyards in the Loire Valley, France,» *J.Int.Sci.Vigne Vin.*, pp. 135-144, 2014.
- [2] A. Denis, B. Desclee, S. Migdall, H. Hansen, H. Bach, P. Ott και B. Tychon, «Can satellites help organic crop certification?,» *Remote sensing enables high discrimination between organic - Conference*, pp. 178-181, 6-9 11 2012.
- [3] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, «Νέοι αυστηρότεροι κανόνες για τα βιολογικά προϊόντα της ΕΕ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20180404STO00909/neoi-austiroteroi-kanones-gia-ta-viologika-proionta-tis-ee>. [Πρόσβαση 2 Μαΐου 2019].
- [4] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *EK 1235/2008. Για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες*, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2008.
- [5] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *EK υπ αριθμ. 889/2008*, 2008.
- [6] Planet, «Planet,» 23 Απριλίου 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.planet.com/>.
- [7] A. Denis και B. Tychon, «Remote sensing enables high discrimination between organic and non-organic cotton for organic cotton certification in West Africa,» *Agronomy for Sustainably Development*, pp. 1499-1510, 2015.
- [8] Eurostat, «Organic Farming Statistics,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=org. [Πρόσβαση 29 Απρίλιος 2019].
- [9] H. Willer και J. Lernoud, *The world of organic agriculture*, FIBL & IFOAM Organics International, 2018.
- [10] ΕΟΚ, *2078/92 σχετικά με μεθόδους γεωργικής παραγωγής που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις προστασίας*, 1992.
- [11] «European Commission,» 21 04 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organics-glance_en.
- [12] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, «ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ,» 23 Απρίλιος 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/biologikgeorgiaktinotrofia/356-koinotikinomothesiabiologika>.
- [13] Eurorean Commission, «Legislation for the organics sector,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/legislation_en. [Πρόσβαση 23 04 2019].
- [14] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *E.K. 834/2007 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και την κατάργηση του ΕΟΚ 2092/91*, Βρυξέλες: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007.
- [15] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, «Εθνική Νομοθεσία Βιολογικών Προϊόντων,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/biologikgeorgiaktinotrofia/641-eunikinomothesiabiologika>. [Πρόσβαση 24 Απρίλιος 2019].
- [16] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>. [Πρόσβαση 23 04 2019].

- [17] ΕΣΥΔ, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.esyd.gr/portal/p/esyd/el/index.jsp>. [Πρόσβαση 23 Απρίλιος 2019].
- [18] European Court of Auditors, «The control system for organic products has improved, but some challenges remain,» European Court of Auditors, 2019.
- [19] European Commission, «Commission takes action against fraud in organic products,» 21 Ιούνιος 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://ec.europa.eu/info/news/commission-takes-action-against-fraud-organic-products-2019-jun-21_el. [Πρόσβαση 22 Ιούνιος 2019].
- [20] Demeter, «Production - Demeter Standards,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.demeter.net/certification/standards/production>. [Πρόσβαση 10 Απρίλιος 2019].
- [21] «Demeter - History,» Demeter, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.demeter.net/what-is-demeter/history>. [Πρόσβαση 11 Μάιος 2019].
- [22] «When the label says Demeter, Demeter is what you get,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.demeter.net/what-is-demeter>. [Πρόσβαση 11 Μάιος 2019].
- [23] «Demeter - Particularities of Demeter,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.demeter.net/what-is-demeter/particularities-of-demeter>. [Πρόσβαση 11 Μάιος 2019].
- [24] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, « (ΕΚ) αριθ. 1107/2009 σχετικά με τη διάθεση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά και την κατάργηση των οδηγιών 79/117/ΕΟΚ και 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου,» 2009.
- [25] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «ΟΔΗΓΙΑ 2009/128/ΕΚ σχετικά με την κοινή θέση του Συμβουλίου που αφορά τον καθορισμό πλαισίου κοινοτικής δράσης με σκοπό την επίτευξη ορθολογικής χρήσης των γεωργικών φαρμάκων,» 21 Οκτώβριος 2009.
- [26] A. Alix και E. Capri, «Advances in Chemical Pollution, Environmental Management and Protection,» *Advances in Chemical Pollution, Environmental management and Protection*, τόμ. 2, pp. 1-22, 2018.
- [27] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, «Κοινή Αγροτική Πολιτική του ΥπΑΑΤ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.minagric.gr/index.php/el/the-ministry-2/agricultural-policy/koinagrotropolitik>. [Πρόσβαση 24 Απρίλιος 2019].
- [28] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Γεωργία και Αγροτική Ανάπτυξη,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://ec.europa.eu/agriculture/index_el. [Πρόσβαση 24 Απρίλιος 2019].
- [29] European Commission, «Future for the Common Agricultural Policy,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/future-cap>. [Πρόσβαση 24 Απρίλιος 2019].
- [30] H. Flessa, R. Ruser, P. Dorsch, T. Kamp, M. Jimenez, J. Munch και F. Beese, «Integrated evaluation of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from two farming systems in southern Germany,» *Agriculture, Ecosystems and Environment*, p. 175–189, 2002.
- [31] «ΟΠΕΚΕΠΕ,» 21 04 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.opekepe.gr>.
- [32] ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, «ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ & ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ,» ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.elgo.gr/index.php/el/elgo-demeter-activities/elgo-demeter-quality-assurance-of-agricultural-products/826-biological-products-agriculture-and-animal-husbandry>. [Πρόσβαση 15 Ιούνιος 2019].
- [33] Grind GIS, «Remote Sensing Applications in Agriculture,» 11 Φλεβάρη 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://grindgis.com/remote-sensing/remote-sensing-applications-in-agriculture>.

- [Πρόσβαση 15 Ιούνιος 2019].
- [34] Δ. ΠΟΚΟΣ, Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση, Αθήνα: Ε.Μ.Π., 1987.
- [35] GIS GEOGRAPHY, «What is NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)?», [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>. [Πρόσβαση 29 Απρίλιος 2019].
- [36] SEOS, «Classifications Algorithms and Methods», SEOS, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.seos-project.eu/classification/classification-c03-p01.html>. [Πρόσβαση 20 Ιούνιος 2019].
- [37] ΕΜΠ, *Σημειώσεις Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης ΕΜΠ*, Αθήνα, 2017.
- [38] Wikipedia, «Random Forest Simplified», [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Random_forest. [Πρόσβαση 215 Ιούνιος 2019].
- [39] M. L. McHugh, «Interrater reliability: the kappa statistic,» *Biochemia Media*, pp. 276-282, 15 Οκτώβριος 2012.
- [40] A. Walter, R. Finger, R. Huber και N. Buchmann, «Smart farming is key to developing sustainable agriculture,» *PNAS*, τόμ. 114, αρ. 24, pp. 6148-6150, 13 June 2017.
- [41] Joint Research Centre (JRC) of the European Commission, «Precision Agriculture: An opportunity for EU farmers - potential support with the CAP 2014-2020,» European Parliament, Brussels, Ιούνιος 2014.
- [42] R. Gebbers και V. I. Adamnhuk, «Precision Agriculture and Food Security,» *Science* 327, αρ. 327, p. 828, 12 February 2010.
- [43] David J. Mulla, «Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps,» *Biosystems Engineering*, pp. 358-371, Απρίλιος 2013.
- [44] Joint Research Center, *The European Commission's science and knowledge service (Presentation)*, European Commission.
- [45] Copernicus.eu, «Copernicus Observer,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://newsletter.copernicus.eu/issue-13-april-2016/article/copernicus-contributes-precision-farming-and-sustainable-food-production>. [Πρόσβαση 13 Ιουνίου 2019].
- [46] European Court of Auditors, «The Land Parcel Identification System: a useful tool to determine the eligibility of agricultural land - but its management could be further improved,» European Court of Auditors, 2016.
- [47] Π. Ι. Καλτσίκης, *Απλά Πειραματικά Σχέδια*, Αθήνα: Α. Σταμούλης, 1997, p. 21.
- [48] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Κανονισμός (ΕΕ) 2016/679 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών και την κατάργηση της οδηγίας 95/46/ΕΚ (Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομ, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2016.*
- [49] European Union, «Conventional Data Access Hubs,» Copernicus Open Access Hub, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.copernicus.eu/en/access-data/conventional-data-access-hubs>. [Πρόσβαση 10 Νοέμβριος 2018].
- [50] FIBL, «<https://www.fibl.org/en/homepage.html>,» FIBL, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.fibl.org/en/homepage.html>. [Πρόσβαση 05 Απρίλιος 2019].
- [51] Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία Ελλάδας, «Πίνακας Μέσων Μηνιαίων Τιμών για επιλεγμένους σταθμούς στην Ελλάδα,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology_month?minas=03. [Πρόσβαση 30

Απρίλιος 2019].

- [52] ESA, «Sentinel-2,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>. [Πρόσβαση 23 04 2019].
- [53] Hatarilabs, «How many spectral bands have the Sentinel 2 images?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.hatarilabs.com/ih-en/how-many-spectral-bands-have-the-sentinel-2-images>. [Πρόσβαση 23 04 2019].
- [54] L. Congedo, «Semi-Automatic Classification Plugin User Manual,» <https://www.researchgate.net>, 2014.
- [55] Ελαιουργική, «Ελαιουργική,» 21 04 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.eleourgiki.com/companies/elaiourgiki-ksepep/history.html>.
- [56] SNAP, «United Space in Europe,» 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://step.esa.int/main/doc/tutorials/snap-tutorials/>.
- [57] Planet Team (2017). Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, C.A., «<https://api.planet.com>,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση 2019].
- [58] A. Fliessbach, P. Maeder, D. Dubois και L. Gunst, «Organic farming enhances soil fertility and biodiversity (Results from a 21 year old field trial)-FIBLDOSSIER,» 2000.
- [59] P. Maeder, A. Fliessbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried και U. Niggli, «Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming,» *Science*, p. 1694, 31 Μάιος 2002.
- [60] GIMP, «GIMP.org,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.gimp.org/downloads/>. [Πρόσβαση 30 Μάιος 2019].
- [61] FARMOS, «FARMOS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://farmos.org/>. [Πρόσβαση 18 Ιούνιος 2019].
- [62] Godan, «Godan,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.godan.info/news/open-farms-godan-documentary-web-series-episode-3>. [Πρόσβαση 18 Ιούνιος 2019].
- [63] ΥΠΑΑΤ, Υ.Α. 2543/103240, 2007.
- [64] Λ. ΓΙΑΝΝΑΡΟΥ, «Μόλις έγινε 14 χρόνων ως... cyborg,» 26 Μαρτίου 201. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.kathimerini.gr/955434/article/epikairothta/kosmos/molis-egine-14-xronwn-ws-cyborg>. [Πρόσβαση 24 Απρίλιος 2019].
- [65] Huffingtonpost..gr, «Τα πλούσια νοικοκυριά, πλουσιότερα: Κρίση χρεούς αυξάνει την ανισότητα πλούτου στην Ευρωζώνη,» 23 Δεκέμβριος 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.huffingtonpost.gr/2016/12/23/eidiseis-oikonomia-koinwnia-h-krisi-xreous-ayksanei-thn-anisothta-ploutou-sthn-eyrozonh_n_13813310.html?utm_hp_ref=oikonomia. [Πρόσβαση 25 Δεκέμβριος 2016].
- [66] A. D. Vaiopoulos, «PanSharp Powerful, Sharp Applications,» 2015-2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.pansharp.com/applications/panfusion/>. [Πρόσβαση 4 3 2017].
- [67] Ι. Παρχαρίδης, «Αρχές δορυφορικής τηλεπισκόπησης, Θεωρία και Εφαρμογές,» ΣΕΑΒ, Αθήνα, 2015.