

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Θέμα: «ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΛΗΨΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ NDVI
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ»**

ΟΡΦΑΝΟΥ ANNA

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΘΕΟΦΑΝΗΣ Α. ΓΕΜΤΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2009



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7454/1
Ημερ. Εισ.: 24-08-2009
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2009
ΟΡΦ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Θεοφάνης Α. Γέμτος, Καθηγητής του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας.

Ανθούλα Δημήρκου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του τμήματος Γεωπονίας του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Σπύρος Φουντάς, Εκλεγμένος Επίκουρος Καθηγητής του τμήματος Γεωπονίας του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στη διεκπεραίωση αυτής της πτυχιακής διατριβής.

Τον υπεύθυνο καθηγητή κ. Θεοφάνη Α. Γέμτο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια προετοιμασίας αυτής της εργασίας.

Τους Dr. Paul Mask και Dr. John Fulton, για τη φιλοξενία τους και τη βοήθεια τους στη διεκπεραίωση του πειράματος κατά την παραμονή μου στο Auburn της πολιτείας Alabama στις Η.Π.Α..

Την Brenda H. Wood, για την πολύτιμη βοήθεια της κατά τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Τον Chris Dillard, για τη φιλοξενία στο Auburn, τη βοήθειά του στο πείραμα καθώς και την υπομονή που υπέδειξε μέχρι το τέλος αυτού.

Τον κ. Σπύρο Φουντά, για τις συμβουλές του κατά την προετοιμασία της πτυχιακής διατριβής.

Τον συμφοιτητή και φίλο μου, Δημήτριο Παύλου, για τη βοήθεια του κατά τη διεκπεραίωση του πειράματος και τη συγγραφή της πτυχιακής διατριβής.

Τέλος, την οικογένειά μου για την υποστήριξή τους καθ' όλη τη φοιτητική μου ζωή.

Περίληψη

Η εργασία αυτή, που έγινε στο Πανεπιστήμιο του Auburn, στην πολιτεία της Alabama, αναφέρεται σε τεχνολογία Variable Rate Application με τη χρήση του αισθητήρα Green Seeker. Το Green Seeker χρησιμοποιεί υπέρυθρη ακτινοβολία για να μετρήσει το NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), που δείχνει πόσο πράσινο είναι το φυτό και συνεπώς την έλλειψη αζώτου. Οι μετρήσεις έγιναν σε καλλιέργειες βαμβακιού και γρασιδιού.

Σκοπός της εργασίας είναι να αποδειχθεί εάν ο αισθητήρας Green Seeker λειτουργεί το ίδιο αποτελεσματικά σε διαφορετικές ώρες της ημέρας ανεξάρτητα από τη χαμηλή ηλιοφάνεια ή το σκοτάδι. Όπως, επίσης, και η σύγκριση των αποτελεσμάτων με αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι ο αισθητήρας λειτουργεί το ίδιο αποτελεσματικά και στα δύο είδη καλλιεργειών, παίρνει ικανοποιητικές μετρήσεις όλες τις ώρες της ημέρας και υπάρχει θετική συσχέτιση του NDVI και του αζώτου, από τη σύγκριση των τιμών του αισθητήρα με αυτών της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης.

Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά τα αποτελέσματα, οι αναλύσεις και τα συμπεράσματα των μετρήσεων του πειράματος.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	6
2. Ανάλυση Βιβλιογραφίας.....	7
2.1.Γεωργία Ακριβείας.....	7
2.1.1.Τεχνολογίες της Γεωργίας Ακριβείας.....	7
2.1.2.Αντίκτυπο της Γεωργίας Ακριβείας.....	9
2.2.Παραλλακτικότητα.....	9
2.3.Σύστημα Παγκόσμιας Πλοήγησης – Global Position System (GPS).....	10
2.4.Χαρτογράφηση.....	12
2.5.Μεταβλητές καλλιεργητικές φροντίδες ή τεχνολογία μεταβλητών εισροών Variable Rate Application (VRA).....	13
2.6.Άζωτο N.....	14
2.7.Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης – Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).....	15
2.8.Σύστημα αισθητήρων.....	17
2.8.1.Αισθητήρας Crop Circle.....	18
2.8.1.1.Τύποι Crop Circle.....	18
2.8.1.1.1. Crop Circle ACS – 210.....	18
2.8.1.1.2. Crop Circle ACS – 470 Multi – Spectral Crop Canopy Sensor.....	20
2.8.1.1.3. Crop Circle Hand Held System.....	20
2.8.1.2. Συστήματα Crop Circle.....	21
2.8.1.2.1. Crop Circle Mapping System.....	21
2.8.1.2.2. Crop Circle Mapping/ VRT System.....	21
2.8.2. Αισθητήρας Green Seeker.....	22
2.8.2.1. Τύποι Green Seeker.....	23
2.8.2.1.1. Green Seeker RT 200.....	23
2.8.2.1.2. Green Seeker RT 220.....	25
2.8.2.1.3. Green Seeker RT 100.....	25
2.8.2.1.4. Green Seeker Hand Held.....	25
3. Αντικειμενικοί στόχοι της έρευνας.....	27
4. Υλικά και μέθοδοι.....	28
5. Αποτελέσματα και συζήτηση.....	31

5.1. Extension Hall Yard – Grass.....	31
5.2. Old Rotation – Cotton.....	41
5.3. Black Belt – Grass.....	80
6. Συμπεράσματα.....	106
7. Βιβλιογραφία.....	107

1. Εισαγωγή

Από την αρχαιότητα, ένας από τους βασικούς τομείς της οικονομίας που απασχολούν τον άνθρωπο είναι η γεωργία. Στο παρελθόν, η διαχείριση της γης γινόταν χειρονακτικά, γεγονός που έφερνε σε άμεση επαφή τον παραγωγό με την γεωργική γη. Σήμερα, η ανάπτυξη της γεωργίας και η εξέλιξη των μηχανημάτων δίνει τη δυνατότητα στον παραγωγό να αυξήσει την έκταση των αγροτεμαχίων του. Το πρόβλημα που δημιουργείται, όμως, είναι ότι πλέον ο παραγωγός δεν είναι σε θέση να γνωρίζει, στο βαθμό που μπορούσε στο παρελθόν, την παραλλακτικότητα του αγρού του.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, η παραλλακτικότητα μπορεί να αντιμετωπιστεί με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής και του οικονομικού κέρδους. Με τη Γεωργία Ακριβείας (Precision Agriculture), που είναι ένας νέος τρόπος διαχείρισης των αγροτεμαχίων, μπορεί να γίνει ορθή διαχείριση της παραλλακτικότητας παραγόντων (pH, υγρασία, μηχανική σύσταση του εδάφους, θρεπτικά στοιχεία, κ.α.) που επηρεάζουν την παραγωγή. Η διαφορά μεταξύ της παραδοσιακής γεωργίας και της Γεωργίας Ακριβείας βρίσκεται στον τρόπο διαχείρισης των αγροτεμαχίων. Ενώ, δηλαδή, η παραδοσιακή γεωργία αντιμετωπίζει τα αγροτεμάχια ως ομοιόμορφα (βασισμένη σε μέσους όρους), η Γεωργία Ακριβείας αναγνωρίζει, καταγράφει και διαχειρίζεται την εγγενή ή επίκτητη, ως προς το χώρο και το χρόνο, παραλλακτικότητά τους (variability). Επί πλέον, η Γεωργία Ακριβείας είναι φιλική προς το περιβάλλον αφού με τις τεχνικές της γίνεται εφαρμογή της κατάλληλης δόσης χημικών και γενικότερα εισροών εκεί όπου είναι απαραίτητα. Συνεπώς, με την εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας γίνεται καλύτερη διαχείριση του αγρού, μείωση της παραλλακτικότητας, αύξηση της παραγωγής και του κέρδους, εφαρμογή της ακριβούς ποσότητας λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων άρα και προστασία του περιβάλλοντος.

2. Ανάλυση Βιβλιογραφίας

2.1. Γεωργία Ακριβείας

Η Γεωργία Ακριβείας είναι μία νέα αντίληψη για τη γεωργία και ταυτόχρονα, μία νέα μέθοδος γεωργικής πρακτικής που σκοπός της είναι να αναδιοργανώσει το συνολικό σύστημα της γεωργίας προς τις χαμηλές εισροές, την υψηλή απόδοση, τη βιώσιμη γεωργία και να μειώσει την αβεβαιότητα των αποφάσεων που απαιτούνται για τον έλεγχο της παραλλακτικότητας (Zhang et al. 2002). Μέχρι τώρα, η Γεωργία Ακριβείας έχει επικεντρωθεί, αρχικά, στη διαχείριση της ετερογένειας των αγρών, δηλαδή σε μία περιοχή συγκεκριμένης διαχείρισης της καλλιέργειας. Πολλοί θεωρούν ότι η Γεωργία Ακριβείας είναι κάτι περισσότερο από τη διαχείριση της ετερογένειας του αγρού, δηλαδή, η Γεωργία Ακριβείας θα πρέπει να συμπεριλάβει κάθε γεωργική δραστηριότητα που εφαρμόζεται χρησιμοποιώντας πληροφορίες για τη φυτική και ζωική παραγωγή και την ευημερία, τη διαχείριση των φυσικών πόρων (π.χ. εδαφολογική γονιμότητα, ποιότητα νερού), τη γεωργική διαχείριση τοπίων καθώς επίσης και τη μετά συγκομιδή επεξεργασία της πρώτης ύλης (Schellberg 2007).

Συνεπώς, η Γεωργία Ακρίβειας, ως έννοια διαχείρισης της καλλιέργειας, μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση του περιβάλλοντος, της οικονομίας, της αγοράς και της καλλιεργήσιμης γεωργίας. Φαίνεται να είναι ένας σωστός τρόπος για τους παραγωγούς επειδή η παραγωγή είναι πιο ακριβής οδηγώντας σε μείωση του κόστους και της περιβαλλοντικής μόλυνσης (Stalord 2000).

2.1.1. Τεχνολογίες της Γεωργίας Ακριβείας

Η Γεωργία Ακρίβειας έχει αναπτύξει ένα πολύ ισχυρό προφίλ στη γεωργική βιομηχανία κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Γεωργικές και άλλες επιχειρήσεις εφαρμοσμένης μηχανικής παράγουν εξοπλισμό με αυξανόμενη εκλέπτυνση για να επιτρέψουν την πρακτική εφαρμογή της Γεωργίας Ακρίβειας (Stalord 2000).

Η Γεωργία Ακριβείας βασίζεται σε τεχνολογίες και μέσα ικανά να καταγράψουν με ακρίβεια την υπάρχουσα κατάσταση στον αγρό, στη συνέχεια να διαχειριστούν τη συγκεντρωμένη πληροφορία και τα δεδομένα και τέλος να εφαρμόσουν τις εισροές έτσι, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες κάθε ζώνης διαχείρισης και κάθε χρονική στιγμή ξεχωριστά. Στις τεχνολογίες αυτές συμπεριλαμβάνονται:

- Συστήματα και μηχανισμοί συγκέντρωσης και καταγραφής δεδομένων, όπως παραγωγή, ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής, χάρτες

αποδόσεων, εργαστηριακές αναλύσεις ιδιοτήτων εδάφους, τηλεπισκόπηση, συστήματα εντοπισμού θέσης και αισθητήρες.

- Συστήματα διαχείρισης και απόδοσης αποτελεσμάτων, όπως γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών – GPS.
- Συστήματα μεταβαλλόμενης εφαρμογής, όπως λιπασματοδιανομείς, σπαρτικές, ψεκαστικά, κ.ά. (Καρύδας και άλλοι).

Η γεωργική βιομηχανία είναι σε θέση να συλλέγει περισσότερα και περιεκτικότερα στοιχεία όσον αφορά την παραλλακτικότητα της παραγωγής στο χώρο και στο χρόνο (Zhang 2002).

Μερικές από τις σύγχρονες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί σε τυποποιημένες εφαρμογές, π.χ. GPS, εφαρμόζονται για τη χαρτογράφηση εδαφών. Η γεωργική βιομηχανία έχει εξελίξει νέους κλάδους που παρέχουν τεχνική υποστήριξη ικανή να ανταποκριθεί στην παραλλακτικότητα του αγρού και απαντάται με μορφή ψηφιακών χαρτών. Η τρέχουσα έρευνα για τη Γεωργία Ακριβείας εστιάζει, επίσης, στην ανάπτυξη αισθητήρων με τους οποίους μπορούν να ανιχνεύονται οι ιδιότητες των καρπών και του εδάφους από απόσταση, συμπεριλαμβανομένης της ψηφιακής ανάλυσης της εικόνας (DIA) και της τηλεπισκόπησης (RS). Η καταγραφή και ο υπολογισμός των ιδιοτήτων του εδάφους και των καλλιεργειών παρέχουν πολλές πληροφορίες για διάφορα στοιχεία του αγρού οι οποίες αν συλλεχθούν, αποθηκευτούν και ερμηνευτούν κατάλληλα, μπορούν να εξασφαλίσουν άριστα μέσα βελτίωσης σε παράγοντες καθοριστικούς για τη διαδικασία της παραγωγής (Schellberg et al. 2007).

Στο μέλλον, εντούτοις, θα δούμε σημαντική ανάπτυξη στον προσδιορισμό θέσης και ιδιοτήτων που θα ωφελήσει τη Γεωργία Ακρίβειας. Στόχος θα είναι όχι μόνο οι απαιτήσεις συνολικά της καλλιέργειας αλλά ενός φυτού της καλλιέργειας και ακόμα περισσότερο ενός φύλλου από ένα φυτό της καλλιέργειας που απαιτεί αξιοπιστία και ακρίβεια του δυναμικού προσδιορισμού θέσης. Δεδομένου ότι η Γεωργία Ακριβείας αναπτύσσεται, αυξάνεται η ζήτηση για μεγαλύτερη ακρίβεια στο χώρο σε μερικές εφαρμογές και μηχανισμούς και ο έλεγχος των συστημάτων θα πρέπει να αναπτυχθεί ώστε να μπορεί να εφαρμόζει ακριβή ποσότητα σε ακριβή τοποθεσία (Stalord 2000).

Πολλοί παραγωγοί είναι αβέβαιοι για το εάν πρέπει να υιοθετήσουν τις διαθέσιμες τεχνολογίες της Γεωργίας Ακριβείας στα αγροκτήματά τους. Τα κίνητρα για τη διαδεδομένη εφαρμογή των τεχνολογιών της Γεωργίας Ακριβείας μπορούν να

προέλθουν από τη νομοθεσία, τη δημόσια ανησυχία για την υπερβολική χρήση χημικών ουσιών και το οικονομικό κέρδος από τις μειωμένες γεωργικές εισροές και τη βελτιωμένη αποδοτικότητα της αγροτικής διαχείρισης (Zhang et al. 2002).

2.1.2. Αντίκτυπο της Γεωργίας Ακριβείας

Στη γεωργική παραγωγή ως προς την αποδοτικότητα οι τεχνολογίες της Γεωργίας Ακριβείας παρέχουν στους παραγωγούς ευκαιρίες για αλλαγή της διανομής και του συνδυασμού των λιπασμάτων και άλλων αγροχημικών βασισμένα στη χωρική και χρονική μεταβλητότητα του αγρού. Οι παραγωγοί μπορούν να κάνουν οικονομική ανάλυση βασισμένη στην παραλλακτικότητα της παραγωγής του αγρού αξιολογώντας τον κίνδυνο. Γνωρίζοντας το κόστος των εισροών, οι παραγωγοί μπορούν, επίσης, να υπολογίσουν την επιστροφή των χρημάτων πέρα από τις δαπάνες για κάθε στρέμμα. Ορισμένα σημεία μέσα σε έναν αγρό, που παράγουν πάντα κάτω από τη γραμμή ισοσκελίσης, μπορούν να χωριστούν αρκεί να εφαρμοστεί ένα συγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης που θα βελτιώσει την απόδοση του αγροκτήματος. Εάν μια συνολική προσέγγιση, που λαμβάνει υπ' όψιν όλες τις δραστηριότητες που γίνονται για την καλλιέργεια και τους περιορισμούς των πόρων, προσαρμόζεται, οι τεχνολογίες της Γεωργίας Ακριβείας μπορούν να αποδειχθούν ευεργετικές για τη βελτίωση της δυνατότητας κέρδους και τη μείωση του ρίσκου.

Όσον αφορά το περιβάλλον, αυστηρές περιβαλλοντικές νομοθεσίες έχουν εφαρμοστεί σε χώρες όπως στις Η. Π. Α., στην Αυστραλία, στη Μεγάλη Βρετανία, στη Δανία και στη Γερμανία. Στο μέλλον, οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα καθιερωθούν και θα αναγκάσουν τους παραγωγούς στα κράτη μέλη να μειώσουν σημαντικά τη χρήση των αγροχημικών ουσιών. Η Γεωργία Ακριβείας παρέχει τα μέσα της ακριβούς και στοχευόμενης εφαρμογής, με την καταγραφή όλων των επεξεργασιών στον αγρό και τη μεταφορά των καταγεγραμμένων πληροφοριών από τα συγκομισμένα προϊόντα (Zhang et al. 2002).

2.2. Παραλλακτικότητα

Η έννοια της παραλλακτικότητας αποτελεί το πρώτο βήμα σε κάθε εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας.

Όσον αφορά το χαρακτήρα της, η παραλλακτικότητα διακρίνεται σε:

- Χωρική παραλλακτικότητα

- Χρονική παραλλακτικότητα
- Προβλέψιμη παραλλακτικότητα

Όσον αφορά τις παραμέτρους που παραλλάσσουν, διακρίνονται σε:

- Εδαφολογικούς (υφή, δομή, οργανική ουσία, θρεπτικά στοιχεία)
- Τοπογραφικούς
- Βιολογικούς
- Εξέλιξη της κατάστασης, με σημαντικότερη παράμετρο το άζωτο
- Κλιματικούς

Για την ανίχνευση της παραλλακτικότητας και της έκτασής της χρησιμοποιούνται θεματικοί χάρτες. Οι χάρτες αυτοί αποτυπώνουν τη χωρική παραλλακτικότητα ιδιοτήτων όπως αποδόσεων (χάρτες παραγωγής – yield maps), εδαφικών χαρακτηριστικών (χάρτες ιδιοτήτων εδάφους – soil maps), τοπογραφικοί χάρτες (elevation maps), αλλά και χάρτες άλλων χαρακτηριστικών της καλλιέργειας, όπως χάρτες χρώματος κ.λπ.. Για τη διάγνωση των αιτιών της χρησιμοποιούνται, επίσης, η τηλεπισκόπηση και οι εργαστηριακές αναλύσεις. Η γεωγραφική πληροφορία στα δεδομένα καθορίζεται από τα συστήματα εντοπισμού θέσης (π.χ. GPS) (Καρύδας και άλλοι).

Τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη από τη γνώση της χωρικής παραλλακτικότητας είναι προφανή, ωστόσο, πρέπει να αποδειχτούν γενικότερα μέσα από πειράματα και πιλοτικές εφαρμογές. Ένα μεγάλο μέρος της τεχνολογίας έχει ήδη αναπτυχθεί ιδιαίτερα στον τομέα των αισθητήρων και της χαρτογράφησης της παραλλακτικότητας (Stalord 2000).

2.3. Σύστημα Παγκόσμιας Πλοήγησης – Global Position System (GPS)

Η τεχνολογία που οδήγησε στην ανάπτυξη της Γεωργίας Ακρίβειας, προς το τέλος της δεκαετίας του '80, ήταν η καθιέρωση του συστήματος παγκόσμιας πλοήγησης (GPS) με βάση ένα σύστημα δορυφόρων που τοποθετήθηκαν σε τροχιά από το αμερικανικό υπουργείο Αμύνης. Το σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης (GPS) είναι μία μέθοδος για τον καθορισμό συντεταγμένων με υψηλή ακρίβεια (Fix et al. 1995). Αυτό το σύστημα παρείχε τη δυνατότητα καθορισμού θέσης (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος και ύψος) οπουδήποτε στη γη, 24 ώρες ημερησίως, με ακρίβεια από μερικών μέτρων (από GPS) μέχρι εκατοστών (DGPS ή RDK – GPS). Με αυτή τη δυνατότητα στις γεωργικές μηχανές, οι τεχνικές που εφαρμόζονται συνολικά στον

αγρό θα μπορούσαν να συσχετιστούν με μια συγκεκριμένη απαίτηση μέσα σε ένα σημείο του αγρού.

Αρχικά, το GPS ήταν λιγότερο αξιόπιστο για το δυναμικό προσδιορισμό θέσης μέσα στον αγρό. Το ελλειπές σύστημα των δορυφόρων τόνισε το πρόβλημα λήψης σημάτων μέσα από δέντρα και κτήρια και οι πολλαπλές διαδρομές αντανάκλασεων ήταν μία σημαντική αιτία της μικρής ακρίβειας προσδιορισμού θέσης (Stalord 2000).

Σημαντικές εξελίξεις στη γεωργική πρακτική προέκυψαν κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας, μέσω της εκμετάλλευσης της position – fixing δυνατότητας του αμερικανικού NAVSTAR (αμερικάνικο σύστημα δορυφόρων).

Κάθε δορυφόρος έχει ένα ατομικό ρολόι, το οποίο είναι σε διεθνή χρονικά πρότυπα. Ο χρονικός συγχρονισμός από τα κωδικοποιημένα σήματα που διαβιβάζονται από τους δορυφόρους παρέχουν τη βάση του συστήματος, το οποίο επιτρέπει σε έναν επίγειο δέκτη να υπολογίσει τη θέση του από κάθε δορυφόρο που μπορεί να λάβει σήμα. Ο υπολογισμός της θέσεως πάνω στην επιφάνεια της γης γίνεται από, τουλάχιστον, τρεις δορυφόρους ή και περισσότερους . Τα αναπόφευκτα λάθη μπορούν να μειωθούν από τις διάφορες διορθώσεις (Cox 2002).

Το σύστημα των δορυφόρων είναι πλήρες και οι δέκτες λαμβάνουν, τυπικά, σήματα από 8 έως 12 δορυφόρους επάνω από τον ορίζοντα. Οι περισσότεροι δέκτες που χρησιμοποιούνται στη Γεωργία Ακριβείας είναι 12 καναλιών. Κατά συνέπεια, το GPS είναι ένα διαθέσιμο εργαλείο που χρειάζεται περαιτέρω ανάπτυξη, διότι υπάρχουν πάντα δυνατότητες βελτίωσης (Stalord 2000).

Στους μη στρατιωτικούς χρήστες (δηλ. ο υποβιβασμός της πιθανής ακρίβειας που είναι διαθέσιμη σε αυτούς), οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν από τη δημιουργία του συστήματος DGPS. Αυτό απαιτεί έναν σταθμό – δέκτη, σε μια ακριβώς, γνωστή τοποθεσία, η οποία μπορεί να συγκρίνει τις συντεταγμένες του χώρου της με αυτές που υπολογίζονται από τις δορυφορικές μεταδόσεις. Το σφάλμα μπορεί, έπειτα, να διαβιβαστεί μέσω ασύρματης επικοινωνίας στα μηχανήματα στον αγρό (Cox 2002).

Το RTK είναι μια διαδικασία όπου οι διορθώσεις των σημάτων του GPS διαβιβάζονται σε πραγματικό χρόνο από έναν δέκτη γνωστής τοποθεσίας σε έναν ή περισσότερους κοντινούς δέκτες. Η χρήση ενός ικανού συστήματος RTK GPS μπορεί να αντισταθμίσει την ατμοσφαιρική καθυστέρηση, τα τροχιακά λάθη και άλλες μεταβλητές στη γεωμετρία GPS, αυξάνοντας την ακρίβεια προσδιορισμού θέσης μέχρι ένα εκατοστό. Το RTK είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου η ακρίβεια έχει κυρίαρχο ρόλο. Το RTK χρησιμοποιείται, όχι μόνο ως όργανο

ακριβούς τοποθεσίας, αλλά και στα συστήματα ναυσιπλοΐας ή την αυτόματη καθοδήγηση μηχανών κ.α..

Το σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης (GPS) είναι μια καλή τεχνική λύση αλλά κάποιες φορές δημιουργούνται προβλήματα λόγω προσωρινής απώλειας δορυφορικής σύνδεσης και, συνεπώς, διακοπής της παροχής του σήματος. Αυτό προκαλεί μείωση της αποδοτικότητας και της αξιοπιστίας του (Fiengo et al. 2007).

2.4. Χαρτογράφηση

Η Γεωργία Ακρίβειας είναι μια μέθοδος διαχείρισης καλλιεργειών. Οι διαδικασίες για τη συγκέντρωση, την ολοκλήρωση και την ερμηνεία των σχετικών στοιχείων στο χώρο πρέπει να οδηγήσει στη δημιουργία χαρτών διαχείρισης ώστε να παρθούν οι σωστές αποφάσεις από τον παραγωγό (Stalord 2000).

Μία αεροφωτογραφία (με καταγραφή στις φασματικές περιοχές του πράσινου, του ερυθρού και του κοντινού υπερύθρου) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτοχρόνως για την εκτίμηση των αναγκών σε άζωτο, την ανίχνευση πιθανών ασθενειών, τον εντοπισμό διαφόρων ανωμαλιών, τον χαρακτηρισμό της υφής του επιφανειακού εδάφους και την πρόβλεψη της παραγωγής. Παρομοίως, οι χάρτες αποδόσεων χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση και τον εντοπισμό της παραλλακτικότητας όχι μόνο ενός χαρακτηριστικού, αλλά όλων των χαρακτηριστικών που έχουν επιδράσει στις αποδόσεις (π.χ. υφή του εδάφους, υγρασία, ασθένειες, θρεπτικά στοιχεία, καλλιεργητικές εργασίες, τοπικές ανωμαλίες, κ.λπ.) (Καρύδας και άλλοι).

Η επιτυχής εφαρμογή της Γεωργίας Ακρίβειας εξαρτάται από τα δεδομένα που παρέχουν οι αισθητήρες για οποιαδήποτε θέση του αγρού και σε διάφορες χρονικές περιόδους, δηλαδή δεδομένα που απαιτούνται για τις αναλύσεις ώστε να παραχθούν οι χάρτες διαχείρισης, δηλαδή χάρτες που βοηθούν τον παραγωγό για την ορθολογική χρήση χημικών ή άλλων μεθόδων στον αγρό (Stalord 2000).

Η αποτελεσματικότητα της χαρτογράφησης της παραγωγής και της ποιότητας του προϊόντος στα τμήματα του αγρού καθορίζεται πρώτιστα από τις δυνατότητες των αισθητήρων ή του συστήματος μέτρησης. Οι αποφάσεις για τη διαχείριση μίας συγκεκριμένης περιοχής του αγρού προϋποθέτουν αυθεντικούς χάρτες που περιέχουν διάφορες ιδιότητες του αγρού που έχουν ανιχνευθεί με ακρίβεια (Schellberg et al. 2007).

2.5. Μεταβλητές καλλιεργητικές φροντίδες ή τεχνολογία μεταβλητών εισροών Variable Rate Application (VRA)

Η Γεωργία Ακριβείας είναι μία εξελισσόμενη τεχνολογία με συνεχή βελτίωση των αισθητήρων, των συστημάτων επεξεργασίας δεδομένων και των συστημάτων λήψεως αποφάσεων ενώ το κόστος αναμένεται να έχει συνεχείς μειώσεις. Βασικές αρχές κοστολόγησης του εξοπλισμού και του τύπου λογισμικού καθώς και εκτίμηση της οικονομικής ωφέλειας από την εφαρμογή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν εάν μπορεί να είναι κερδοφόρα η εφαρμογή της στο αγρόκτημα. Παράλληλα, θα πρέπει να διερευνηθεί η ωφέλεια από την ορθολογική χρήση των εισροών στο περιβάλλον και γενικότερα στην ανάπτυξη μιας αειφορικής Γεωργίας.

Τα βήματα εφαρμογής της Γεωργίας Ακριβείας σε ένα αγρόκτημα είναι:

- Συγκέντρωση πληροφοριών μέσω της εδαφολογικής δειγματοληψίας, της χαρτογράφησης της παραγωγής, της τηλεπισκόπησης κ.λπ..
- Συλλογή δεδομένων, ανάλυσή τους και δημιουργία χαρτών εφαρμογής εισροών (application maps).
- Εφαρμογή, στο χωράφι των χαρτών εφαρμογής εισροών χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Variable Rate Application.
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και επανεκκίνηση της διαδικασίας.

Οι παραγωγοί εφαρμόζοντας τα παραπάνω βήματα μπορούν να καθορίσουν τις θρεπτικές ανάγκες της καλλιέργειας. Επίσης, μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα από εξορθολογισμό των διάφορων εισροών με Variable Rate Application σύμφωνα με τα δεδομένα που παίρνουν από τους αισθητήρες.

Η τεχνολογία μεταβλητών καλλιεργητικών φροντίδων, ή εισροών (VRT) μπορεί να χρησιμοποιεί GIS συστήματα χαρτογράφησης τόσο για τους θεματικούς χάρτες, όσο και για τους χάρτες εφαρμογής εισροών. Με τη χρήση σε διαδοχικά έτη δημιουργείται μια βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση του αγροκτήματος. Οι χάρτες παραγωγής και άλλα δεδομένα που συγκεντρώνονται μέσω διαφόρων τεχνολογιών μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν για να προσδιορίσουν τα προβλήματα στον αγρό, για παράδειγμα τα προβλήματα κακής στράγγισης ή συγκέντρωσης ζιζανίων κ.λπ..

Στα συστήματα real – time VRT, ένας αισθητήρας επάνω στο όχημα αναγνωρίζει ένα ζιζάνιο ή κάποια άλλα χαρακτηριστικά των φυτών και στέλνει ένα σήμα στο μηχανήμα εφαρμογής, π.χ. σε ένα ακροφύσιο ή τμήμα του ψεκαστικού για να το

ενεργοποιήσει, απενεργοποιήσει ή ορίσει τη δόση. Η συλλογή πληροφοριών, η ανάλυση τους και η εφαρμογή τους γίνεται ταυτόχρονα (Robinson 2004).

2.6. Άζωτο N

Το άζωτο έχει πρωταρχική σημασία στην αύξηση των φυτών και στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Έλλειψη αζώτου προκαλεί μείωση των επιπέδων των δομικών μορίων της φωτοσύνθεσης, όπως των χλωροφυλλών και της καρβοξυλάσης της 1,5 διφωσφορικής ριβουλόζης, με αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Αντίθετα, υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, για την αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών, δημιουργεί οικολογικά προβλήματα, όπως ευτροφισμό στα επιφανειακά ύδατα ή ρύπανση στα υπόγεια (υψηλό επίπεδο νιτρικών).

Τεράστια ποσά αζώτου απαντώνται στην ατμόσφαιρα, αποτελώντας το 78% του ατμοσφαιρικού αέρα υπό τη μορφή N_2 , παρόλα αυτά είναι ενεργειακά δύσκολο για τους ζωντανούς οργανισμούς να προμηθευτούν άτομα αζώτου από την ατμόσφαιρα σε χρήσιμη μορφή. Το άζωτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οργανισμούς μόνο αφότου δεσμευτεί ή ενωθεί με άλλα στοιχεία, όπως O_2 ή H_2 . Μόνο μερικές κατηγορίες μικροοργανισμών μπορούν να ανάγουν το μοριακό άζωτο σε αμμωνία, διαδικασία που είναι γνωστή ως αζωτοδέσμευση.

Τα μεγαλύτερα ποσά αζώτου είναι δεσμευμένα στο στερεό φλοιό της γης και στα ιζήματα. Παρά τις μεγάλες ποσότητες αζώτου στο έδαφος, ελάχιστα ποσά απελευθερώνονται και από αυτά πολύ μικρά ποσοστά είναι διαθέσιμα στα φυτά. Για τους αυτότροφους οργανισμούς η βασικότερη πηγή αζώτου είναι τα νιτρικά άλατα του εδάφους, μορφή με την οποία, συνήθως, απελευθερώνονται και διατίθενται στα φυτά. Το άζωτο αφαιρείται από την ατμόσφαιρα με τη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης και επιστρέφει σε αυτή με την απονιτροποίηση, από τους μικροοργανισμούς του εδάφους (Μεταξιάς 2007).

Η εκτίμηση των θρεπτικών αναγκών σε N γίνεται είτε με εργαστηριακές αναλύσεις εδαφικών ή φυτικών προσδιορισμένων δειγμάτων (στη συμβατική γεωργία) είτε με χρήση τηλεπισκόπησης. Η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιεί μέσα λήψης εικόνων (πολυφασματικές κάμερες) που βρίσκονται σε εναέρια μέσα (δορυφόρους, αεροπλάνα, αερόστατα) είτε σε επίγεια μέσα. Τέτοιοι αισθητήρες είναι και οι Green Seeker, Crop Circle και άλλοι.

Οι λωρίδες πλούσιες σε άζωτο (Nitrogen Rich Strips), που βρίσκονται σε ένα αντιπροσωπευτικό σημείο του αγρού, δηλαδή σε ένα σημείο όπου θα είναι εύκολο, περιοδικά, να παρατηρούνται, πρέπει να μελετούνται πριν την εφαρμογή αζώτου ώστε να εφαρμόζεται το κατάλληλο ποσό λιπάσματος αζώτου στον αγρό (Ball et al. 2005).

Κατά τη χρησιμοποίηση του web-based Sensor Based Nitrogen Rate Calculator (SBNRC), μίας ιστοσελίδας όπου καταγράφοντας το είδος της καλλιέργειας, την τοποθεσία και κάποια άλλα χαρακτηριστικά που ζητούνται, φαίνεται ακριβώς πόσο πρόσθετο λίπασμα αζώτου πρέπει να εφαρμοστεί για να επιτύχει τη μέγιστη παραγωγή. Το SBNRC βασίζεται στην ύπαρξη λωρίδων πλούσιων σε άζωτο στους αγρούς. Συνδυάζοντας το SBNRC με συγκεκριμένα μοντέλα για την παραγωγή και την περιοχή, μπορούν να καθοριστούν τα ποσά λιπάσματος αζώτου που πρέπει να εφαρμοστούν.

Το εδαφικό άζωτο υπολογίζεται, μέσω της μέτρησης της φασματικής αντίδρασης των φυτών, με επίγεια τηλεπισκόπηση. Για την εκτίμηση της κατάστασης του φυτικού αζώτου, χρησιμοποιείται ο φασματικός δείκτης NRI (Nitrogen Reflectance Index), που υπολογίζεται ως εξής:

$$NRI = NIR / G \text{ (Near Infrared / Green)}$$

(Καρύδας και άλλοι).

Οι τεχνικές της τηλεπισκόπησης είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο για την εκτίμηση του διαθέσιμου εδαφικού αζώτου, αλλά, επίσης, και του λιπάσματος που χρειάζεται κάθε σημείο του χωραφιού, με τη χρήση φυτικού αζώτου ως δείκτη.

Η τεχνολογία της Γεωργίας Ακριβείας που χαρακτηρίζεται από τη δειγματοληψία σε δίκτυο σημείων του εδάφους με χρήση GPS για τον προσδιορισμό των σημείων (GPS directed grid sampling) και ανάλυση των δειγμάτων εδάφους στο εργαστήριο, πολυφασματικές αεροφωτογραφίες και τεχνολογία Variable Rate Application πρέπει να προχωρήσει αρκετά για την καλύτερη διαχείριση του αζώτου.

2.7. Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης – Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Ο έλεγχος της βλάστησης και ο χαρακτηρισμός της είναι σημαντικοί στην οικολογική έρευνα. Η διάγνωση της βλάστησης γίνεται από τη φωτοσυνθετική διαδικασία και τα χαρακτηριστικά της βλάστησης έχουν μια θεμελιώδη και βαθιά σχέση με τις φυσικές και βιολογικές διεργασίες στη γη σε όλα τα επίπεδα. Μελέτες των ιδιοτήτων

φασματικής ανάκλασης του φωτός από τη βλάστηση άρχισαν από το 1920 (Fleming 2006).

Για την πρόβλεψη της παραγωγής χρησιμοποιούνται η τηλεπισκόπηση, οι χωρικά προσδιορισμένες μετρήσεις πεδίου (εργαστηριακές μετρήσεις για τη συσχέτιση της φυτομάζας ή της φυτοκάλυψης με την απόδοση) και οι χάρτες αποδόσεων των προηγούμενων καλλιεργητικών ετών. Τα πρότυπα πρόβλεψης παραγωγής περιέχουν δείκτες βλάστησης, όπως το NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), καθώς και κλιματολογικές ή άλλες παραμέτρους. Οι χάρτες αποδόσεων των προηγούμενων καλλιεργητικών ετών χρησιμεύουν, κυρίως, στην κατανομή της παραλλακτικότητας της προβλεπόμενης παραγωγής (Καρύδας και άλλοι).

Ο υπολογισμός του NDVI γίνεται χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{NDVI} = (\text{NIRreflected} - \text{Redreflected}) / (\text{NIRreflected} + \text{Redreflected}).$$

Όπου NIR και RED είναι φασματικές αντανακλάσεις του υπέρυθρου και ερυθρού φωτός αντίστοιχα (Bro – Jorgensen et al. 2007).

Το NDVI, μια αντίθεση των ερυθρών και των υπέρυθρων φασματικών μετρήσεων, χρησιμοποιήθηκε για να υπολογιστούν οι ιδιότητες της πράσινης βλάστησης, όπως ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας και η βιομάζα, επειδή έχει σχέση με τις φωτοσυνθετικές ιδιότητες της βλάστησης. Το NDVI χρησιμοποιείται, συνήθως, για να μετρήσει κατά πόσο τα φυτά είναι υγιή ή ασθενούν. Το NDVI είναι ένα χρήσιμο μέτρο πολλών ιδιοτήτων της βλάστησης, αφού δείχνει πόσο πράσινο είναι το φυτό, και έχει πολλές σημαντικές εφαρμογές, αφού μπορούν να καθοριστούν, για παράδειγμα, τα ποσά αζώτου της καλλιέργειας. Έτσι, αναπτύχθηκε για να αναγνωρίζει πόσο πράσινο είναι το φυτό παίρνοντας τιμές από -1 έως 1, στις γεωργικές καλλιέργειες (Phillips et al.).

Το δυναμικό παραγωγής είναι η κατ' εκτίμηση βέλτιστη παραγωγή που ένας παραγωγός μπορεί να λάβει βασισμένος στις συνθήκες αύξησης και ανάπτυξης από τη φύτευση μέχρι το χρόνο που γίνεται η εκτίμηση από τον αισθητήρα. Το NDVI συσχετίζεται με τη βιομάζα στα διάφορα σημεία του αγρού. Η διαίρεση του NDVI με τον αριθμό των ημερών από τη σπορά ή το φύτευμα είναι μια εκτίμηση της βιομάζας που παράγεται ανά ημέρα. Αυτό είναι το ποσοστό αύξησης και αυτό συσχετίζεται με την τελική δυνατότητα παραγωγής.

Το NDVI μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας διάφορους αισθητήρες, όπως τον αισθητήρα Green Seeker και το Crop Circle.

2.8. Σύστημα αισθητήρων

Στη γεωργία υπάρχουν μια σειρά οργάνων μέτρησης μεταβλητών, όπως είναι η μάζα, ο όγκος, η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία κ.α.. Όλα είναι ικανά να δουλέψουν αξιόπιστα σε ένα αγροτικό περιβάλλον με σαφή ακρίβεια για τους περισσότερους σκοπούς. Συνήθως, βασίζονται σε έναν αισθητήρα που βρίσκεται σε απευθείας επαφή με το σχετικό στερεό, υγρό ή αέριο (Cox 2002).

Κάποιες πληροφορίες που αφορούν το έδαφος και τους καρπούς μπορούν να ανιχνευτούν με τη βοήθεια αισθητήρων κατά την πορεία μηχανημάτων στο χωράφι και να αποθηκευτούν σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτός ο υπολογιστής, στη συνέχεια, θα μπορούσε να είναι προγραμματισμένος να αναλύσει τα στοιχεία σε πραγματικό χρόνο και να πάρει αποφάσεις βασισμένες σε πληροφορίες για να ελέγξει πρακτικές, όπως η εφαρμογή λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και φυτοφαρμάκων (Stalord 2000). Ένας μεγάλος αριθμός πολυφασματικών αισθητήρων έχει χρησιμοποιηθεί και θα συνεχίσει να χρησιμοποιείται για τις επίγειες ή αέριες παρατηρήσεις των φυτειών (Fleming 2006).

Σήμερα, υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός συστημάτων τηλεπισκόπισης με ποικίλα χαρακτηριστικά διαθέσιμα να παρέχουν ένα ευρύ φάσμα δεδομένων για την επιστημονική κοινότητα. Δεδομένου ότι ο αριθμός και η ποικιλομορφία των συστημάτων τηλεπισκόπισης έχει αυξηθεί, αυξάνεται και η χρήση των στοιχείων που συντίθενται από πολλαπλές πηγές αισθητήρων. Αυτοί οι αισθητήρες ποικίλλουν σε χωρική ανάλυση, ραδιομετρική ακρίβεια, χρονική κάλυψη, και φασματικά χαρακτηριστικά. Αυτοί οι παράγοντες, συνδυάζοντάς τους με δυναμικές συνθήκες της γης και της ατμόσφαιρας, παράγουν σύνθετες μετρήσεις που ποικίλλουν με τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων (Fleming 2006).

Το λίπασμα πρέπει να εφαρμόζεται όσο πιο αποτελεσματικά γίνεται (Arnall et al.). Επίσης, περισσότερη δόση λίπανσης δεν είναι οικονομικά αποδοτική. Η διαθέσιμη τεχνολογία δίνει το δικαίωμα η διαχείριση του λιπάσματος να γίνεται χωρίς εικασίες και να βασίζεται σε μετρήσιμα στοιχεία. Η βασισμένη στους αισθητήρες τεχνολογία προβλέπει τη δυνατότητα παραγωγής, που είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα. Οι αισθητήρες δίνουν την επιλογή στους παραγωγούς να αποφασίζουν για τη λίπανση έτσι ώστε να εφαρμόζουν μόνο ό,τι είναι απαραίτητο για να επιτύχουν τους στόχους παραγωγής. Οι παραγωγοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους αισθητήρες για να καθορίσουν τις ανάγκες σε άζωτο.

2.8.1. Αισθητήρας Crop Circle

Το Crop Circle είναι ένα εργαλείο διαχείρισης του αζώτου, το οποίο λειτουργεί με μοναδικό τρόπο αυξάνοντας το κέρδος και μειώνοντας το φορτίο διαχείρισης. Μπορεί να συνδυαστεί με ένα Geoscout 420 datalogger για να παράγει σε πραγματικό χρόνο ένα σύστημα εφαρμογής μεταβλητής ποσότητας αζωτούχου λιπάσματος.



Ημέρα ή νύχτα μπορεί να σκανάρει τα φυτά και να προσδιορίσει μια μεταβλητή ποσότητα αζώτου για να εφαρμοστεί σε πραγματικό χρόνο. Ο αισθητήρας Crop Circle τοποθετείται είτε επάνω στο ψεκαστικό είτε στον ελκυστήρα που κινεί το λιπασματοδιανομέα. Κάθε φορά που γίνεται ένα πέρασμα, δημιουργείται ένας χάρτης που παρουσιάζει τα σημεία που τα φυτά έχουν περισσότερο ή λιγότερο άζωτο μέσα στον αγρό. Έπειτα, αυτός ο χάρτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή διαφορετικής ποσότητας λιπάσματος ανά μονάδα επιφάνειας.

Ο αισθητήρας Crop Circle χρησιμοποιεί μια ενεργή πηγή φωτός και έναν αισθητήρα για το NIR (υπέρυθρο) και έναν για το VIS (ορατό) φως που ανακλώνται από τα φυτά για να υπολογίσει το συντελεστή ανάκλασης του φυτού και με βάση αυτόν, τη βιομάζα και την κατάσταση του αζώτου. Χρησιμοποιώντας τους χάρτες από τον αισθητήρα, η εφαρμογή του αζώτου, των ρυθμιστών αύξησης και των μυκητοκτόνων μπορεί να γίνει σε περιοχές της καλλιέργειας που θα αποκριθούν καλύτερα αυξάνοντας το κέρδος του παραγωγού. Με το Crop Circle μπορεί να ρυθμιστεί και να δοθεί η κατάλληλη δόση αζώτου στα φυτά.

2.8.1.1. Τύποι Crop Circle

2.8.1.1.1. Crop Circle ACS – 210

Ο αισθητήρας Crop Circle ACS – 210 παρέχει κλασικά στοιχεία φυτικών δεικτών καθώς, επίσης, και βασικές πληροφορίες του συντελεστή ανάκλασης φωτός από την κόμη (canopies) των φυτών. Το μέγεθος και το μικρό βάρος επιτρέπουν στον αισθητήρα να εφαρμόζεται πάνω σε μπάρες και να χρησιμοποιείται ως φορητός,

κάνοντας εύκολη τη μεταφορά του. Για εφαρμογές κατά τη λειτουργία (on – the – go), ο αισθητήρας Crop Circle ACS – 210 μπορεί να τοποθετηθεί ουσιαστικά σε οποιονδήποτε τύπο οχήματος για να σκανάρει ή/ και να χαρτογραφήσει τα φυτά ή τη βιομάζα τους καθώς κινείται μέσα στον αγρό. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του Crop Circle ACS – 210 είναι η δυνατότητά του να εργαστεί υπό οποιεσδήποτε συνθήκες φωτός, ημέρα ή νύχτα, σε αντίθεση με τους παλαιότερους αισθητήρες που χρησιμοποιούν το φως του ήλιου και, επομένως, μπορούν μόνο να εργαστούν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επιπλέον, παρουσίαζαν το πρόβλημα της μεταβολής της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας που επηρέαζε τις μετρήσεις.

Ο αισθητήρας μπορεί να διαμορφωθεί στα στοιχεία της σειράς IR και VIS έτσι ώστε να εξετάζει τη βιομάζα και την κατάσταση του αζώτου της καλλιέργειας χωριστά ή μπορεί να υπολογίσει διαφορετικούς δείκτες συντελεστή ανάκλασης της καλλιέργειας αυτόματα. Παρακάτω, αναφέρονται δείκτες που συσχετίζουν το μέγεθος της κόμης (canopy) και την κατάσταση του N:

- Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης – Normalised Difference Vegetation Index (NDVI): Δείκτης που παίρνει τιμές από -1 έως 1 και όσο πιο υψηλή είναι η τιμή τόσο πιο πράσινο είναι το φυτό.
- Εύρος δείκτη βλάστησης – Wide Dynamic Range Vegetative Index (WDRVI): Τρόπος για να καθοριστεί το δυναμικό εύρος του NDVI δίνοντας μία παράμετρο βάρους a στην αντανάκλαση του υπέρυθρου και δίνεται από τον τύπο: $WDRVI = (a \cdot r_{NIR} - r_{red}) / (a \cdot r_{NIR} + r_{red})$.

Όταν $a = 1$, τότε $WDRVI = NDVI$.

Οι πληροφορίες που παίρνονται από τον αισθητήρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπολογιστεί η επίδραση των θρεπτικών ουσιών, του νερού, των ασθενειών ή άλλων συνθηκών αύξησης – ανάπτυξης ή άλλων παραγόντων που προκαλούν καταπόνηση (stress) στα φυτά.

Τα στοιχεία φυτικών δεικτών που λαμβάνονται από τον αισθητήρα μπορούν να μεταφερθούν εύκολα, με μία κάρτα δεδομένων ή με ένα καλώδιο USB, σε ένα φορητό υπολογιστή, PDA ή άλλη συσκευή αποκτήσεων δεδομένων.

2.8.1.1.2. Crop Circle ACS – 470 Multi – Spectral Crop Canopy Sensor

Ο αισθητήρας Crop Circle ACS – 470 active canopy crop παρέχει τα κλασικά φυτικά στοιχεία δεικτών καθώς, επίσης, και τις βασικές πληροφορίες συντελεστή ανάκλασης από τα φυτά και το έδαφος.

Αντίθετα με άλλους ραδιομετρικούς αισθητήρες φωτός, το Crop Circle ACS – 470 δεν περιορίζεται από τις συνθήκες φωτός που επικρατούν και οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν ημέρα ή νύχτα λόγω της μοναδικής τεχνολογίας πηγής φωτός που διαθέτει. Για εφαρμογές κατά τη λειτουργία (on – the – go), ο αισθητήρας Crop Circle ACS – 470 μπορεί να τοποθετηθεί, ουσιαστικά, σε οποιονδήποτε τύπο οχήματος για να σκανάρει ή/ και να χαρτογραφήσει τα φυτά ή τη βιομάζα τους, καθώς κινείται μέσα στον αγρό. Ένα μοναδικό χαρακτηριστικό γνώρισμα που ενσωματώνεται στον αισθητήρα ACS – 470 είναι η δυνατότητα του χρήστη μέσα στον αγρό να επιλέξει οπτικές ζώνες μέτρησης με τρόπο που επιτρέπει στο όργανο να προσαρμοστεί σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Χρησιμοποιώντας το Holland Scientific GeoSCOUT GLS – 400 datalogger, τα δεδομένα μπορούν εύκολα και γρήγορα να καταγραφούν. Επιπλέον, με τη σύνδεση ενός δέκτη GPS με το GeoSCOUT, τα στοιχεία που συλλέγονται από το ACS – 470 μπορούν να αποθηκευτούν για ανάλυση σε GIS λογισμικό.

2.8.1.1.3. Crop Circle Hand Held System

Το φορητό σύστημα Crop Circle ενσωματώνει το Crop Circle ACS – 210, το GeoScout GLS – 400 και το FieldPAK PS – 12 σε ένα φορητό και εύχρηστο όργανο. Το φορητό σύστημα Crop Circle είναι ιδανικό για εργασία σε πειραματικά τεμάχια και χαρτογράφηση αγρών. Ζυγίζει λιγότερο από 4 κιλά και έτσι είναι εύκολο στη χρήση.



Τα δεδομένα συλλέγονται εύκολα και αποθηκεύονται χρησιμοποιώντας το GeoSCOUT GLS – 400. Τα δεδομένα αποθηκεύονται αυτόματα σε μια κάρτα SD για επεξεργασία και ανάλυση αργότερα.

Πηγή ενέργειας: FieldPAK PS – 12.

Διάρκεια μπαταρίας: Περίπου 4 έως 5 ώρες.

Μέγεθος ράβδου: 2 – 4 πόδια (0.61 – 1.22 m).

Βάρος συστήματος: < 7.5 λίβρες (3.6 kg).

2.8.1.2. Συστήματα Crop Circle

2.8.1.2.1. Crop Circle Mapping System

Το σύστημα χαρτογράφησης Crop Circle είναι χρήσιμο στη συλλογή στοιχείων για τη βιομάζα των φυτών ή στοιχείων εδάφους σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα χαρτογράφησης Crop Circle μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιονδήποτε τύπο οχήματος. Τα στοιχεία που συλλέγονται από το σύστημα μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τη ζωτικότητα των φυτών και τη χωρική παραλλακτικότητα. Το σύστημα χρησιμοποιεί GeoSCOUT GLS – 400 datalogger για να συλλέξει στοιχεία από μια σειρά πολλαπλών αισθητήρων από την Holland Scientific, όπως ο ACS – 210 crop canopy αισθητήρας. Τα στοιχεία αποθηκεύονται σε κάρτα SD και μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν από λογισμικά χαρτών.

Τα χαρακτηριστικά του συστήματος χαρτογράφησης Crop Circle είναι:

- Λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο.
- Υποστηρίζει έναν ή πολλούς αισθητήρες (1 έως 8 αισθητήρες).
- Αποθήκευση στοιχείων μέχρι 1 Gigabyte σε κάρτα SD.
- Υποστηρίζει 1Hz ή 5Hz αισθητήρες GPS.
- Τα στοιχεία καταγράφονται χρησιμοποιώντας τη μορφή αρχείου CSV.

2.8.1.2.2. Crop Circle Mapping/ VRT System

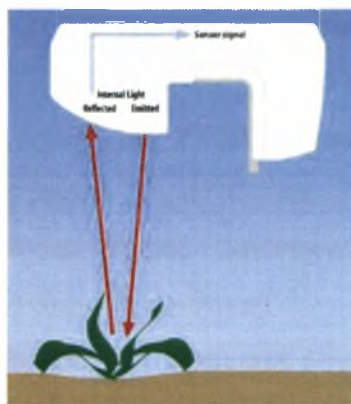
Οι αισθητήρες εκτιμούν τις συνθήκες καλλιέργειας. Το αποτέλεσμα αυτής της σε πραγματικό χρόνο εκτίμησης είναι αυτό που καλούμε εικονική αναφορά Strip™ (VRS). Η τεχνολογία VRS δεν περιορίζεται μόνο στη λίπανση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σχεδόν οποιονδήποτε τύπο αγροχημικού που μπορεί να εφαρμοστεί χρησιμοποιώντας μια ανταπόκριση βασισμένη σε στοιχεία ενός ή περισσότερων αισθητήρων (sensor – based).

2.8.2. Αισθητήρας Green Seeker

Το Green Seeker είναι ένα σύστημα Variable Rate Application και χαρτογράφησης του αγρού, σχεδιασμένο για αγροτική χρήση. Αντίθετα από τις υπηρεσίες αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων, ο αισθητήρας Green Seeker παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, ημέρα ή νύχτα, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Τα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για χάρτη ζωτικότητας/βιομάζας των καλλιεργειών, δημιουργία ζωνών διαχείρισης, προσδιορισμό παράσιτων και προβλημάτων λόγω ασθενειών, αξιολόγηση της αποδοτικότητας των συστημάτων στράγγισης, τροποποίηση των στρατηγικών εδαφολογικής δειγματοληψίας, έλεγχο και τροποποίηση των προγραμμάτων άρδευσης, καθορισμό των βέλτιστων ημερομηνιών συγκομιδής και Variable Rate Application.

Ο αισθητήρας Green Seeker μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της δυνατότητας παραγωγής. Επίσης, προσφέρει στους παραγωγούς τη δυνατότητα υπολογισμού βιομάζας και ζωτικότητας των φυτών και τον προγραμματισμό των καλλιεργητικών φροντίδων και της συγκομιδής.

Το Green Seeker είναι ένας φορητός αισθητήρας, ο οποίος είναι τοποθετημένος πάνω σε έναν βραχίονα. Στο κάτω μέρος του αισθητήρα υπάρχει η πηγή φωτός και περνώντας πάνω από τα φυτά καθορίζεται πόσο πράσινα είναι. Το Green Seeker μετρά την αντανάκλαση από το φυτό και υπολογίζει το NDVI χρησιμοποιώντας το ερυθρό και το υπέρυθρο φως (Red and NIR) (Arnall et al. 2006). Το ερυθρό φως απορροφάται από τη χλωροφύλλη των φυτών ως πηγή ενέργειας κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης. Επομένως, τα υγιή φυτά απορροφούν περισσότερο ερυθρό φως και απεικονίζουν τα μεγαλύτερα ποσά του NIR από εκείνα που ασθενούν ή βρίσκονται κάτω από κάποιο στρες.



Δημιουργούνται διάφορα προβλήματα κατά τη χρησιμοποίηση του ήλιου ως πηγής φωτός. Η ένταση του ηλίου επηρεάζεται από τη γωνία του ήλιου, τη συννεφιά, την

ομίχλη κ.λπ., συνθήκες που μπορούν να προκαλέσουν μετρήσεις NDVI που δεν είναι αντικειμενικές. Το Green Seeker παράγει τη δική του πηγή φωτισμού για να μετρήσει το NDVI. Στην πραγματικότητα, ο αισθητήρας λειτουργεί σχεδόν σε οποιοδήποτε συνθήκες συμπεριλαμβανομένου του σκότους, επεκτείνοντας εντυπωσιακά την περίοδο εφαρμογής.

Το Green Seeker μπορεί να λειτουργήσει με ή χωρίς τη χρήση GPS και δε στηρίζεται στις ιστορικές πληροφορίες ή τη χαρτογράφηση για να εκτιμήσει την ποσότητα εφαρμογής αζώτου. Το σύστημα αισθητήρων καθορίζει τη δυνατότητα παραγωγής και χρησιμοποιεί το δείκτη ανταπόκρισης από το χωράφι για να καθορίσει ένα μέγιστο ποσό προσθήκης (top dress) επιφανειακής λίπανσης αζώτου. Εντούτοις, το σύστημα χαρτογράφησης Green Seeker απαιτεί τη χρήση του GPS για τη δημιουργία των χαρτών.

Το σύστημα Green Seeker μπορεί να παράγει ένα χάρτη ζωτικότητας (ουσιαστικά ζωηρότητας του πράσινου χρώματος) της καλλιέργειας. Επίσης, μπορεί να παραγάγει χάρτες εφαρμογής και χάρτες NDVI. Χρησιμοποιώντας αυτούς τους χάρτες, μπορούν να προσδιοριστούν οι προβληματικές περιοχές που απαιτούν διαφορετικές εισροές και διαφορετική διαχείριση.

Το Green Seeker έχει ένα ενσωματωμένο οπτικό σύστημα εκτίμησης της κατάστασης της καλλιέργειας και εφαρμόζει στην καλλιέργεια τις διαφορετικές ποσότητες αζώτου σε διαφορετικά σημεία του αγρού ανάλογα με τις ανάγκες της καλλιέργειας βελτιστοποιώντας την παραγωγή και μειώνοντας τη δαπάνη της αζωτολίπανσης.

2.8.2.1. Τύποι Green Seeker

2.8.2.1.1. GreenSeeker RT200

Οι αισθητήρες Green Seeker RT200 μπορούν να τοποθετηθούν πάνω στο βραχίονα του ψεκαστικού ή στην πίσω μεριά του γεωργικού ελκυστήρα. Καθώς ο γεωργικός ελκυστήρας περνάει από το χωράφι, το RT200 παίρνει μετρήσεις NDVI και δίνει εντολή για να ψεκαστεί η επιφάνεια. Το RT200 επιτρέπει τη μεταβλητή εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων στο έδαφος. Λειτουργεί νύχτα ή ημέρα, χωρίς να υπάρχουν προβλήματα από τις καιρικές συνθήκες.

Το RT200 ελέγχει τους αισθητήρες για τη σωστή λειτουργία. Αν ένας αισθητήρας αναφέρει λανθασμένα στοιχεία, τα στοιχεία αυτά δε συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό για τον έλεγχο της ποσότητας του λιπάσματος που θα εφαρμοστεί. Το

Green seeker, επίσης, παρέχει μία προειδοποίηση αν ο αισθητήρας δε λειτουργεί σωστά.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα Green Seeker RT200:

- Οι αισθητήρες χρησιμοποιούν το ερυθρό και υπέρυθρο φως.
- Λειτουργία χαρτογράφησης στοιχείων.
- Το λογισμικό δημιουργεί τα αρχεία του σε .shp για τη δημιουργία χαρτών.
- Συμβατό σύστημα με τους περισσότερους ελεγκτές Variable Rate.

Το Green Seeker RT200 λειτουργεί ως εξής:

- Ο αισθητήρας σκανάρει το φυτό χρησιμοποιώντας την πηγή φωτός του.
- Καθώς το σκανάρει «βλέπει» τη ζωτικότητα των φυτών χρησιμοποιώντας το δείκτη βλάστησης.
- Προβλέπει τη δυνατότητα παραγωγής.
- Ορίζει τη βέλτιστη ποσότητα αζωτούχου λίπανσης της ζώνης.
- Ορίζει το μεταβλητό ποσοστό που πρέπει να εφαρμοστεί.
- Μέγεθος ζώνης διαχείρισης – 1/4 έως 1/2 στρέμμα (εξαρτάται από την ταχύτητα και τον ελεγκτή).
- Μπορεί να εφαρμοστεί για αζωτούχο λίπανση.

Οφέλη Green Seeker RT200:

- Εφαρμογή μεταβλητής αζωτούχου λίπανσης κατά την κίνηση του λιπασματοδιανομέα σε πραγματικό χρόνο. (Real time on – the – go Variable Rate Application).
- Εργασίες σε οποιοδήποτε καιρό, ημέρα ή νύχτα.
- Ο παραγωγός ή ο γεωπόνος, με τη βοήθεια του Green Seeker, καθορίζει τα ποσοστά εφαρμογής.
- Μειστοποίηση της δυνατότητας παραγωγής ελαχιστοποιώντας τις δαπάνες εισαγωγής.
- Οικονομικώς αποδοτικό.
- Εφαρμογή ημέρα ή νύχτα.
- Ικανότητες χαρτογράφησης.
- Φιλικό προς το περιβάλλον διότι γίνεται ορθολογική χρήση χημικών.
- Εύκολη εγκατάσταση/ απλή λειτουργία.

2.8.2.1.2. Green Seeker RT220

Οι εικόνες που λαμβάνονται από το Green Seeker μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθούν ζώνες διαχείρισης, να προσδιοριστούν τα παράσιτα και τα προβλήματα που προκαλούν οι ασθένειες, να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των συστημάτων αποξήρανσης, να τροποποιηθούν οι διαδικασίες εδαφολογικής δειγματοληψίας, να ελεγχθούν και να τροποποιηθούν τα προγράμματα άρδευσης, να καθοριστούν οι βέλτιστες ημερομηνίες συγκομιδής και να γίνουν οι χάρτες διαχείρισης. Το βέλτιστο ύψος λειτουργίας είναι 80 – 125 εκατοστά (32 – 48 ίντσες) επάνω από το φυτό.

2.8.2.1.3. Green Seeker RT100

Το σύστημα χαρτογράφησης Green Seeker RT100 συλλέγει το φως της ανάκλασης από την καλλιέργεια χρησιμοποιώντας την πηγή φωτός του. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να το δουλέψει ημέρα ή νύχτα.

Προδιαγραφές του Green Seeker RT100:

- Αισθητήρας – 1.13 κιλά (2.5 λίβρες), 12.7 x 30.48 εκατοστά (5 x 12 ίντσες). Το οπτικό πεδίο έχει ύψος λειτουργίας από την καλλιέργεια 0.95 x 60.96 εκατοστά (0.375 x 24 ίντσες). Βέλτιστη λειτουργία είναι 81.28 – 121.92 εκατοστά (32 – 48 ίντσες) επάνω από τα φυτά.
- Κιβώτιο σύνδεσης – 1.36 κιλά (3.0 λίβρες), 20.32 x 12.7 x 10.16 εκατοστά (8 x 5 x 4 ίντσες).
- PDA mount/ cradle - το RAM mount.
- Απαίτηση ισχύος – 12 VDC, 0.75 αμπέρ.

2.8.2.1.4. Green Seeker Hand Held

Το Hand Held Green Seeker Data Collection and Mapping Unit είναι ένα εργαλείο έρευνας που παρέχει χρήσιμα δεδομένα για να καθορίσει το NDVI και στις ερυθρές και στις εγγύς υπέρυθρες αναλογίες. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κοινού με άλλες αγρονομικές αναφορές για να δείξουν την ανταπόκριση βασικών θρεπτικών συστατικών, τις συνθήκες συγκομιδής, τη δυνατότητα παραγωγής, την πίεση, την προσβολή από παράσιτα και ασθένειες κατά αντικειμενικό ποσοτικό τρόπο. Η μονάδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει τις μεταβαλλόμενες συνθήκες των

αγρών κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης και τα αποτελέσματα των διαφορετικών επιπέδων μιας εισροής έναντι αυτών που συνηθίζονται.



Το Green Seeker Hand Held χρησιμοποιεί τον δεύτερης γενεάς οπτικό αισθητήρα NTech. Ο οπτικός αισθητήρας της μονάδας συλλαμβάνει το φως που αντανακλάται από τα φυτά. Ο πίνακας κυκλωμάτων μικροεπεξεργασίας αναλύει το ανακλώμενο φως των φυτών. Τα στοιχεία που συλλέγονται με τον αισθητήρα μπορούν να μεταφερθούν σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Ο οπτικός αισθητήρας Green Seeker Hand held μπορεί να ανιχνεύσει σε μία περιοχή 0.6×0.01 m κρατούμενος σε απόσταση περίπου 0.6 έως 1.0 m από τη φωτιζόμενη επιφάνεια. Η περιοχή των διαστάσεων που ο αισθητήρας αντιλαμβάνεται παραμένει περίπου σταθερή πέρα από το ύψος του αισθητήρα. Η μονάδα του αισθητήρα έχει ανεξάρτητο φωτισμό στις ζώνες ερυθρού (660 ± 10 nm) και NIR (767 ± 15 nm). Η συσκευή μετρά το μέρος του εκπεμπόμενου φωτός στην ανιχνεύσιμη περιοχή που επιστρέφεται στον αισθητήρα (συντελεστής ανάκλασης).

- Πρόβλεψη της παραγωγής στη μέση της περιόδου, που καθορίζεται με τη διαίρεση του δείκτη NDVI από τον αριθμό των ημερών από τη φύτευση μέχρι την αντίληψη (εκτίμηση της βιομάζας που παράγεται ανά ημέρα από τη φύτευση στη συγκεκριμένη ημερομηνία όταν συλλέγονται οι αναγνώσεις των αισθητήρων).
- Προσδιορισμός της χωρικής παραλλακτικότητας μέσα σε κάθε 0.4 m^2 χρησιμοποιώντας το συντελεστή παραλλακτικότητας (CV) από τις αναγνώσεις του NDVI.

Ο αισθητήρας Green Seeker συλλέγει περισσότερες από 10 αναγνώσεις μέσα σε κάθε 0.4 m^2 με ταχύτητα 16 km/h (Arnall et al. 2006). Η τιμή NDVI από τα αποτελέσματα των φορητών αισθητήρων «συμπληρώνει συνολικά τη βιομάζα».

3. Αντικειμενικοί στόχοι της έρευνας

Η έρευνα αυτή έγινε στο Πανεπιστήμιο του Auburn της πολιτείας Alabama τον Αύγουστο του 2007. Η εργασία αναφέρεται στη Γεωργία Ακριβείας και συγκεκριμένα στον τομέα Variable Rate Application. Το πείραμα έγινε πάνω στον αισθητήρα Green Seeker που μετράει το NDVI των φυτών στο χωράφι και το χρησιμοποιεί για τη ρύθμιση της ποσότητας αζωτούχου λιπάσματος.

Ο αισθητήρας Green Seeker, κατά τον κατασκευαστή, δεν επηρεάζεται από το φως του ήλιου διότι έχει τη δική του πηγή φωτός, κάτι που του δίνει τη δυνατότητα να δουλεύει σωστά και στο σκοτάδι. Ένα από τα στοιχεία που εξετάζουμε στη συγκεκριμένη έρευνα είναι η διακύμανση των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, κατά τη διάρκεια της ημέρας (πρωί – απόγευμα – βράδυ) και από ημέρα σε ημέρα. Δηλαδή, κατά πόσο σχετίζονται οι τιμές που πάρθηκαν το πρωί με το μεσημέρι της ίδιας ημέρας ή το πρωί – μεσημέρι της μίας ημέρας με το πρωί – μεσημέρι, αντίστοιχα, της επόμενης ημέρας. Επίσης, γίνεται σύγκριση των τιμών μεταξύ αγροτεμαχίων που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση λίπανσης. Επιπλέον, ένα άλλο ερώτημα που προκύπτει είναι κατά πόσο οι τιμές NDVI που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα Green Seeker σχετίζονται με τις τιμές επάρκειας αζώτου στα φυτά σύμφωνα με τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Τα πειράματα, επομένως, σχεδιάστηκαν για να ελεγχθούν τα διαφημιζόμενα στοιχεία του οργάνου.

4. Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε είχε σκοπό να διαπιστωθεί εάν ο αισθητήρας Green Seeker δουλεύει αποτελεσματικά σε διαφορετικές ώρες της ημέρας και εάν δίνει τα ίδια αποτελέσματα με τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Το πείραμα έγινε σε τρεις διαφορετικές περιοχές της πολιτείας Alabama. Οι δύο ήταν στο Auburn, στο Extension Hall Yard και στο Old Rotation, και η τρίτη ήταν στο Black Belt. Οι καλλιέργειες ήταν βαμβάκι (Old Rotation) και γρασίδι (Extension Hall Yard – Black Belt).

Στο Extension Hall Yard έγιναν μετρήσεις στις:

- 30/ 07/ 2007, μία μέτρηση στις 16.00,
- 31/ 07/ 2007, μία μέτρηση στις 17.00,
- 01/ 08/ 2007, μία μέτρηση στις 16.00,
- 03/ 08/ 2007, δύο μετρήσεις στις 16.00 και 18.00,
- 06/ 08/ 2007, μία μέτρηση.

Οι μετρήσεις πάρθηκαν καθώς ο χρήστης κινιόταν με τα πόδια μέσα στο χωράφι κρατώντας το μηχάνημα Green Seeker Hand Held, το οποίο ήταν συνδεδεμένο με GPS. Αφού συλλέχθηκαν οι μετρήσεις, δημιουργήθηκαν οι χάρτες με τις διάφορες τιμές NDVI, που συλλέχθηκαν με τον αισθητήρα Green Seeker, και αναλύθηκαν τα αποτελέσματα και των πέντε ημερών έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν διαφέρουν σημαντικά ή όχι. Ο σκοπός εδώ ήταν να διαπιστωθεί εάν και πόσο διαφέρουν οι τιμές NDVI από ημέρα σε ημέρα.

Στο Old Rotation, που αποτελείται από εννιά αγροτεμάχια βαμβακιού, έγιναν μετρήσεις στις:

- 07/ 08/ 2007, δύο μετρήσεις στις 10.45 και 15.20,
- 08/ 08/ 2007, δύο μετρήσεις στις 10.25 και 14.30,
- 10/ 08/ 2008, τέσσερις μετρήσεις στις 09.45, 13.00, 14.30 και 21.00.

Τα εννέα αγροτεμάχια βαμβακιού είχαν διαφορετική μεταχείριση, όπως φαίνεται παρακάτω:

- 1^ο αγροτεμάχιο: Cotton 0 – 80 – 60*, χωρίς χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (No winter legume),
- 2^ο αγροτεμάχιο: Cotton 0 – 0 – 0, με χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (Winter legume 0 – 80 – 60),

- 3^ο αγροτεμάχιο: Cotton 0 – 40 – 30, με χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (Winter legume 0 – 40 – 30),
- 4^ο αγροτεμάχιο: Cotton 0 – 80 – 60, με χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (Winter legume 0 – 40 – 30),
- 5^ο αγροτεμάχιο: Cotton 120 – 80 – 60, με χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (Winter legume 0 – 40 – 30),
- 6^ο αγροτεμάχιο: Cotton 0 – 80 – 60, χωρίς χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (No winter legume),
- 7^ο αγροτεμάχιο: Cotton 0 – 80 – 60, με χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (Winter legume 0 – 40 – 30),
- 8^ο αγροτεμάχιο: Cotton 0 – 80 – 60, με χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (Winter legume 0 – 0 – 0),
- 9^ο αγροτεμάχιο: Cotton 120 – 80 – 60, με χειμερινή καλλιέργεια ψυχανθούς (Winter legume 0 – 40 – 30).

* Συνολικό ποσό λιπάσματος που εφαρμόστηκε στους καρπούς σε pounds/ acre N – P₂O₅ – K₂O.

Οι μετρήσεις πάρθηκαν καθώς ο χρήστης κινιόταν με τα πόδια μέσα στο χωράφι κρατώντας το μηχάνημα Green Seeker Hand Held, το οποίο ήταν συνδεδεμένο με GPS. Αφού συλλέχθηκαν οι μετρήσεις, δημιουργήθηκαν οι χάρτες με τις διάφορες τιμές NDVI, που συλλέχθηκαν με τον αισθητήρα Green Seeker, και αναλύθηκαν τα αποτελέσματα και των τριών ημερών έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν διαφέρουν σημαντικά ή όχι. Ο σκοπός εδώ ήταν να διαπιστωθεί αν διαφέρουν τα αποτελέσματα από ημέρα σε ημέρα αλλά και από ώρα σε ώρα. Επίσης, έγινε και μία μέτρηση το βράδυ, στις 21.00, που είχε ως σκοπό να δείξει εάν ο αισθητήρας δουλεύει εξίσου αποτελεσματικά και στο σκοτάδι, αφού έχει τη δική του πηγή φωτός.

Στο Black Belt οι μετρήσεις πάρθηκαν στις 09/ 08/ 2007. Εξετάστηκαν 24 αγροτεμάχια γρασιδιού, κάποια από τα οποία είχαν υποστεί την ίδια μεταχείριση (Πίνακας 4.1.). Εκτός από τις μετρήσεις του αισθητήρα Green Seeker, συλλέχθηκαν και φύλλα από κάθε πειραματικό τεμάχιο έτσι ώστε να γίνει και φυλλοδιαγνωστική ανάλυση στο εργαστήριο. Αφού έγινε η συλλογή των μετρήσεων δημιουργήθηκαν οι χάρτες με τις διάφορες τιμές NDVI που πάρθηκαν από τον αισθητήρα Green Seeker.

Ο σκοπός εδώ ήταν να διαπιστωθεί αν και κατά πόσο διαφέρουν τα αποτελέσματα που πάρθηκαν από τον αισθητήρα Green Seeker με αυτά της φυλλοδιαγνωστικής

ανάλυσης. Επίσης, έγινε και σύγκριση των αποτελεσμάτων των πειραματικών τεμαχίων με την ίδια μεταχείριση μεταξύ τους έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν και πόσο διαφέρουν.

Πίνακας 4.1. Αγροτεμάχια γρασιδιού (Black Belt) ανάλογα με τη μεταχείριση που υπέστησαν.

Black Belt				
Grass				
Treatment	Plots			
	I	II	III	IV
SSP: CF, SP: PUR, MP: BERM	101	232	328	417
SSP: BL – S, SP: PUR, MP: BERM	102	231	329	416
SSP: BL – C, SP: PUR, MP: BERM	103	233	330	418
SSP: CF, SP: CLO, MP: BERM	104	235	326	413
SSP: BL – C, SP: CLO, MP: BERM	105	236	327	414
SSP: BL – S, SP: CLO, MP: BERM	106	234	325	415
SSP: SubSubplot				
SP: Subplot				
MP: Mainplot				
CF: Commercial Fertilizer				
BL – S: Broiler litter				
BL – C: Compacted broiler litter				
PUR: Pure grass				
CLO: Ladino clover				
BERM: Russell Bermudagrass				

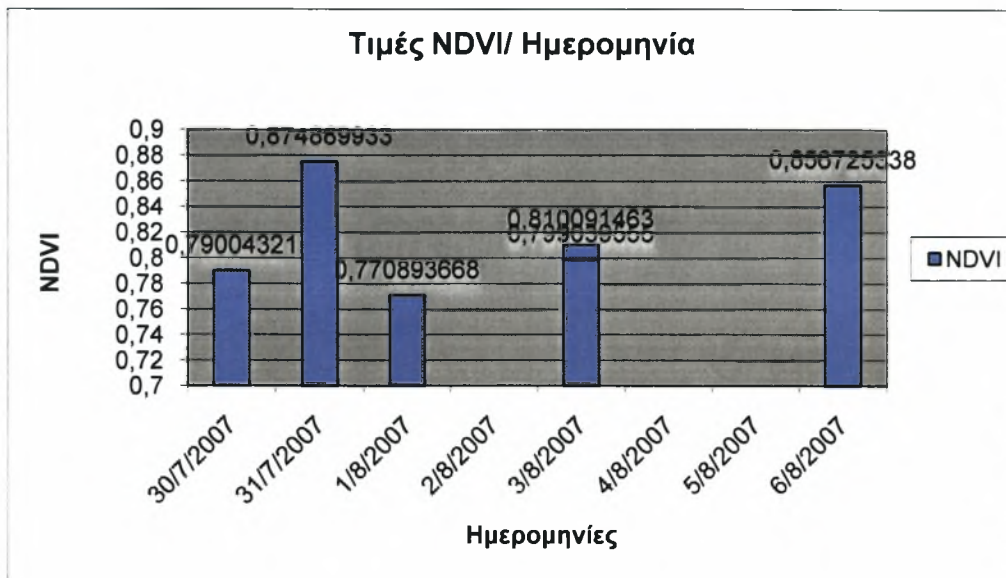
5. Αποτελέσματα και συζήτηση

5.1. Extension Hall Yard – Grass

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας (Πίνακας 5.1.1.) με τα αποτελέσματα NDVI ανάλογα με την ημέρα και την ώρα σύμφωνα με τον αισθητήρα Green Seeker στο αγροτεμάχιο του Extension Hall Yard σε καλλιέργεια γρασιδιού. Επίσης, παρουσιάζονται ένα διάγραμμα (Σχήμα 5.1.1.) καθώς και χάρτες (Σχήμα 5.1.2. – Σχήμα 5.1.7.) των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων. Τέλος, έπειτα από στατιστική ανάλυση παρουσιάζονται πίνακες (Πίνακας 5.1.2. και Πίνακας 5.1.3.) που δείχνουν εάν και κατά πόσο υπάρχει σημαντική διαφορά των αποτελεσμάτων μεταξύ τους.

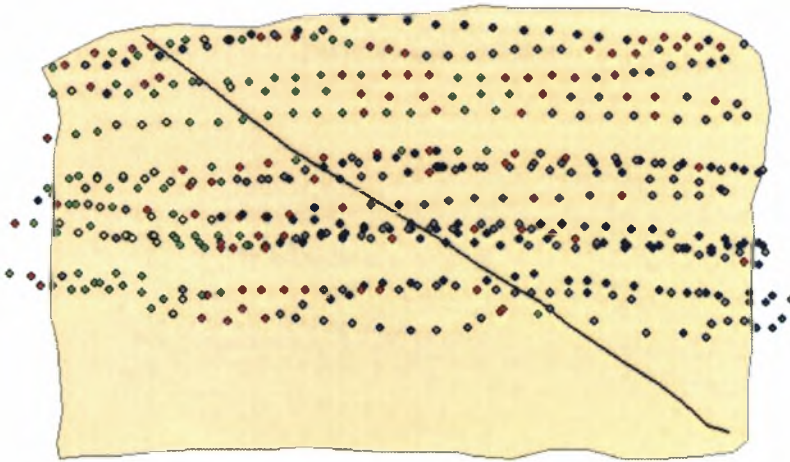
Πίνακας 5.1.1. Μέσοι όροι των τιμών NDVI.

Green Seeker Data	
Extension Hall Yard:	
30/07/2007, 31/07/2007, 01/08/2007, 03/08/2007, 06/08/2007	
Grass	
Anna Orfanou	
Dates	NDVI
30/7/2007 17:00	0,790043
31/7/2007 16:00	0,87489
1/8/2007 16:00	0,770894
3/8/2007 16:00	0,810091
3/8/2007 18:00	0,79904
6/8/2007	0,856725



Σχήμα 5.1.1. Τιμές NDVI.

Green Seeker Data
Extension Hall Yard
Grass
July 30, 2007 17.00
Anna Orfanou



Legend

NDVI

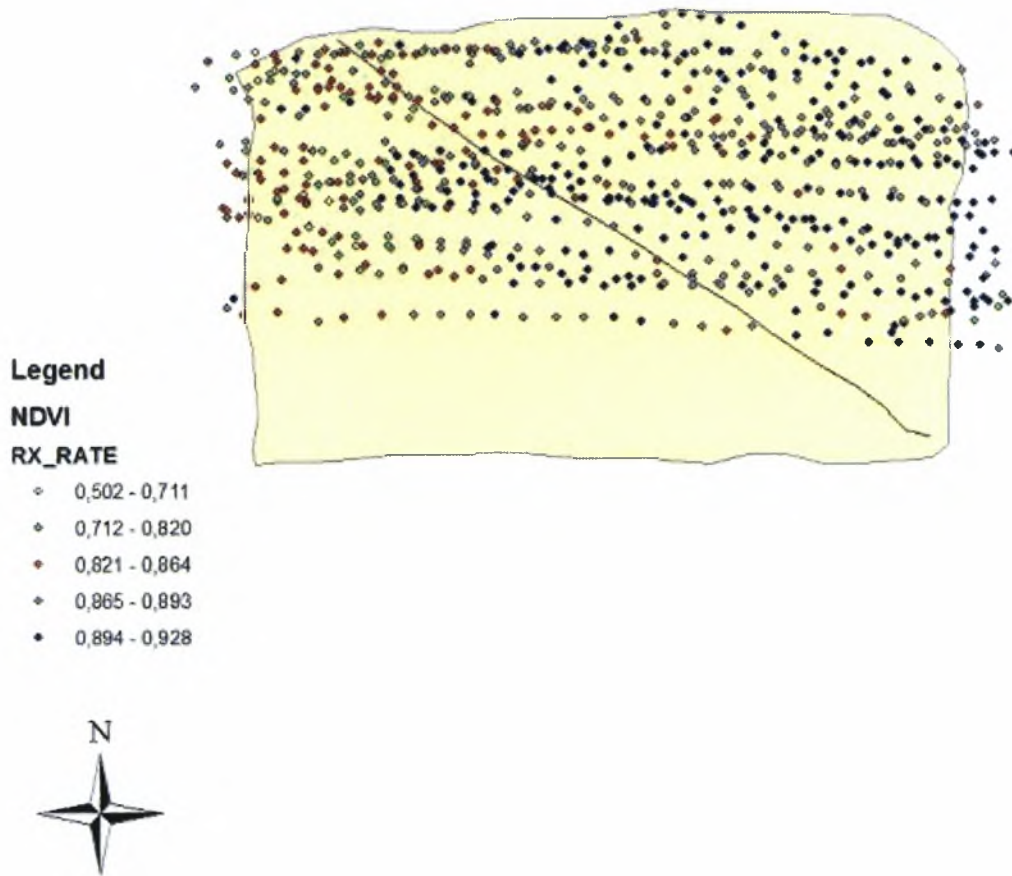
RX_RATE

- 0,407 - 0,640
- ◊ 0,641 - 0,735
- ◐ 0,736 - 0,799
- ◑ 0,800 - 0,851
- 0,852 - 0,930



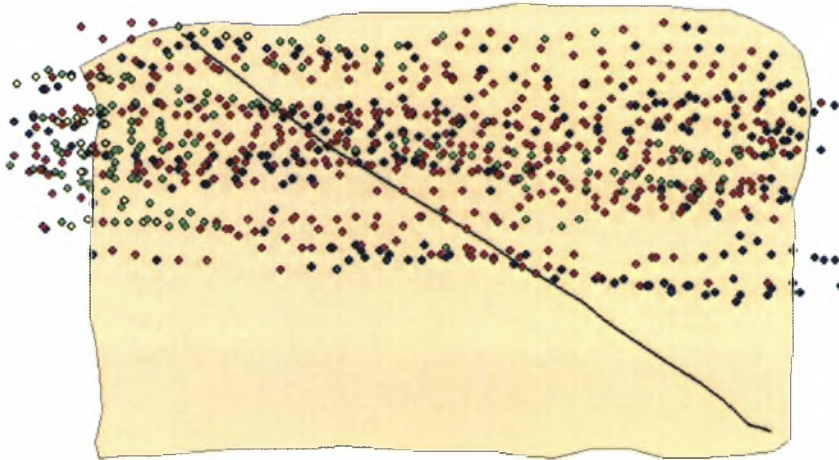
Σχήμα 5.1.2. Τιμές NDVI στις 30/ 07/ 2007, 17.00.

Green Seeker Data
Extension Hall Yard
Grass
July 31, 2007 16.00
Anna Orfanou



Σχήμα 5.1.3. Τιμές NDVI στις 31/ 07/ 2007, 16.00.

Green Seeker Data
Extension Hall Yard
Grass
August 1, 2007 16.00
Anna Orfanou



Legend

NDVI

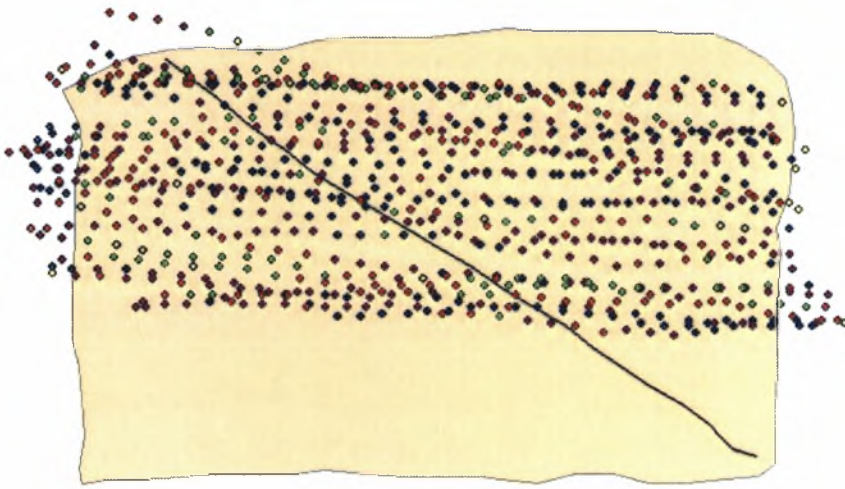
RX_RATE

- 0,378 - 0,603
- 0,604 - 0,708
- 0,709 - 0,771
- 0,772 - 0,826
- 0,827 - 0,899



Σχήμα 5.1.4. Τιμές NDVI στις 01/ 08/ 2007, 16.00.

Green Seeker Data
Extension Hall Yard
Grass
August 3, 2007 16.00
Anna Orfanou



Legend

NDVI

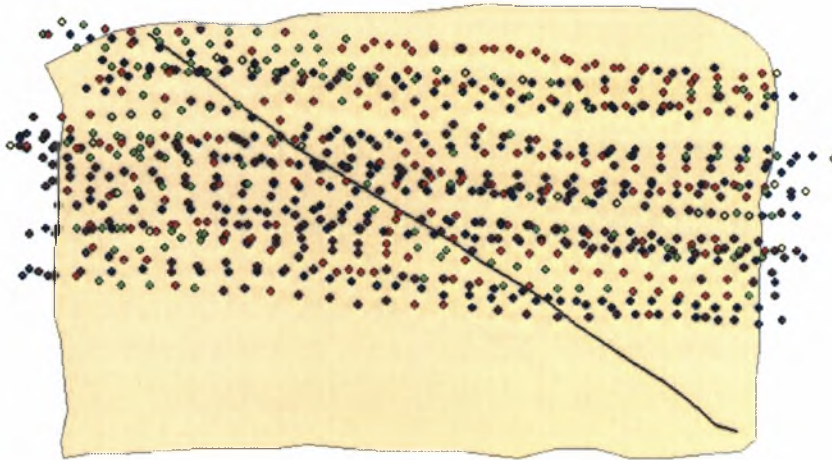
RX_RATE

- ◊ 0,222 - 0,621
- ◊ 0,622 - 0,736
- 0,737 - 0,806
- 0,807 - 0,858
- 0,859 - 0,932



Σχήμα 5.1.5. Τιμές NDVI στις 03/ 08/ 2007, 16.00.

Green Seeker Data
Grass
Extension Hall Yard
August 3, 2007 18.00
Anna Orfanou



Legend

NDVI

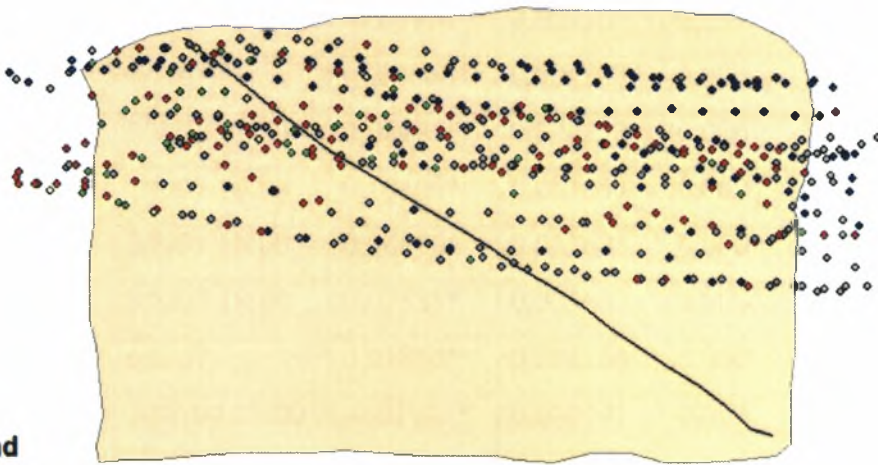
RX_RATE

- ◊ 0,194 - 0,608
- ◊ 0,609 - 0,732
- 0,733 - 0,802
- 0,803 - 0,859
- 0,860 - 0,935



Σχήμα 5.1.6. Τιμές NDVI στις 03/ 08/ 2007, 18.00.

Green Seeker Data
Extension Hall Yard
August 6, 2007
Anna Orfanou



Legend

NDVI

RX_RATE

- 0,515 - 0,720
- 0,721 - 0,806
- 0,807 - 0,854
- 0,855 - 0,887
- 0,888 - 0,928



Σχήμα 5.1.7. Χάρτης NDVI στις 06/ 08/ 2007.

Πίνακας 5.1.2. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
30/7/07 17:00	31/7/07 16:00	-0,08485*	0,004233	0,000	-0,09692	-0,07278
	1/8/07 16:00	0,01915*	0,004141	0,000	0,00734	0,03095
	3/8/07 16:00	-0,02005*	0,004156	0,000	-0,03190	-0,00820
	3/8/07 18:00	-0,00900	0,004167	0,257	-0,02088	0,00288
	6/8/07	-0,06668*	0,004587	0,000	-0,07976	-0,05360
31/7/07 16:00	30/7/07 17:00	0,08485*	0,004233	0,000	0,07278	0,09692
	1/8/07 16:00	0,10400*	0,003657	0,000	0,09357	0,11442
	3/8/07 16:00	0,06480*	0,003675	0,000	0,05432	0,07528
	3/8/07 18:00	0,07585*	0,003687	0,000	0,06534	0,08636
	6/8/07	0,01816*	0,004156	0,000	0,00632	0,03001
1/8/07 16:00	30/7/07 17:00	-0,01915*	0,004141	0,000	-0,03095	-0,00734
	31/7/07 16:00	-0,10400*	0,003657	0,000	-0,11442	-0,09357
	3/8/07 16:00	-0,03920*	0,003567	0,000	-0,04937	-0,02903
	3/8/07 18:00	-0,02815*	0,003580	0,000	-0,03835	-0,01794
	6/8/07	-0,08583*	0,004061	0,000	-0,09741	-0,07425
3/8/07 16:00	30/7/07 17:00	0,02005*	0,004156	0,000	0,00820	0,03190
	31/7/07 16:00	-0,06480*	0,003675	0,000	-0,07528	-0,05432
	1/8/07 16:00	0,03920*	0,003567	0,000	0,02903	0,04937
	3/8/07 18:00	0,01105*	0,003598	0,026	0,00079	0,02131
	6/8/07	-0,04663*	0,004077	0,000	-0,05826	-0,03501
3/8/07 18:00	30/7/07 17:00	0,00900	0,004167	0,257	-0,00288	0,02088
	31/7/07 16:00	-0,07585*	0,003687	0,000	-0,08636	-0,06534
	1/8/07 16:00	0,02815*	0,003580	0,000	0,01794	0,03835
	3/8/07 16:00	-0,01105*	0,003598	0,026	-0,02131	-0,00079
	6/8/07	-0,05769*	0,004088	0,000	-0,06934	-0,04603
6/8/07	30/7/07 17:00	0,06668*	0,004587	0,000	0,05360	0,07976
	31/7/07 16:00	-0,01816*	0,004156	0,000	-0,03001	-0,00632

	1/8/07 16:00	0,08583*	0,004061	0,000	0,07425	0,09741
	3/8/07 16:00	0,04663*	0,004077	0,000	0,03501	0,05826
	3/8/07 18:00	0,05769*	0,004088	0,000	0,04603	0,06934

* The mean difference is significant at the 0,05 level

Πίνακας 5.1.3. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις.

NDVI						
Επαναλήψεις	N	Subset				
		1	2	3	4	5
1/8/07 16:00	837	0,77089				
30/7/07 17:00	486		0,79004			
3/8/07 18:00	809		0,79904	0,79904		
3/8/07 16:00	820			0,81009		
6/8/07	517				0,85673	
31/7/07 16:00	745					0,87489
Sig.		1,000	0,209	0,061	1,000	1,000

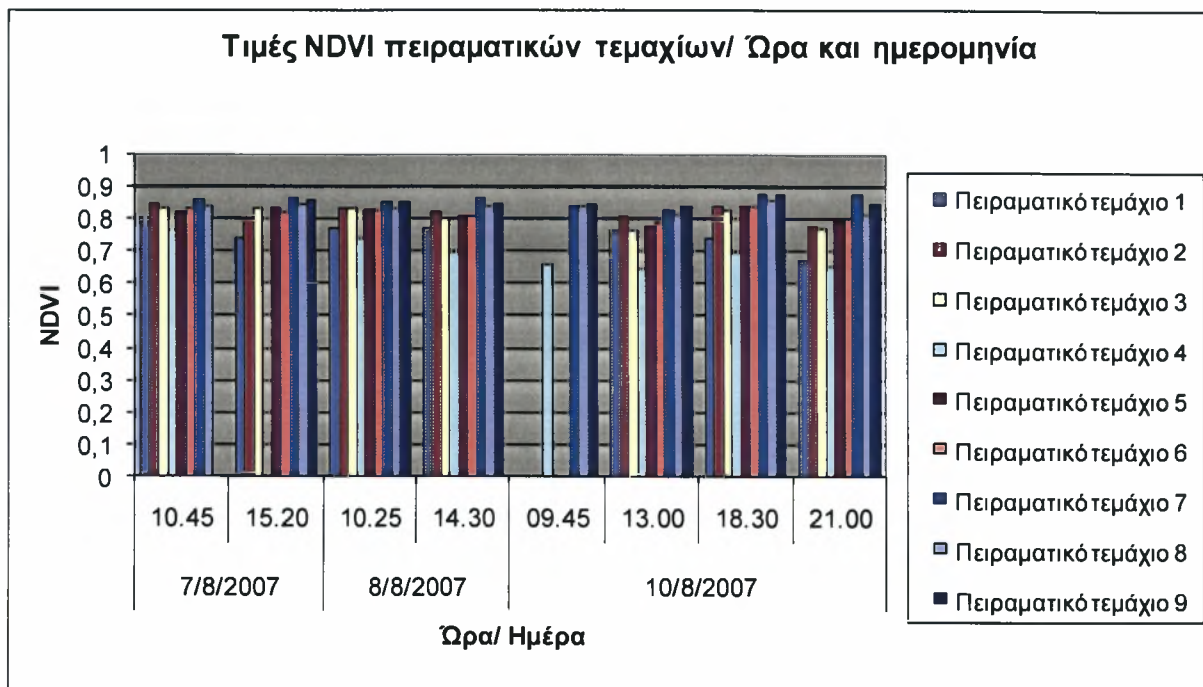
Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.1.2., Πίνακας 5.1.3.) παρατηρείται ότι όλες οι μετρήσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν στις 30/7/07 17:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές στις 3/8/07 18:00. Όπως, επίσης, και αυτές στις 3/8/07 16:00 με αυτές στις 3/8/07 18:00. Αυτό σημαίνει ότι οι μετρήσεις δεν είναι σταθερές. Επομένως, το όργανο δε λειτούργησε αποτελεσματικά. Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.

5.2. Old Rotation – Cotton

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας (Πίνακας 5.2.1.) με τα αποτελέσματα NDVI ανάλογα με την ημέρα και την ώρα σύμφωνα με τον αισθητήρα Green Seeker στα πειραματικά αγροτεμάχια του Old Rotation σε καλλιέργεια βαμβακιού. Επίσης, παρουσιάζονται διαγράμματα (Σχήμα 5.2.1., Σχήμα 5.2.4., Σχήμα 5.2.7, Σχήμα 5.2.12. – Σχήμα 5.2.21.) καθώς και χάρτες (Σχήμα 5.2.2., Σχήμα 5.2.3., Σχήμα 5.2.5., Σχήμα 5.2.6., Σχήμα 5.2.8. – Σχήμα 5.2.11.) των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων. Τέλος, έπειτα από στατιστική ανάλυση παρουσιάζονται πίνακες (Πίνακας 5.2.2. – Πίνακας 5.2.19.) που δείχνουν εάν και κατά πόσο υπάρχει σημαντική διαφορά των αποτελεσμάτων μεταξύ τους.

Πίνακας 5.2.1. Μέσοι όροι των τιμών NDVI των πειραματικών τεμαχίων.

Green Seeker Data								
Old Rotation: 07/08/2007, 08/08/2007, 10/08/2007								
Cotton								
Anna Orfanou								
Replications	NDVI							
	7/8/2007		8/8/2007		10/8/2007			
	10.45	15.20	10.25	14.30	09.45	13.00	18.30	21.00
Πειραματικό τεμάχιο 1	0,787	0,742	0,773	0,771	NR	0,764	0,74	0,673
Πειραματικό τεμάχιο 2	0,843	0,804	0,834	0,822	NR	0,806	0,838	0,776
Πειραματικό τεμάχιο 3	0,835	0,834	0,835	0,802	NR	0,766	0,828	0,768
Πειραματικό τεμάχιο 4	0,764	NR	0,741	0,695	0,657	0,644	0,695	0,653
Πειραματικό τεμάχιο 5	0,821	0,832	0,826	0,808	NR	0,774	0,837	0,797
Πειραματικό τεμάχιο 6	0,833	0,821	0,826	0,806	NR	0,791	0,836	0,801
Πειραματικό τεμάχιο 7	0,856	0,861	0,852	0,863	0,838	0,826	0,876	0,875
Πειραματικό τεμάχιο 8	0,839	0,846	0,83	0,836	0,841	0,815	0,86	0,812
Πειραματικό τεμάχιο 9	NR	0,86	0,85	0,847	0,844	0,839	0,878	0,844
*NR: Δεν έγινε καταγραφή.								



Σχήμα 5.2.1. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων.

Legend

◆ NDVI 1

NDVI 2

RX_RATE

- ◇ 0.539 - 0.699
- ◆ 0.700 - 0.789
- ◆ 0.790 - 0.859
- ◆ 0.860 - 0.889
- ◆ 0.890 - 1.009

NDVI 3

RX_RATE

- ◇ 0.712 - 0.829
- ◆ 0.830 - 0.839
- ◆ 0.840 - 0.859
- ◆ 0.860 - 0.879
- ◇ 0.880 - 1.009

NDVI 4

RX_RATE

- ◇ 0.561 - 0.659
- ◇ 0.660 - 0.719
- ◆ 0.720 - 0.769
- ◆ 0.770 - 0.819
- ◇ 0.820 - 0.859

NDVI 5

RX_RATE

- ◇ 0.648 - 0.669
- ◇ 0.670 - 0.789
- ◆ 0.790 - 0.829
- ◆ 0.830 - 0.849
- ◆ 0.850 - 0.869

NDVI 6

RX_RATE

- ◆ 0.636 - 0.829
- ◆ 0.830 - 0.839
- ◆ 0.840 - 0.849
- ◆ 0.850 - 0.857
- ◆ 0.858 - 0.999

NDVI 7

RX_RATE

- ◆ 0.735 - 0.849
- ◆ 0.850 - 0.859
- ◆ 0.860 - 0.869
- ◆ 0.870 - 0.879
- ◆ 0.880 - 0.999

NDVI 8

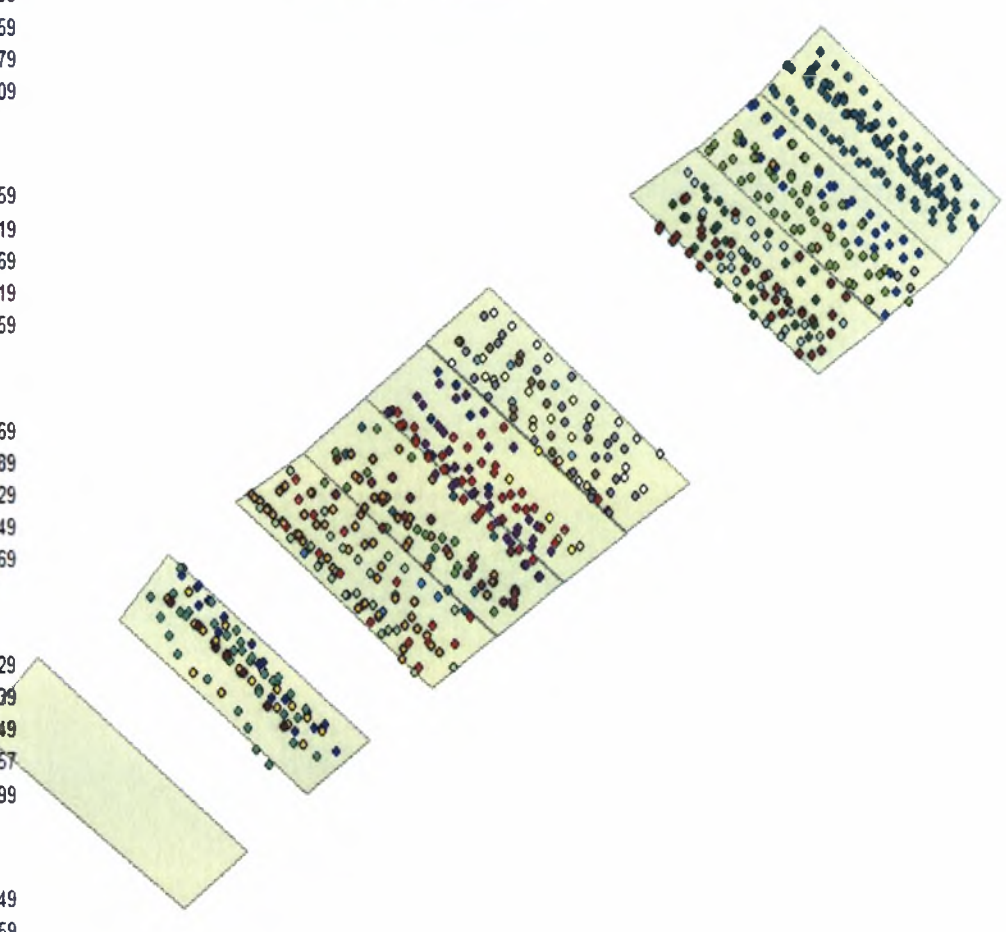
RX_RATE

- ◇ 0.760 - 0.799
- ◆ 0.800 - 0.829
- ◆ 0.830 - 0.849
- ◆ 0.850 - 0.859
- ◆ 0.860 - 0.879

RX_RATE

□ Boundary

**Green Seeker Data
Old Rotation
Cotton
August 7, 2007 10:45
Anna Orfanou**



Σχήμα 5.2.2. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 07/ 08/ 2007, 10.45.

Legend

NDVI 1

RX_RATE

- ◊ 0.609 - 0.659
- ◊ 0.660 - 0.709
- ◊ 0.710 - 0.749
- 0.750 - 0.799
- 0.800 - 0.849

NDVI 2

RX_RATE

- ◆ 0.601 - 0.689
- ◆ 0.690 - 0.779
- ◆ 0.780 - 0.819
- ◆ 0.820 - 0.839
- ◆ 0.840 - 0.869

NDVI 3

RX_RATE

- ◆ 0.772 - 0.799
- ◆ 0.800 - 0.829
- ◆ 0.830 - 0.839
- ◆ 0.840 - 0.849
- ◆ 0.850 - 0.869

RX_RATE

NDVI 5

RX_RATE

- ◊ 0.804 - 0.819
- ◆ 0.820 - 0.829
- ◆ 0.830 - 0.839
- ◆ 0.840 - 0.849
- ◊ 0.850 - 0.869

NDVI 6

RX_RATE

- ◊ 0.709 - 0.799
- ◊ 0.800 - 0.829
- ◆ 0.830 - 0.839
- ◆ 0.840 - 0.859
- ◊ 0.860 - 0.899

NDVI 7

RX_RATE

- ◊ 0.840 - 0.849
- ◆ 0.850 - 0.859
- ◆ 0.860 - 0.869
- ◆ 0.870 - 0.879
- ◆ 0.880 - 0.899

NDVI 8

RX_RATE

- ◆ 0.582 - 0.839
- ◆ 0.840 - 0.849
- ◆ 0.850 - 0.859
- ◆ 0.860 - 0.869
- ◆ 0.870 - 0.879

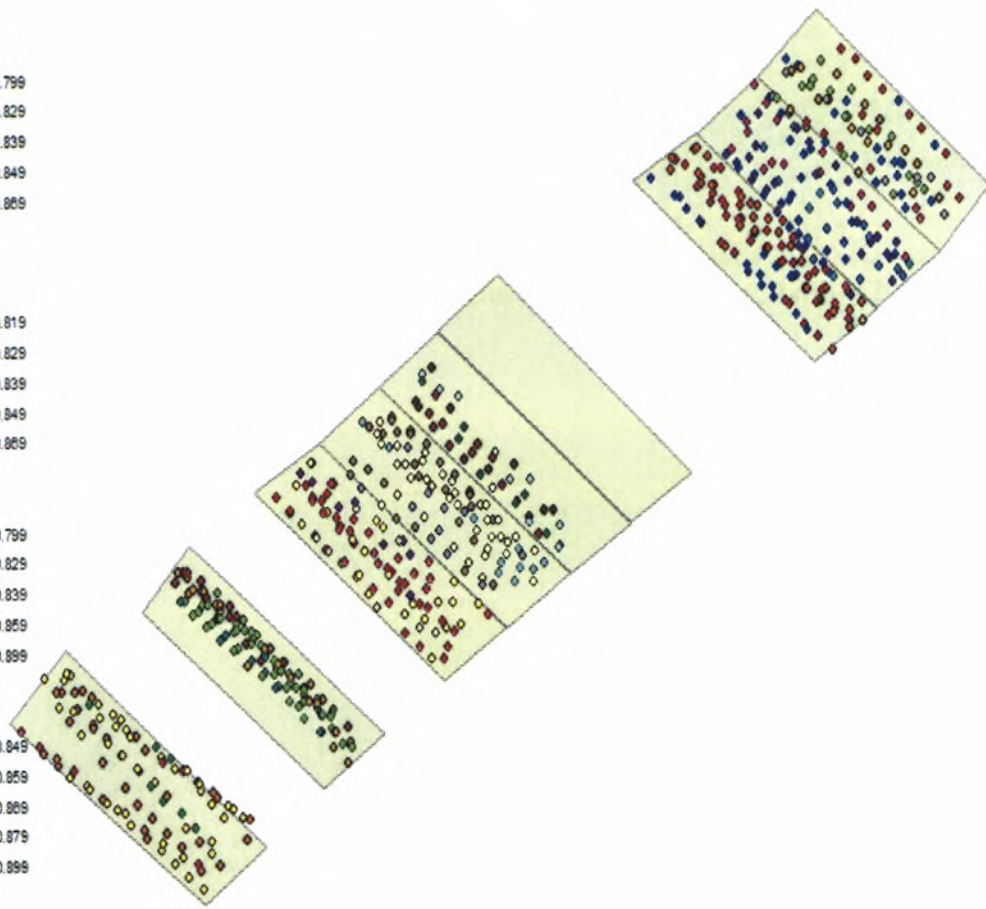
NDVI 9

RX_RATE

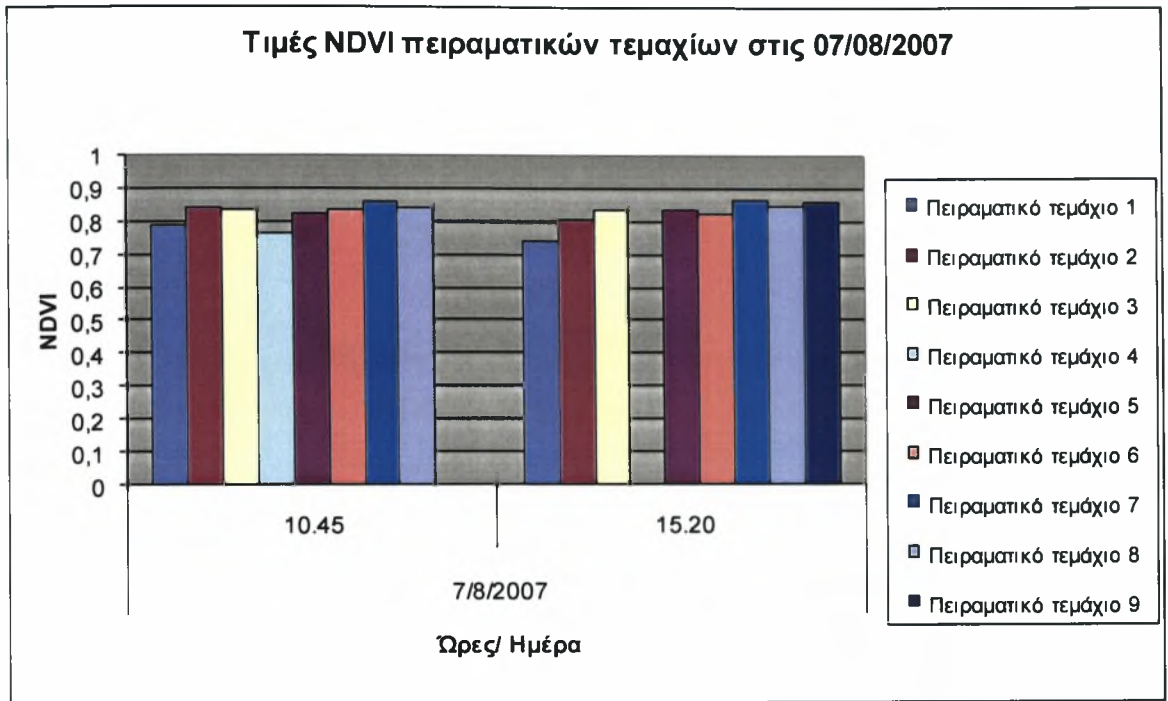
- ◆ 0.832 - 0.849
- ◊ 0.850 - 0.859
- ◊ 0.860 - 0.869
- ◆ 0.870 - 0.869
- 0.870 - 0.879

□ Boundary

Green Seeker Data
Old Rotation
Cotton
August 7, 2007 15.20
Anna Orfanou



Σχήμα 5.2.3. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 07/ 08/ 2007, 15.20.



Σχήμα 5.2.4. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 07/ 08/ 2007.

Legend

VDM 1

RX_RATE

- ◊ 0.637 - 0.679
- 0.680 - 0.739
- ◊ 0.740 - 0.779
- 0.780 - 0.829
- 0.830 - 0.889

VDM 2

RX_RATE

- ◊ 0.753 - 0.769
- 0.770 - 0.829
- 0.830 - 0.849
- 0.850 - 0.859
- 0.860 - 0.879

VDM 3

RX_RATE

- 0.764 - 0.829
- 0.830 - 0.839
- 0.840 - 0.849
- 0.850 - 0.859
- 0.860 - 0.869

VDM 4

RX_RATE

- ◊ 0.472 - 0.509
- 0.510 - 0.689
- 0.690 - 0.739
- 0.740 - 0.789
- 0.790 - 0.859

VDM 5

RX_RATE

- ◊ 0.656 - 0.729
- 0.730 - 0.799
- 0.800 - 0.829
- 0.830 - 0.849
- ◊ 0.850 - 0.869

VDM 6

RX_RATE

- ◊ 0.760 - 0.789
- ◊ 0.790 - 0.819
- 0.820 - 0.829
- ◊ 0.830 - 0.839
- ◊ 0.840 - 0.859

VDM 7

RX_RATE

- 0.814 - 0.839
- 0.840 - 0.849
- 0.850 - 0.859
- 0.860 - 0.869
- 0.870 - 0.869

VDM 8

RX_RATE

- ◊ 0.767 - 0.799
- 0.800 - 0.819
- 0.820 - 0.829
- 0.830 - 0.849
- 0.850 - 0.869

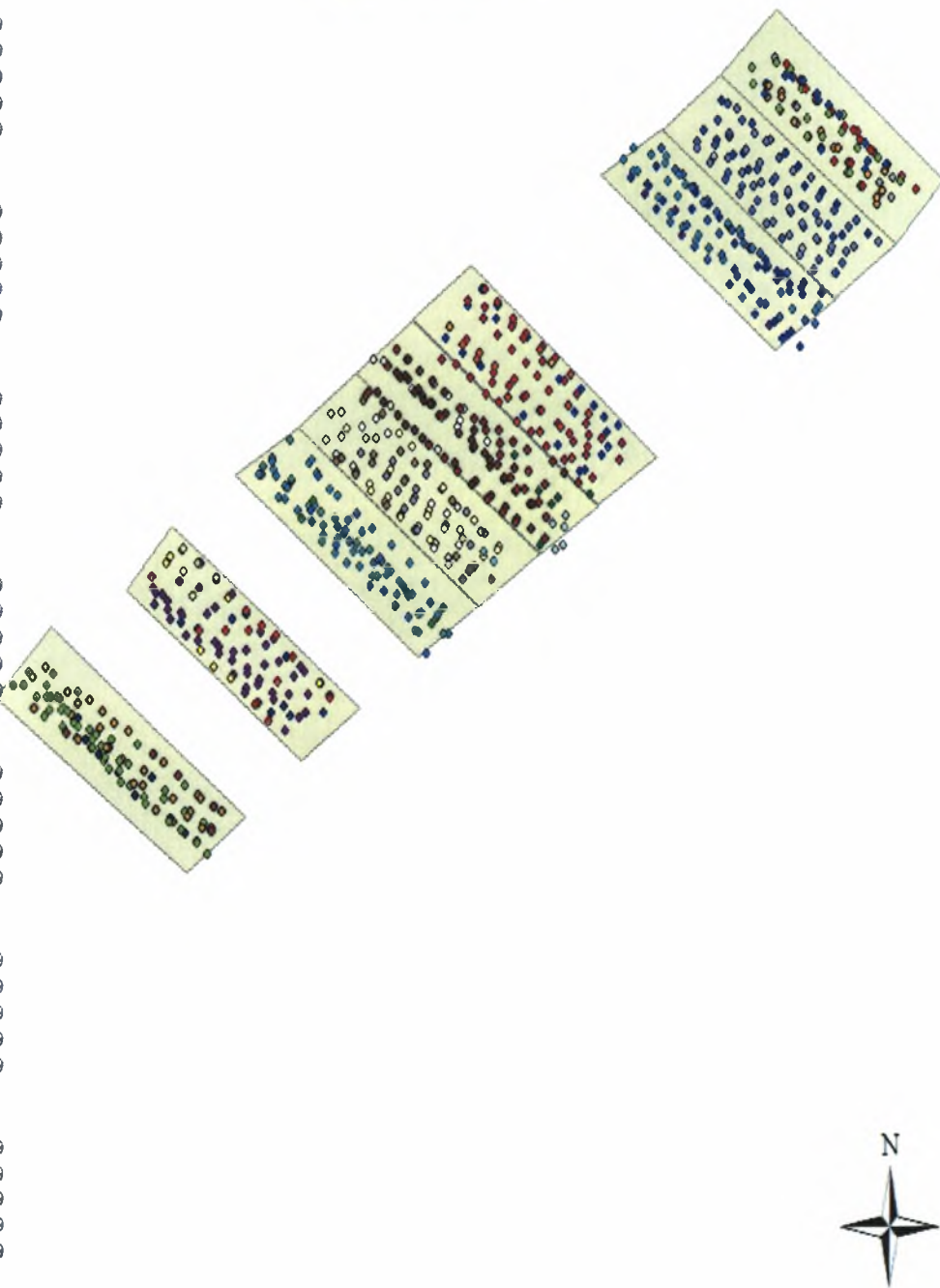
VDM 9

RX_RATE

- 0.814 - 0.829
- ◊ 0.830 - 0.849
- ◊ 0.850 - 0.859
- 0.860 - 0.859
- 0.860 - 0.879

□ Boundary

Green Seeker Data
Old Rotation
Cotton
August 8, 2007 10.25
Anna Orfanou



Σχήμα 5.2.5. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 08/ 08/ 2007, 10.25.

Legend

NDVI 1

RX_RATE

- 0.588 - 0.659
- 0.660 - 0.739
- 0.740 - 0.789
- 0.790 - 0.839
- 0.840 - 0.899

NDVI 2

RX_RATE

- 0.720 - 0.779
- 0.780 - 0.819
- 0.820 - 0.829
- 0.830 - 0.849
- 0.850 - 0.859

NDVI 3

RX_RATE

- 0.704 - 0.749
- 0.750 - 0.789
- 0.790 - 0.809
- 0.810 - 0.829
- 0.830 - 0.849

NDVI 4

RX_RATE

- 0.398 - 0.489
- 0.490 - 0.629
- 0.630 - 0.729
- 0.730 - 0.779
- 0.780 - 0.839

NDVI 5

RX_RATE

- 0.711 - 0.739
- 0.740 - 0.789
- 0.790 - 0.809
- 0.810 - 0.829
- 0.830 - 0.849

NDVI 6

RX_RATE

- 0.699 - 0.729
- 0.730 - 0.789
- 0.790 - 0.819
- 0.820 - 0.839
- 0.840 - 0.859

NDVI 7

RX_RATE

- 0.831 - 0.849
- 0.850 - 0.859
- 0.860 - 0.869
- 0.870 - 0.879
- 0.880 - 0.889

NDVI 8

RX_RATE

- 0.780 - 0.809
- 0.810 - 0.829
- 0.830 - 0.839
- 0.840 - 0.859
- 0.860 - 0.869

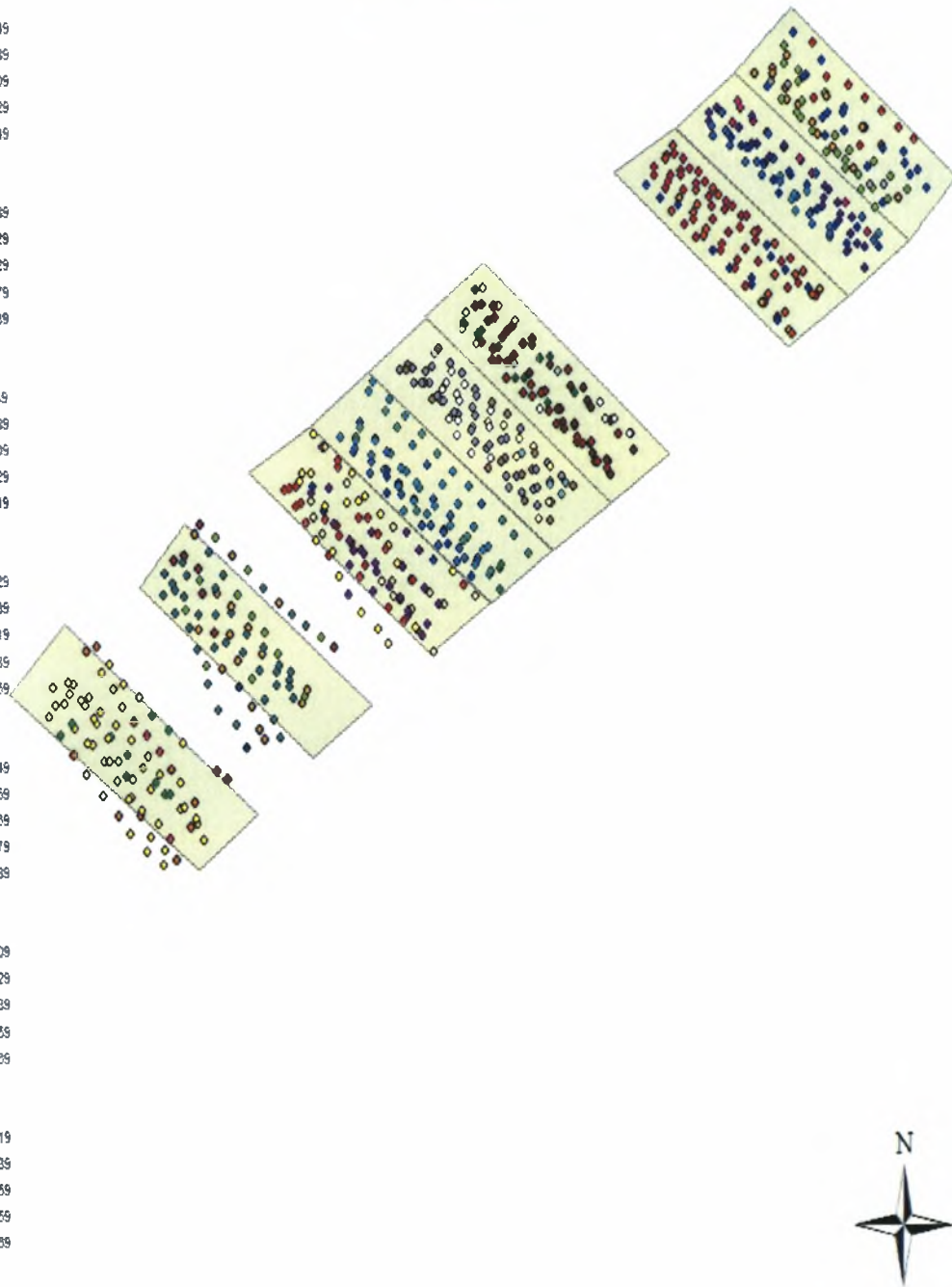
NDVI 9

RX_RATE

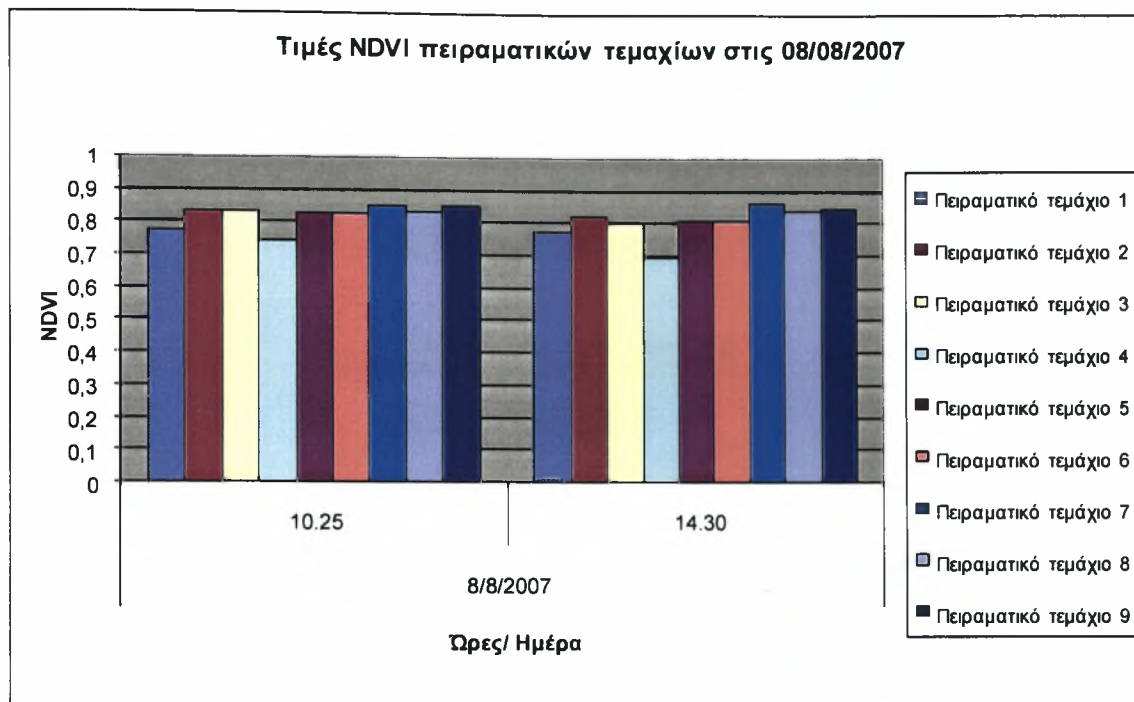
- 0.820 - 0.819
- 0.820 - 0.839
- 0.840 - 0.859
- 0.860 - 0.859
- 0.860 - 0.869

□ Boundary

**Green Seeker Data
Old Rotation
Cotton
August 8, 2007 14.30
Anna Orfanou**

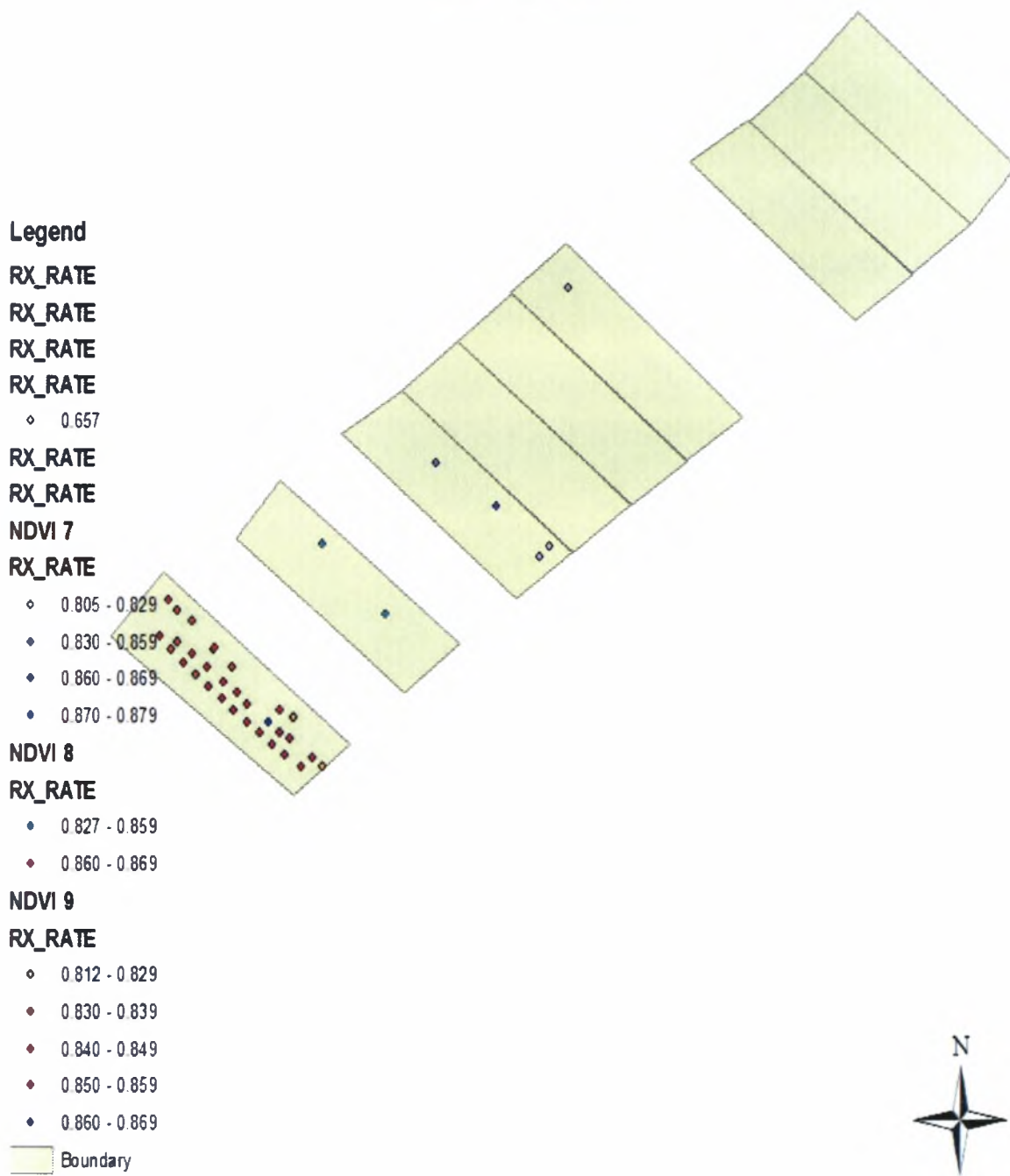


Σχήμα 5.2.6. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 08/ 08/ 2007, 14.30.

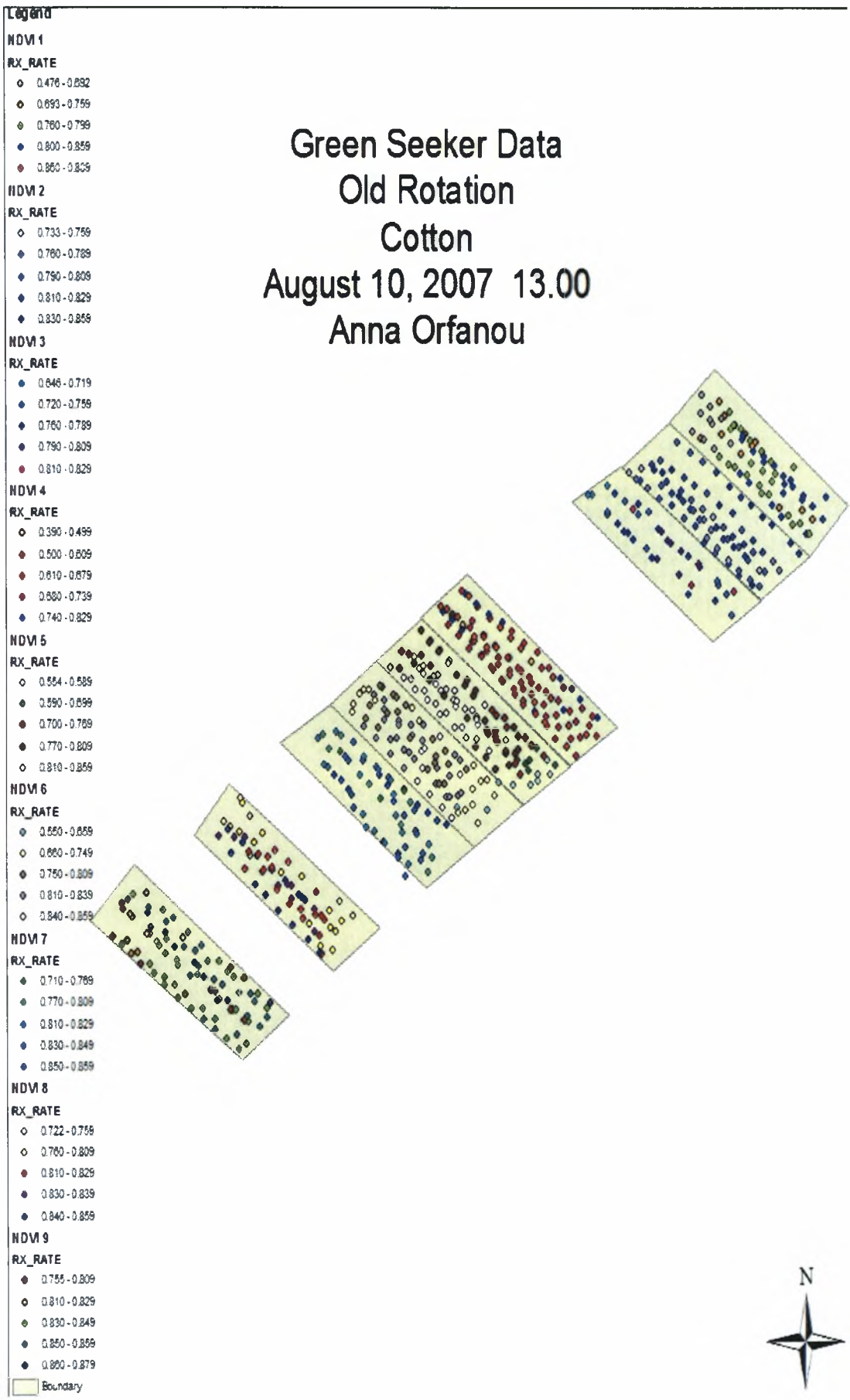


Σχήμα 5.2.7. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 08/ 08/ 2007.

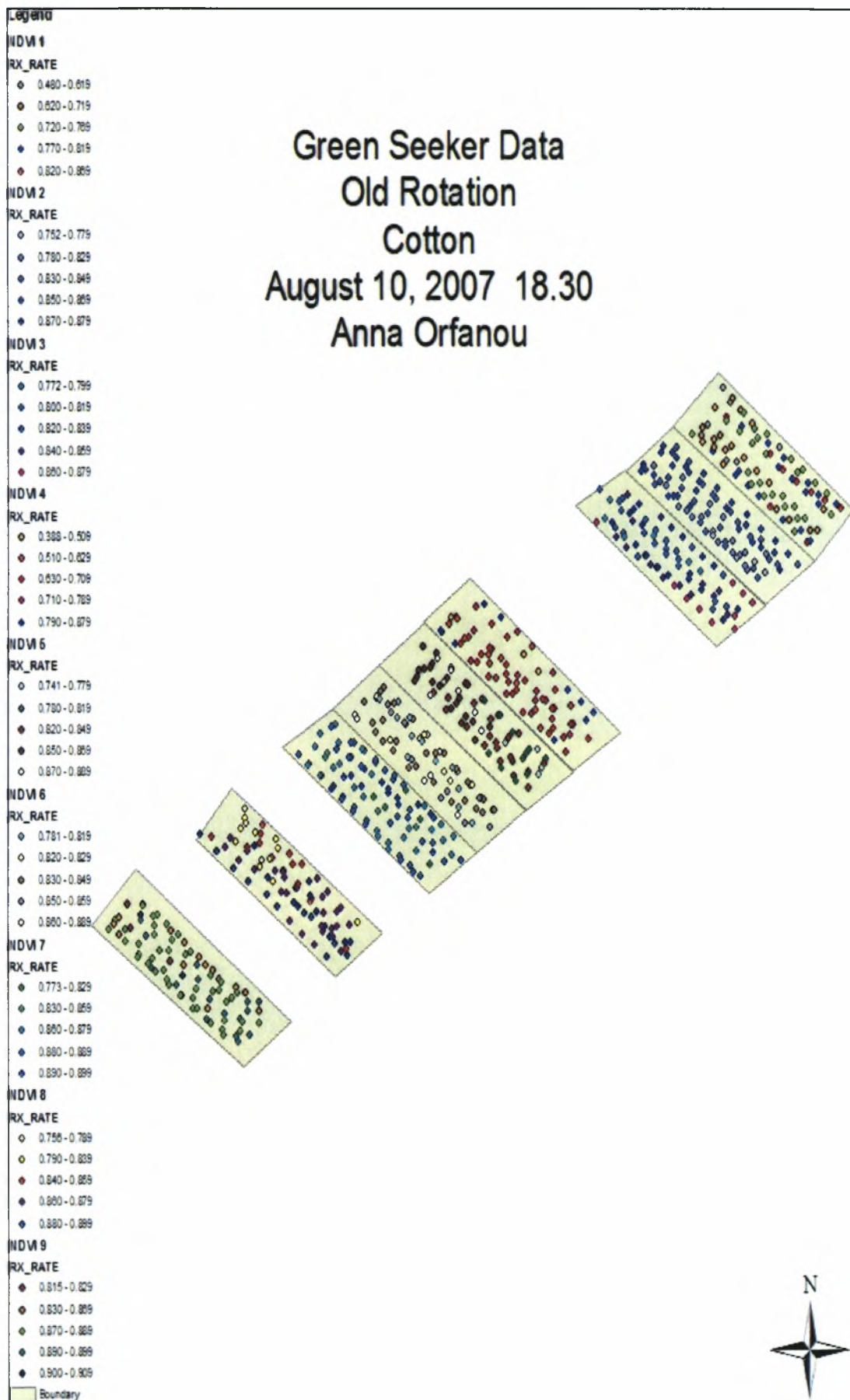
Green Seeker Data
 Old Rotation
 Cotton
 August 10, 2007 09.45
 Anna Orfanou



Σχήμα 5.2.8. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 10/ 08/ 2007, 09.45.



Σχήμα 5.2.9. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 10/ 08/ 2007, 13.00.



Σχήμα 5.2.10. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 10/ 08/ 2007, 18.30.

Legend

NDVI 1

RX_RATE

- 0.434 - 0.509
- 0.570 - 0.645
- 0.650 - 0.719
- ◆ 0.720 - 0.759
- 0.800 - 0.859

NDVI 2

RX_RATE

- 0.220 - 0.529
- 0.530 - 0.749
- 0.750 - 0.809
- ◆ 0.810 - 0.849
- 0.850 - 0.899

NDVI 3

RX_RATE

- ◆ 0.581 - 0.699
- 0.670 - 0.729
- ◆ 0.730 - 0.779
- ◆ 0.780 - 0.829
- 0.830 - 0.879

NDVI 4

RX_RATE

- 0.436 - 0.539
- 0.540 - 0.619
- 0.620 - 0.679
- ◆ 0.680 - 0.759
- ◆ 0.760 - 0.859

NDVI 5

RX_RATE

- 0.675 - 0.739
- 0.740 - 0.789
- 0.790 - 0.819
- 0.820 - 0.839
- 0.840 - 0.859

NDVI 6

RX_RATE

- 0.538 - 0.599
- 0.600 - 0.789
- 0.790 - 0.819
- 0.820 - 0.839
- 0.840 - 0.859

NDVI 7

RX_RATE

- ◆ 0.831 - 0.859
- 0.860 - 0.899
- ◆ 0.870 - 0.879
- ◆ 0.880 - 0.889
- ◆ 0.890 - 0.899

NDVI 8

RX_RATE

- 0.608 - 0.709
- 0.710 - 0.779
- 0.780 - 0.819
- 0.820 - 0.859
- 0.860 - 0.869

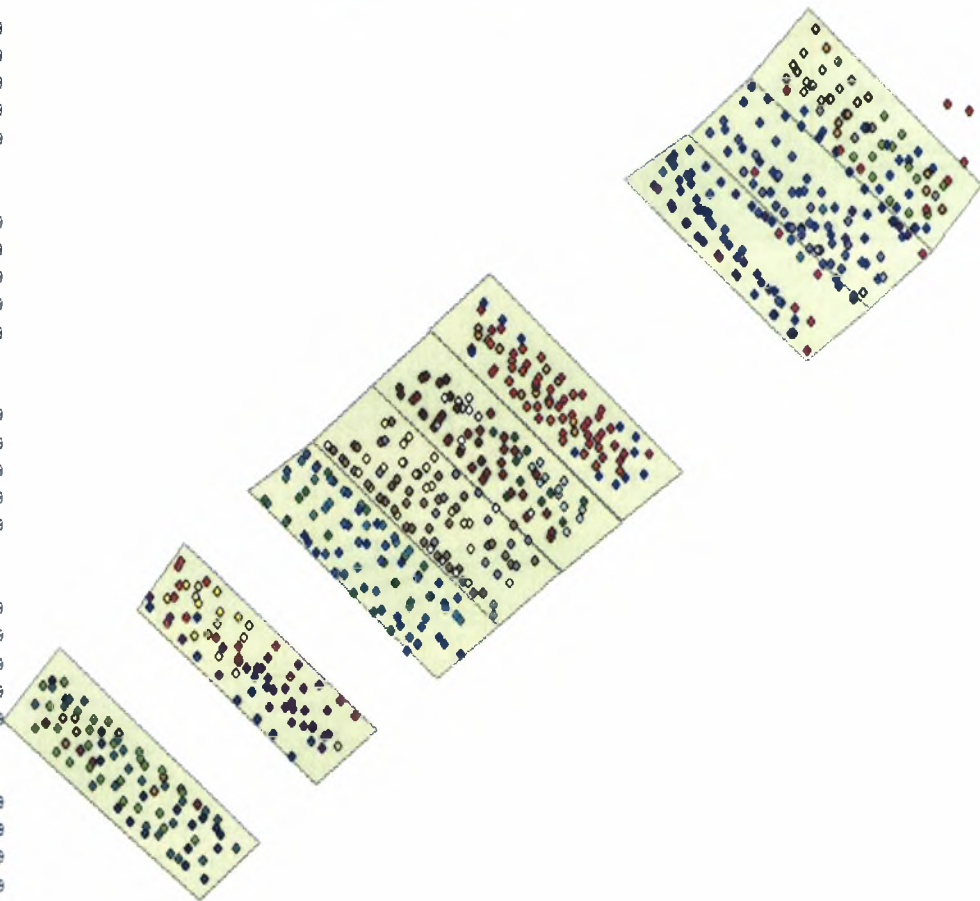
NDVI 9

RX_RATE

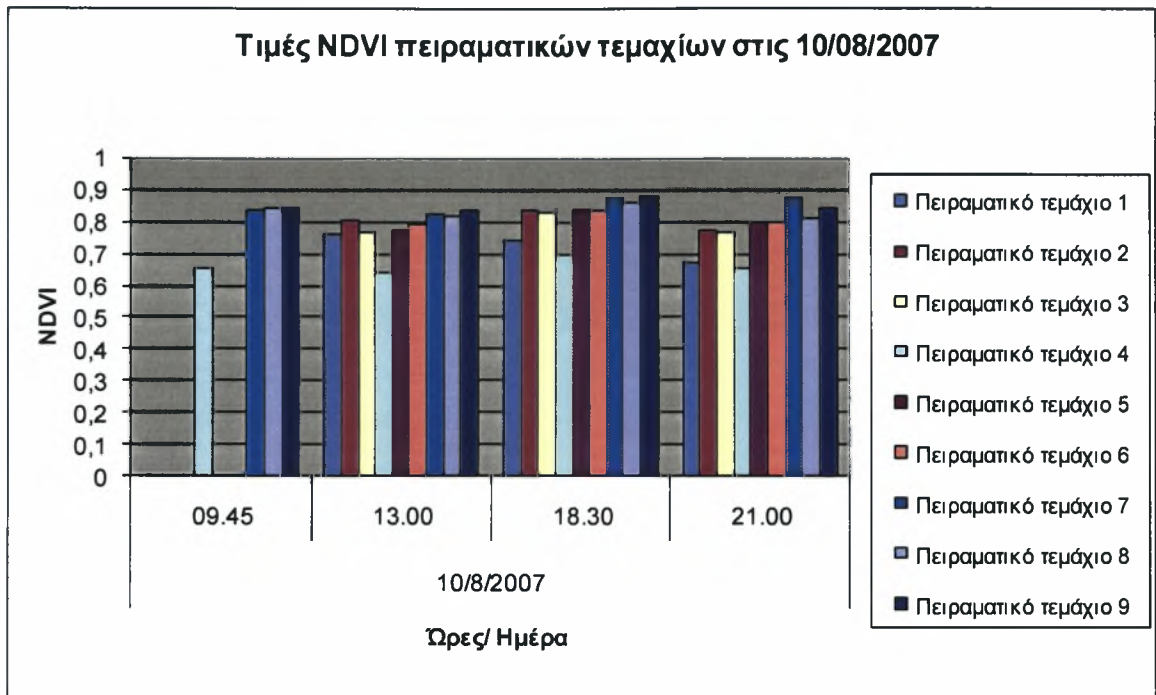
- 0.726 - 0.769
- 0.770 - 0.819
- 0.820 - 0.849
- 0.850 - 0.859
- 0.870 - 0.889

□ Boundary

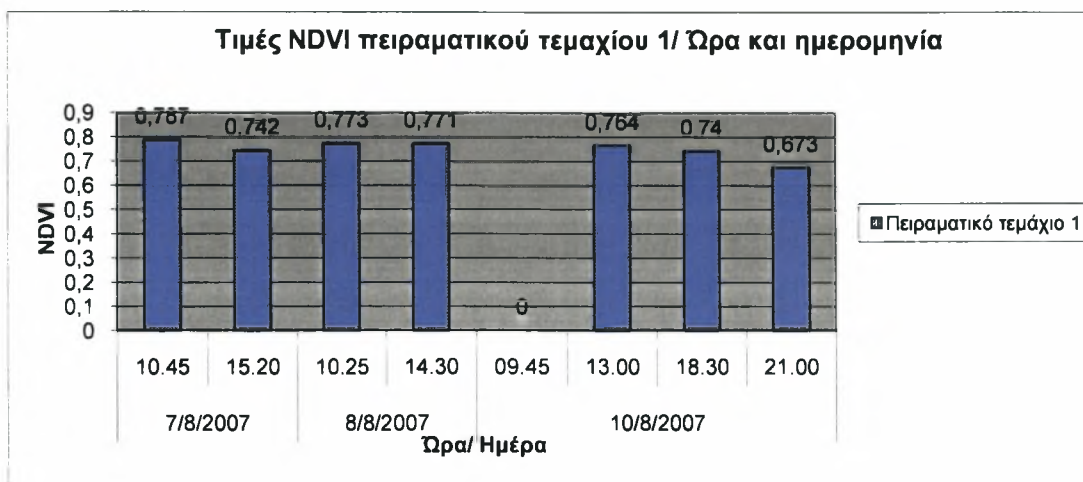
**Green Seeker Data
Old Rotation
Cotton
August 10, 2007 21.00
Anna Orfanou**



Σχήμα 5.2.11. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 10/ 07/ 2008, 21.00.



Σχήμα 5.2.12. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων στις 10/ 08/ 2007.



Σχήμα 5.2.13. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 1.

Πίνακας 5.2.2. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 1.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	7/8/07 15:20	0,04476*	,011806	0,003	0,00982	0,07971
	8/8/07 10:25	0,01364	0,011878	0,913	-0,02152	0,04881
	8/8/07 14:30	0,01532	0,012076	0,866	-0,02043	0,05107
	10/8/07 13:00	0,02238	0,012347	0,540	-0,01417	0,05893
	10/8/07 18:30	0,04616*	0,011770	0,002	0,01132	0,08100
	10/8/07 21:00	0,11312*	0,012347	0,000	0,07657	0,14967
7/8/07 15:20	7/8/07 10:45	-0,04476*	0,011806	0,003	-0,07971	-0,00982
	8/8/07 10:25	-0,03112	0,011603	0,105	-0,06547	0,00323
	8/8/07 14:30	-0,02945	0,011806	0,164	-0,06439	0,00550
	10/8/07 13:00	-0,02238	0,012083	0,513	-0,05815	0,01338
	10/8/07 18:30	0,00140	0,011493	1,000	-0,03262	0,03542
	10/8/07 21:00	0,06836*	0,012083	0,000	0,03259	0,10413
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	-0,01364	0,011878	0,913	-0,04881	0,02152
	7/8/07 15:20	0,03112	0,011603	0,105	-0,00323	0,06547
	8/8/07 14:30	0,00168	0,011878	1,000	-0,03349	0,03684
	10/8/07 13:00	0,00874	0,012154	0,991	-0,02724	0,04472
	10/8/07 18:30	0,03252	0,011567	0,075	-0,00172	0,06676

	10/8/07 21:00	0,09948*	0,012154	0,000	0,06350	0,13546
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	-0,01532	0,012076	0,866	-0,05107	0,02043
	7/8/07 15:20	0,02945	0,011806	0,164	-0,00550	0,06439
	8/8/07 10:25	-0,00168	0,011878	1,000	-0,03684	0,03349
	10/8/07 13:00	0,00706	0,012347	0,998	-0,02949	0,04361
	10/8/07 18:30	0,03084	0,011770	0,122	-0,00400	0,06568
	10/8/07 21:00	0,09780*	0,012347	0,000	0,06125	0,13435
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,02238	0,012347	0,540	-0,05893	0,01417
	7/8/07 15:20	0,02238	0,012083	0,513	-0,01338	0,05815
	8/8/07 10:25	-0,00874	0,012154	0,991	-0,04472	0,02724
	8/8/07 14:30	-0,00706	0,012347	0,998	-0,04361	0,02949
	10/8/07 18:30	0,02378	0,012049	0,433	-0,01189	0,05945
	10/8/07 21:00	0,09074*	0,012613	0,000	0,05340	0,12808
10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	-0,04616*	0,011770	0,002	-0,08100	-0,01132
	7/8/07 15:20	-0,00140	0,011493	1,000	-0,03542	0,03262
	8/8/07 10:25	-0,03252	0,011567	0,075	-0,06676	0,00172
	8/8/07 14:30	-0,03084	0,011770	0,122	-0,06568	0,00400
	10/8/07 13:00	-0,02378	0,012049	0,433	-0,05945	0,01189
	10/8/07 21:00	0,06696*	0,012049	0,000	0,03129	0,10263
10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	-0,11312*	0,012347	0,000	-0,14967	-0,07657
	7/8/07 15:20	-0,06836*	0,012083	0,000	-0,10413	-0,03259
	8/8/07 10:25	-0,09948*	0,012154	0,000	-0,13546	-0,06350
	8/8/07 14:30	-0,09780*	0,012347	0,000	-0,13435	-0,06125
	10/8/07 13:00	-0,09074*	0,012613	0,000	-0,12808	-0,05340
	10/8/07 18:30	-0,06696*	0,012049	0,000	-0,10263	-0,03129

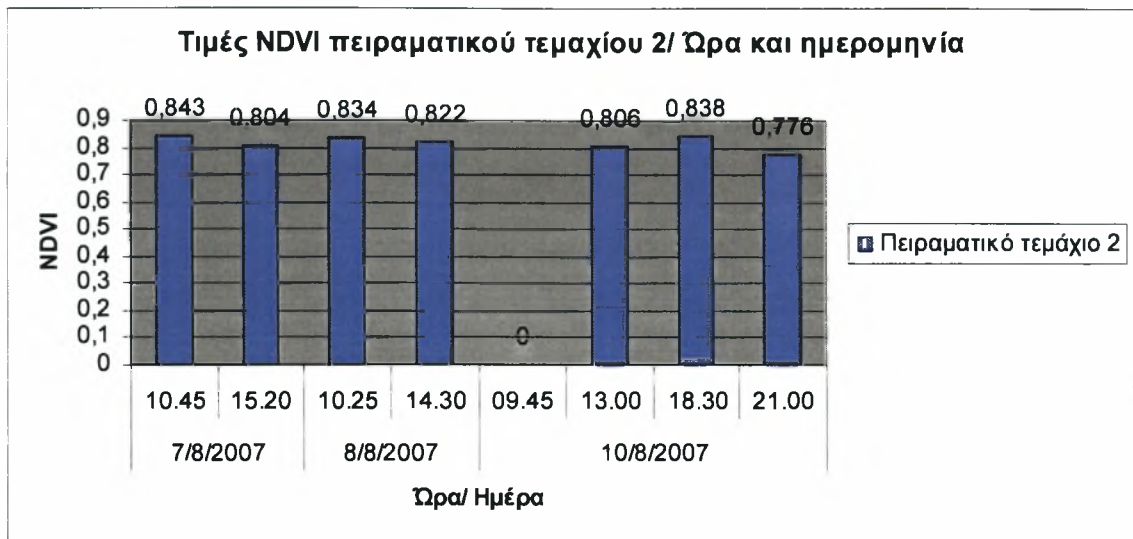
* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.2.3. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 1.

NDVI				
Επαναλήψεις	N	Subset		
		1	2	3
10/8/07 21:00	66	0,67336		
10/8/07 18:30	80		0,74032	
7/8/07 15:20	79		0,74172	
10/8/07 13:00	66		0,76411	0,76411
8/8/07 14:30	72		0,77117	0,77117
8/8/07 10:25	77		0,77284	0,77284
7/8/07 10:45	72			0,78649
Sig.		1,000	0,099	0,506

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.2., Πίνακας 5.2.3.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 1 στις 7/8/07 15:20, 8/8/07 10:25, 8/8/07 14:30, 10/8/07 13:00 και 10/8/07 18:30 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπως, επίσης, και αυτές στις 7/8/07 10:45, 8/8/07 10:25, 8/8/07 14:30 και 10/8/07 13:00. Ενώ αυτή που έχει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες μετρήσεις είναι στις 10/8/07 21:00.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.14. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 2.

Πίνακας 5.2.4. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 2.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	7/8/07 15:20	0,03935*	0,007775	0,000	0,01634	0,06236
	8/8/07 10:25	0,00942	0,007871	0,895	-0,01387	0,03272
	8/8/07 14:30	0,02130	0,007975	0,108	-0,00230	0,04490
	10/8/07 13:00	0,03669*	0,008120	0,000	0,01266	0,06072
	10/8/07 18:30	0,00503	0,007975	0,996	-0,01857	0,02863
	10/8/07 21:00	0,06709*	0,008428	0,000	0,04215	0,09203
7/8/07 15:20	7/8/07 10:45	-0,03935*	0,007775	0,000	-0,06236	-0,01634
	8/8/07 10:25	-0,02992*	0,007937	0,003	-0,05341	-0,00644
	8/8/07 14:30	-0,01805	0,008040	0,274	-0,04184	0,00575
	10/8/07 13:00	-0,00266	0,008183	1,000	-0,02688	0,02156
	10/8/07 18:30	-0,03432*	0,008040	0,000	-0,05811	-0,01052
	10/8/07 21:00	0,02774*	0,008489	0,020	0,00262	0,05286
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	-0,00942	0,007871	0,895	-0,03272	0,01387
	7/8/07 15:20	0,02992*	0,007937	0,003	0,00644	0,05341
	8/8/07 14:30	0,01188	0,008133	0,768	-0,01219	0,03595
	10/8/07 13:00	0,02726*	0,008274	0,018	0,00278	0,05175

	10/8/07 18:30	-0,00439	0,008133	0,998	-0,02846	0,01968
	10/8/07 21:00	0,05767*	0,008577	0,000	0,03228	0,08305
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	-0,02130	0,007975	0,108	-0,04490	0,00230
	7/8/07 15:20	0,01805	0,008040	0,274	-0,00575	0,04184
	8/8/07 10:25	-0,01188	0,008133	0,768	-0,03595	0,01219
	10/8/07 13:00	0,01539	0,008374	0,523	-0,00939	0,04017
	10/8/07 18:30	-0,01627	0,008234	0,431	-0,04064	0,00810
	10/8/07 21:00	0,04579*	0,008673	0,000	0,02012	0,07145
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,03669*	0,008120	0,000	-0,06072	-0,01266
	7/8/07 15:20	0,00266	0,008183	1,000	-0,02156	0,02688
	8/8/07 10:25	-0,02726*	0,008274	0,018	-0,05175	-0,00278
	8/8/07 14:30	-0,01539	0,008374	0,523	-0,04017	0,00939
	10/8/07 18:30	-0,03166*	0,008374	0,003	-0,05644	-0,00687
	10/8/07 21:00	0,03040*	0,008805	0,011	0,00434	0,05646
10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	-0,00503	0,007975	0,996	-0,02863	0,01857
	7/8/07 15:20	0,03432*	0,008040	0,000	0,01052	0,05811
	8/8/07 10:25	0,00439	0,008133	0,998	-0,01968	0,02846
	8/8/07 14:30	0,01627	0,008234	0,431	-0,00810	0,04064
	10/8/07 13:00	0,03166*	0,008374	0,003	0,00687	0,05644
	10/8/07 21:00	0,06206*	0,008673	0,000	0,03639	0,08772
10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	-0,06709*	0,008428	0,000	-0,09203	-0,04215
	7/8/07 15:20	-0,02774*	0,008489	0,020	-0,05286	-0,00262
	8/8/07 10:25	-0,05767*	0,008577	0,000	-0,08305	-0,03228
	8/8/07 14:30	-0,04579*	0,008673	0,000	-0,07145	-0,02012
	10/8/07 13:00	-0,03040*	0,008805	0,011	-0,05646	-0,00434
	10/8/07 18:30	-0,06206*	0,008673	0,000	-0,08772	-0,03639

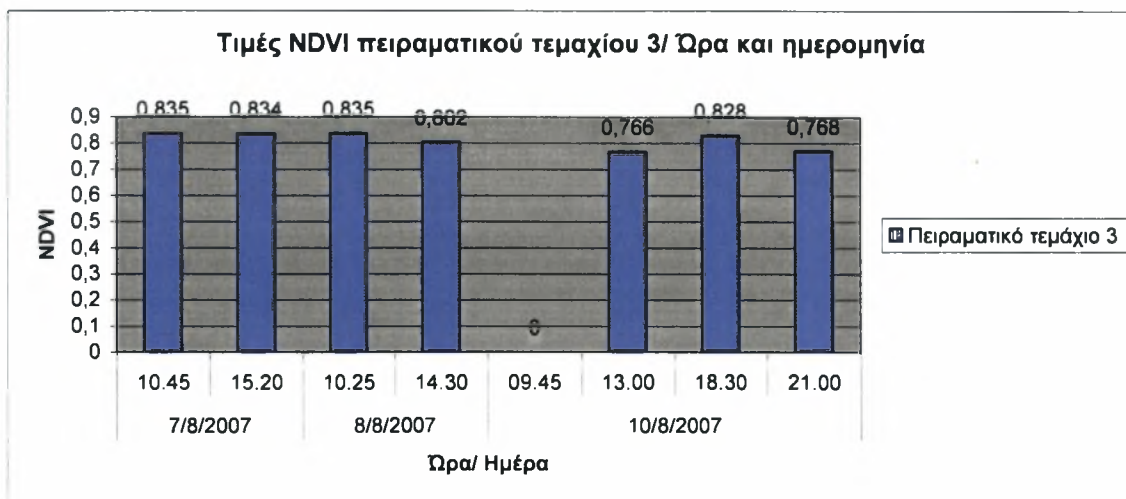
* The mean difference is significant at the 0,05 level

Πίνακας 5.2.5. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 2.

NDVI				
Επαναλήψεις	N	Subset		
		1	2	3
10/8/07 21:00	64	0,77597		
7/8/07 15:20	86		0,80371	
10/8/07 13:00	73		0,80637	
8/8/07 14:30	78		0,82176	0,82176
8/8/07 10:25	82			0,83363
10/8/07 18:30	78			0,83803
7/8/07 10:45	89			0,84306
Sig.		1,000	0,303	0,133

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.4., Πίνακας 5.2.5.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 2 στις 7/8/07 15:20, 8/8/07 14:30 και 10/8/07 13:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπως, επίσης, και αυτές στις 7/8/07 10:45, 8/8/07 10:25, 8/8/07 14:30 και 10/8/07 18:30. Ενώ αυτή που έχει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες μετρήσεις είναι στις 10/8/07 21:00.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.15. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 3.

Πίνακας 5.2.6. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 3.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	7/8/07 15:20	0,00099	0,004419	1,000	-0,01209	0,01407
	8/8/07 10:25	0,00024	0,004430	1,000	-0,01287	0,01336
	8/8/07 14:30	0,03330*	0,004627	0,000	0,01961	0,04700
	10/8/07 13:00	0,06920*	0,005952	0,000	0,05158	0,08682
	10/8/07 18:30	0,00674	0,004742	0,791	-0,00730	0,02077
	10/8/07 21:00	0,06750*	0,004612	0,000	0,05385	0,08115
7/8/07 15:20	7/8/07 10:45	-0,00099	0,004419	1,000	-0,01407	0,01209
	8/8/07 10:25	-0,00074	0,004319	1,000	-0,01353	0,01204
	8/8/07 14:30	0,03231*	0,004520	0,000	0,01894	0,04569
	10/8/07 13:00	0,06821*	0,005870	0,000	0,05084	0,08558
	10/8/07 18:30	0,00575	0,004639	0,879	-0,00798	0,01948
	10/8/07 21:00	0,06651*	0,004505	0,000	0,05318	0,07984
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	-0,00024	0,004430	1,000	-0,01336	0,01287
	7/8/07 15:20	0,00074	0,004319	1,000	-0,01204	0,01353
	8/8/07 14:30	0,03306*	0,004531	0,000	0,01965	0,04647
	10/8/07 13:00	0,06896*	0,005879	0,000	0,05156	0,08635

	10/8/07 18:30	0,00649	0,004650	0,804	-0,00727	0,02025
	10/8/07 21:00	0,06726*	0,004516	0,000	0,05389	0,08062
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	-0,03330*	0,004627	0,000	-0,04700	-0,01961
	7/8/07 15:20	-0,03231*	0,004520	0,000	-0,04569	-0,01894
	8/8/07 10:25	-0,03306*	0,004531	0,000	-0,04647	-0,01965
	10/8/07 13:00	0,03590*	0,006028	0,000	0,01805	0,05374
	10/8/07 18:30	-0,02657*	0,004837	0,000	-0,04088	-0,01225
	10/8/07 21:00	0,03420*	0,004709	0,000	0,02026	0,04813
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,06920*	0,005952	0,000	-0,08682	-0,05158
	7/8/07 15:20	-0,06821*	0,005870	0,000	-0,08558	-0,05084
	8/8/07 10:25	-0,06896*	0,005879	0,000	-0,08635	-0,05156
	8/8/07 14:30	-0,03590*	0,006028	0,000	-0,05374	-0,01805
	10/8/07 18:30	-0,06246*	0,006118	0,000	-0,08057	-0,04436
	10/8/07 21:00	-0,00170	0,006017	1,000	-0,01951	0,01611
10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	-0,00674	0,004742	0,791	-0,02077	0,00730
	7/8/07 15:20	-0,00575	0,004639	0,879	-0,01948	0,00798
	8/8/07 10:25	-0,00649	0,004650	0,804	-0,02025	0,00727
	8/8/07 14:30	0,02657*	0,004837	0,000	0,01225	0,04088
	10/8/07 13:00	0,06246*	0,006118	0,000	0,04436	0,08057
	10/8/07 21:00	0,06076*	0,004823	0,000	0,04649	0,07504
10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	-0,06750*	0,004612	0,000	-0,08115	-0,05385
	7/8/07 15:20	-0,06651*	0,004505	0,000	-0,07984	-0,05318
	8/8/07 10:25	-0,06726*	0,004516	0,000	-0,08062	-0,05389
	8/8/07 14:30	-0,03420*	0,004709	0,000	-0,04813	-0,02026
	10/8/07 13:00	0,00170	0,006017	1,000	-0,01611	0,01951
	10/8/07 18:30	-0,06076*	0,004823	0,000	-0,07504	-0,04649

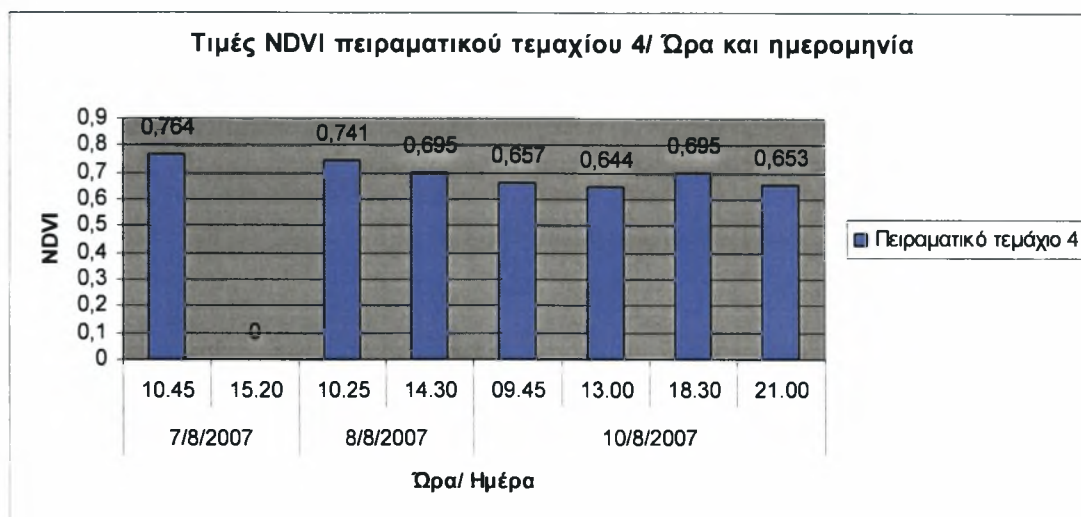
* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.2.7 Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 3.

NDVI				
Επαναλήψεις	N	Subset		
		1	2	3
10/8/07 13:00	35	0,76580		
10/8/07 21:00	80	0,76750		
8/8/07 14:30	79		0,80170	
10/8/07 18:30	72			0,82826
7/8/07 15:20	95			0,83401
8/8/07 10:25	94			0,83476
7/8/07 10:45	86			0,83500
Sig.		1,000	1,000	0,833

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.6., Πίνακας 5.2.7.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 3 στις 10/8/07 13:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές στις 10/8/07 21:00. Όπως, επίσης, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και αυτές στις 7/8/07 10:45, 7/8/07 15:20, 8/8/07 10:25 και 10/8/07 18:30. Ενώ αυτή που έχει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες μετρήσεις είναι στις 8/8/07 14:30.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.16. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 4.

Πίνακας 5.2.8. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 4.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	8/8/07 10:25	0,02322	0,013665	0,533	-0,01588	0,06233
	8/8/07 14:30	0,06889*	0,013858	0,000	0,02924	0,10855
	10/8/07 13:00	0,11969*	0,013245	0,000	0,08178	0,15759
	10/8/07 18:30	0,06898*	0,014425	0,000	0,02770	0,11026
	10/8/07 21:00	0,11143*	0,013985	0,000	0,07141	0,15145
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	-0,02322	0,013665	0,533	-0,06233	0,01588
	8/8/07 14:30	0,04567*	0,013181	0,008	0,00795	0,08339
	10/8/07 13:00	0,09646*	0,012535	0,000	0,06059	0,13233
	10/8/07 18:30	0,04576*	0,013776	0,012	0,00634	0,08518
	10/8/07 21:00	0,08820*	0,013315	0,000	0,05010	0,12630
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	-0,06889*	0,013858	0,000	-0,10855	-0,02924
	8/8/07 10:25	-0,04567*	0,013181	0,008	-0,08339	-0,00795
	10/8/07 13:00	0,05079*	0,012746	0,001	0,01432	0,08727
	10/8/07 18:30	0,00009	0,013968	1,000	-0,03988	0,04006
	10/8/07 21:00	0,04253*	0,013513	0,022	0,00386	0,08120
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,11969*	0,013245	0,000	-0,15759	-0,08178

	8/8/07 10:25	-0,09646*	0,012535	0,000	-0,13233	-0,06059
	8/8/07 14:30	-0,05079*	0,012746	0,001	-0,08727	-0,01432
	10/8/07 18:30	-0,05070*	0,013360	0,002	-0,08894	-0,01247
	10/8/07 21:00	-0,00826	0,012884	0,988	-0,04513	0,02861
10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	-0,06898*	0,014425	0,000	-0,11026	-0,02770
	8/8/07 10:25	-0,04576*	0,013776	0,012	-0,08518	-0,00634
	8/8/07 14:30	-0,00009	0,013968	1,000	-0,04006	0,03988
	10/8/07 13:00	0,05070*	0,013360	0,002	0,01247	0,08894
	10/8/07 21:00	0,04244*	0,014094	0,033	0,00211	0,08278
10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	-0,11143*	0,013985	0,000	-0,15145	-0,07141
	8/8/07 10:25	-0,08820*	0,013315	0,000	-0,12630	-0,05010
	8/8/07 14:30	-0,04253*	0,013513	0,022	-0,08120	-0,00386
	10/8/07 13:00	0,00826	0,012884	0,988	-0,02861	0,04513
	10/8/07 18:30	-0,04244*	0,014094	0,033	-0,08278	-0,00211

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

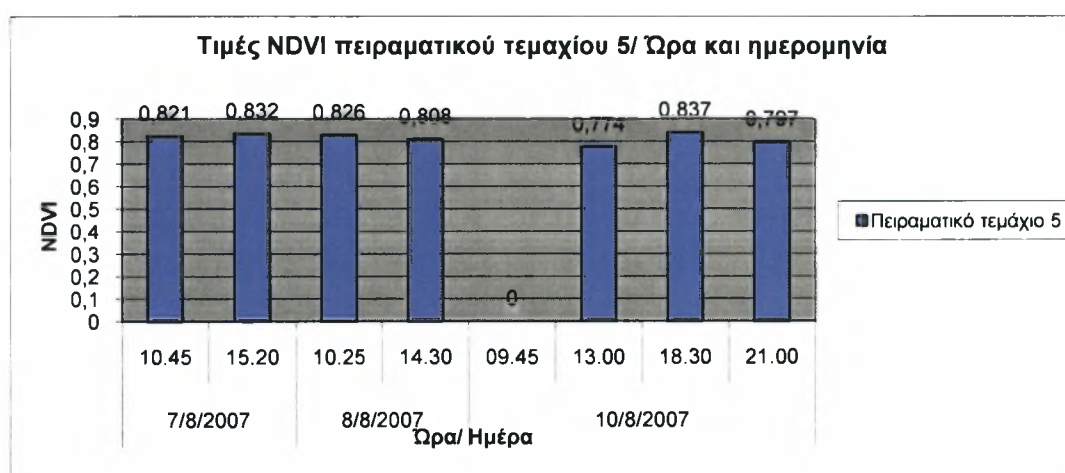
Πίνακας 5.2.9. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 4.

NDVI				
Επαναλήψεις	N	Subset		
		1	2	3
10/8/07 13:00	97	0,64437		
10/8/07 21:00	76	0,65263		
10/8/07 18:30	67		0,69507	
8/8/07 14:30	79		0,69516	
8/8/07 10:25	84			0,74083
7/8/07 10:45	69			0,76406
Sig.		0,990	1,000	0,520

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.8., Πίνακας 5.2.9.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 4 στις 10/8/07 13:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές στις 10/8/07 21:00. Όπως, επίσης, και αυτές στις 8/8/07 14:30 με αυτές στις 10/8/07 18:30. Επιπλέον, μετρήσεις που δε

διαφέρουν στατιστικά σημαντικά είναι αυτές στις 7/8/07 10:45 με αυτές στις 8/8/07 10:25.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλίσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.17. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 5.

Πίνακας 5.2.10. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 5.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	7/8/07 15:20	-0,01073	0,007936	0,827	-0,03422	0,01276
	8/8/07 10:25	-0,00532	0,006054	0,976	-0,02324	0,01260
	8/8/07 14:30	0,01332	0,006406	0,366	-0,00564	0,03228
	10/8/07 13:00	0,04633*	0,006162	0,000	0,02809	0,06457
	10/8/07 18:30	-0,01620	0,006790	0,207	-0,03629	0,00390
	10/8/07 21:00	0,02416*	0,006646	0,006	0,00449	0,04383
7/8/07 15:20	7/8/07 10:45	0,01073	0,007936	0,827	-0,01276	0,03422

	8/8/07 10:25	0,00541	0,007840	0,993	-0,01779	0,02861
	8/8/07 14:30	0,02405*	0,008115	0,049	0,00003	0,04807
	10/8/07 13:00	0,05706*	0,007924	0,000	0,03361	0,08051
	10/8/07 18:30	-0,00547	0,008421	0,995	-0,03039	0,01945
	10/8/07 21:00	0,03489*	0,008306	0,001	0,01030	0,05947
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	0,00532	0,006054	0,976	-0,01260	0,02324
	7/8/07 15:20	-0,00541	0,007840	0,993	-0,02861	0,01779
	8/8/07 14:30	0,01864*	0,006286	0,049	0,00004	0,03724
	10/8/07 13:00	0,05165*	0,006037	0,000	0,03378	0,06952
	10/8/07 18:30	-0,01088	0,006677	0,663	-0,03064	0,00888
	10/8/07 21:00	0,02948*	0,006530	0,000	0,01015	0,04880
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	-0,01332	0,006406	0,366	-0,03228	0,00564
	7/8/07 15:20	-0,02405*	0,008115	0,049	-0,04807	-0,00003
	8/8/07 10:25	-0,01864*	0,006286	0,049	-0,03724	-0,00004
	10/8/07 13:00	0,03301*	0,006390	0,000	0,01410	0,05192
	10/8/07 18:30	-0,02952*	0,006998	0,001	-0,05023	-0,00881
	10/8/07 21:00	0,01084	0,006858	0,695	-0,00946	0,03113
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,04633*	0,006162	0,000	-0,06457	-0,02809
	7/8/07 15:20	-0,05706*	0,007924	0,000	-0,08051	-0,03361
	8/8/07 10:25	-0,05165*	0,006037	0,000	-0,06952	-0,03378
	8/8/07 14:30	-0,03301*	0,006390	0,000	-0,05192	-0,01410
	10/8/07 18:30	-0,06253*	0,006775	0,000	-0,08258	-0,04248
	10/8/07 21:00	-0,02217*	0,006631	0,015	-0,04180	-0,00255
10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	0,01620	0,006790	0,207	-0,00390	0,03629
	7/8/07 15:20	0,00547	0,008421	0,995	-0,01945	0,03039
	8/8/07 10:25	0,01088	0,006677	0,663	-0,00888	0,03064
	8/8/07 14:30	0,02952*	0,006998	0,001	0,00881	0,05023
	10/8/07 13:00	0,06253*	0,006775	0,000	0,04248	0,08258
	10/8/07 21:00	0,04035*	0,007218	0,000	0,01899	0,06172
10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	-0,02416*	0,006646	0,006	-0,04383	-0,00449
	7/8/07 15:20	-0,03489*	0,008306	0,001	-0,05947	-0,01030
	8/8/07 10:25	-0,02948*	0,006530	0,000	-0,04880	-0,01015

	8/8/07 14:30	-0,01084	0,006858	0,695	-0,03113	0,00946
	10/8/07 13:00	0,02217*	0,006631	0,015	0,00255	0,04180
	10/8/07 18:30	-0,04035*	0,007218	0,000	-0,06172	-0,01899

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

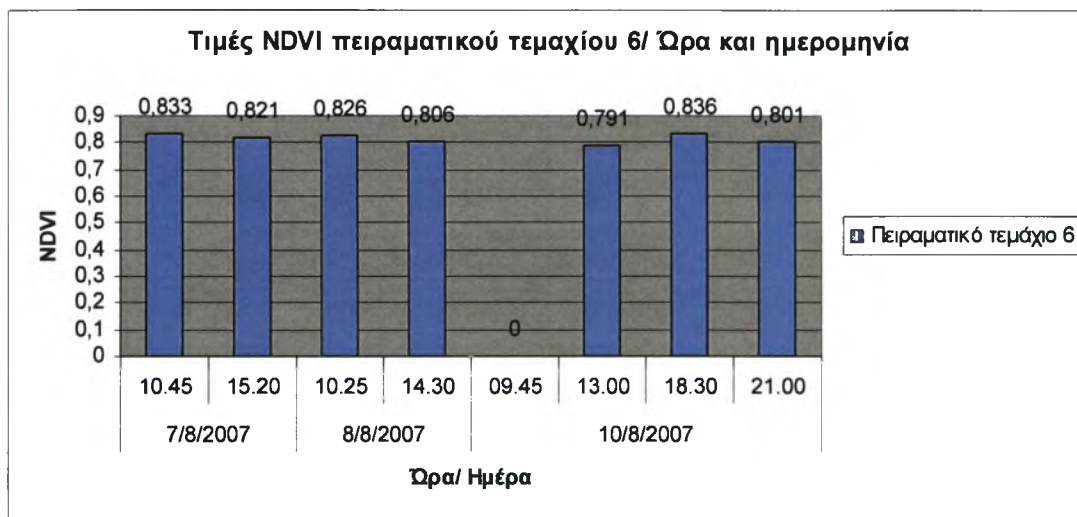
Πίνακας 5.2.11. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 5.

NDVI					
Επαναλήψεις	N	Subset			
		1	2	3	4
10/8/07 13:00	93	0,77444			
10/8/07 21:00	70		0,79661		
8/8/07 14:30	80		0,80745	0,80745	
7/8/07 10:45	92			0,82077	0,82077
8/8/07 10:25	100			0,82609	0,82609
7/8/07 15:20	40				0,83150
10/8/07 18:30	65				0,83697
Sig.		1,000	0,721	0,114	0,246

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.10, Πίνακας 5.2.11.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 5 στις 8/8/07 14:30 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές στις 10/8/07 21:00. Όπως, επίσης, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και αυτές που πάρθηκαν στις 7/8/07 10:45, 8/8/07 10:25 και 8/8/07 14:30. Επιπλέον, αυτές στις 7/8/07 10:45, 7/8/07 15:20, 8/8/07 10:25 και 10/8/07 18:30 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Ενώ αυτή που έχει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες μετρήσεις είναι στις 10/8/07 13:00.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται

αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.18. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 6.

Πίνακας 5.2.12. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 6.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	7/8/07 15:20	0,01182	0,005475	0,320	-0,00439	0,02802
	8/8/07 10:25	0,00725	0,005505	0,844	-0,00904	0,02355
	8/8/07 14:30	0,02632*	0,005586	0,000	0,00979	0,04286
	10/8/07 13:00	0,04228*	0,005603	0,000	0,02570	0,05886
	10/8/07 18:30	-0,00347	0,005823	0,997	-0,02070	0,01377
	10/8/07 21:00	0,03213*	0,005537	0,000	0,01574	0,04852
7/8/07 15:20	7/8/07 10:45	-0,01182	0,005475	0,320	-0,02802	0,00439
	8/8/07 10:25	-0,00456	0,005255	0,977	-0,02012	0,01099
	8/8/07 14:30	0,01451	0,005340	0,096	-0,00130	0,03031
	10/8/07 13:00	0,03046*	0,005358	0,000	0,01460	0,04632
	10/8/07 18:30	-0,01528	0,005587	0,092	-0,03182	0,00125
	10/8/07 21:00	0,02031*	0,005288	0,003	0,00466	0,03596
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	-0,00725	0,005505	0,844	-0,02355	0,00904

	7/8/07 15:20	0,00456	0,005255	0,977	-0,01099	0,02012
	8/8/07 14:30	0,01907*	0,005370	0,008	0,00318	0,03497
	10/8/07 13:00	0,03503*	0,005388	0,000	0,01908	0,05097
	10/8/07 18:30	-0,01072	0,005617	0,476	-0,02734	0,00590
	10/8/07 21:00	0,02488*	0,005319	0,000	0,00913	0,04062
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	-0,02632*	0,005586	0,000	-0,04286	-0,00979
	7/8/07 15:20	-0,01451	0,005340	0,096	-0,03031	0,00130
	8/8/07 10:25	-0,01907*	0,005370	0,008	-0,03497	-0,00318
	10/8/07 13:00	0,01596	0,005471	0,056	-0,00024	0,03215
	10/8/07 18:30	-0,02979*	0,005696	0,000	-0,04665	-0,01293
	10/8/07 21:00	0,00581	0,005403	0,935	-0,01018	0,02180
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,04228*	0,005603	0,000	-0,05886	-0,02570
	7/8/07 15:20	-0,03046*	0,005358	0,000	-0,04632	-0,01460
	8/8/07 10:25	-0,03503*	0,005388	0,000	-0,05097	-0,01908
	8/8/07 14:30	-0,01596	0,005471	0,056	-0,03215	0,00024
	10/8/07 18:30	-0,04574*	0,005713	0,000	-0,06265	-0,02884
	10/8/07 21:00	-0,01015	0,005420	0,500	-0,02619	0,00589
10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	0,00347	0,005823	0,997	-0,01377	0,02070
	7/8/07 15:20	0,01528	0,005587	0,092	-0,00125	0,03182
	8/8/07 10:25	0,01072	0,005617	0,476	-0,00590	0,02734
	8/8/07 14:30	0,02979*	0,005696	0,000	0,01293	0,04665
	10/8/07 13:00	0,04574*	0,005713	0,000	0,02884	0,06265
	10/8/07 21:00	0,03559*	0,005647	0,000	0,01888	0,05231
10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	-0,03213*	0,005537	0,000	-0,04852	-0,01574
	7/8/07 15:20	-0,02031*	0,005288	0,003	-0,03596	-0,00466
	8/8/07 10:25	-0,02488*	0,005319	0,000	-0,04062	-0,00913
	8/8/07 14:30	-0,00581	0,005403	0,935	-0,02180	0,01018
	10/8/07 13:00	0,01015	0,005420	0,500	-0,00589	0,02619
	10/8/07 18:30	-0,03559*	0,005647	0,000	-0,05231	-0,01888

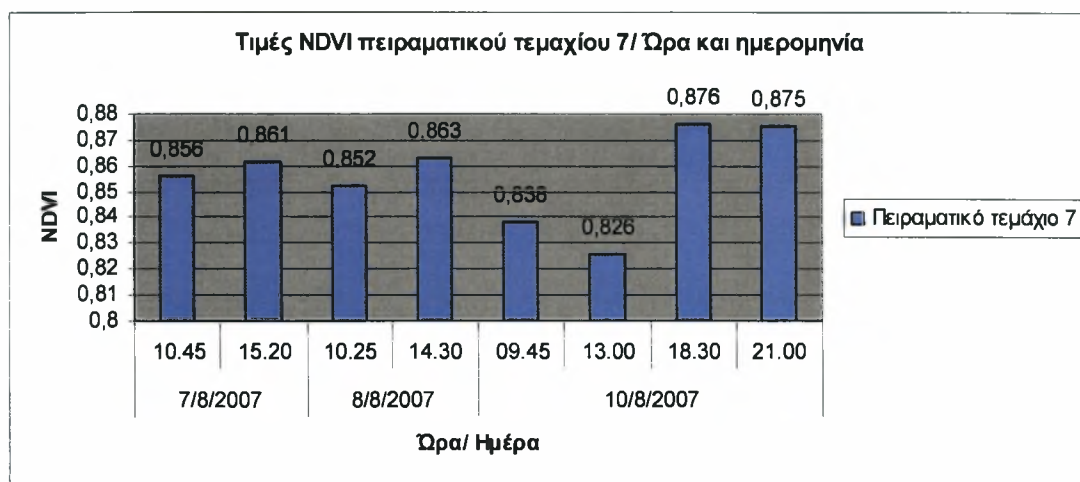
* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.2.13. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 6.

Επαναλήψεις	N	Subset		
		1	2	3
10/8/07 13:00	77	0,79047		
10/8/07 21:00	81	0,80062		
8/8/07 14:30	78	0,80642	0,80642	
7/8/07 15:20	85		0,82093	0,82093
8/8/07 10:25	83			0,82549
7/8/07 10:45	71			0,83275
10/8/07 18:30	66			0,83621
Sig.		0,059	0,117	0,082

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.12., Πίνακας 5.2.13.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 6 στις 8/8/07 14:30, 10/8/07 13:00 και στις 10/8/07 21:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπως, επίσης, και αυτές που πάρθηκαν στις 7/8/07 15:20 με αυτές στις 8/8/07 14:30. Επιπλέον, στις 7/8/07 10:45, 7/8/07 15:20, 8/8/07 10:25 και 10/8/07 18:30 δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.19. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 7.

Πίνακας 5.2.14. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 7.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	7/8/07 15:20	-0,00521	0,002444	0,396	-0,01265	0,00223
	8/8/07 10:25	0,00367	0,002444	0,806	-0,00376	0,01111
	8/8/07 14:30	-0,00677	0,002415	0,097	-0,01412	0,00058
	10/8/07 09:45	0,01801	0,008233	0,361	-0,00704	0,04305
	10/8/07 13:00	0,02981*	0,002713	0,000	0,02155	0,03806
	10/8/07 18:30	-0,01979*	0,002437	0,000	-0,02720	-0,01237
	10/8/07 21:00	-0,01926*	0,002476	0,000	-0,02679	-0,01172
7/8/07 15:20	7/8/07 10:45	0,00521	0,002444	0,396	-0,00223	0,01265
	8/8/07 10:25	0,00888*	0,002486	0,009	0,00132	0,01644
	8/8/07 14:30	-0,00156	0,002458	0,998	-0,00904	0,00592
	10/8/07 09:45	0,02321	0,008246	0,093	-0,00187	0,04830
	10/8/07 13:00	0,03502*	0,002751	0,000	0,02665	0,04338
	10/8/07 18:30	-0,01458*	0,002479	0,000	-0,02212	-0,00704
	10/8/07 21:00	-0,01405*	0,002517	0,000	-0,02171	-0,00639
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	-0,00367	0,002444	0,806	-0,01111	0,00376
	7/8/07 15:20	-0,00888*	0,002486	0,009	-0,01644	-0,00132
	8/8/07 14:30	-0,01044*	0,002458	0,001	-0,01792	-0,00296

	10/8/07 09:45	0,01433	0,008246	0,662	-0,01075	0,03942
	10/8/07 13:00	0,02614*	0,002751	0,000	0,01777	0,03450
	10/8/07 18:30	-0,02346*	0,002479	0,000	-0,03100	-0,01592
	10/8/07 21:00	-0,02293*	0,002517	0,000	-0,03059	-0,01527
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	0,00677	0,002415	0,097	-0,00058	0,01412
	7/8/07 15:20	0,00156	0,002458	0,998	-0,00592	0,00904
	38/8/07 10:25	0,01044*	0,002458	0,001	0,00296	0,01792
	10/8/07 09:45	0,02477	0,008237	0,055	-0,00029	0,04983
	10/8/07 13:00	0,03657*	0,002725	0,000	0,02828	0,04486
	10/8/07 18:30	-0,01302*	0,002450	0,000	-0,02047	-0,00556
	10/8/07 21:00	-0,01249*	0,002489	0,000	-0,02006	-0,00492
10/8/07 09:45	7/8/07 10:45	-0,01801	0,008233	0,361	-0,04305	0,00704
	7/8/07 15:20	-0,02321	0,008246	0,093	-0,04830	0,00187
	8/8/07 10:25	-0,01433	0,008246	0,662	-0,03942	0,01075
	8/8/07 14:30	-0,02477	0,008237	0,055	-0,04983	0,00029
	10/8/07 13:00	0,01180	0,008329	0,849	-0,01354	0,03714
	10/8/07 18:30	-0,03779*	0,008243	0,000	-0,06287	-0,01271
	10/8/07 21:00	-0,03726*	0,008255	0,000	-0,06238	-0,01215
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,02981*	0,002713	0,000	-0,03806	-0,02155
	7/8/07 15:20	-0,03502*	0,002751	0,000	-0,04338	-0,02665
	8/8/07 10:25	-0,02614*	0,002751	0,000	-0,03450	-0,01777
	8/8/07 14:30	-0,03657*	0,002725	0,000	-0,04486	-0,02828
	10/8/07 09:45	-0,01180	0,008329	0,849	-0,03714	0,01354
	10/8/07 18:30	-0,04959*	0,002744	0,000	-0,05794	-0,04124
	10/8/07 21:00	-0,04906*	0,002779	0,000	-0,05752	-0,04061
10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	0,01979*	0,002437	0,000	0,01237	0,02720
	7/8/07 15:20	0,01458*	0,002479	0,000	0,00704	0,02212
	8/8/07 10:25	0,02346*	0,002479	0,000	0,01592	0,03100
	8/8/07 14:30	0,01302*	0,002450	0,000	0,00556	0,02047
	10/8/07 09:45	0,03779*	0,008243	0,000	0,01271	0,06287
	10/8/07 13:00	0,04959*	0,002744	0,000	0,04124	0,05794
	10/8/07 21:00	0,00053	0,002510	1,000	-0,00711	0,00816

10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	0,01926*	0,002476	0,000	0,01172	0,02679
	7/8/07 15:20	0,01405*	0,002517	0,000	0,00639	0,02171
	8/8/07 10:25	0,02293*	0,002517	0,000	0,01527	0,03059
	8/8/07 14:30	0,01249*	0,002489	0,000	0,00492	0,02006
	10/8/07 09:45	0,03726*	0,008255	0,000	0,01215	0,06238
	10/8/07 13:00	0,04906*	0,002779	0,000	0,04061	0,05752
	10/8/07 18:30	-0,00053	0,002510	1,000	-0,00816	0,00711

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

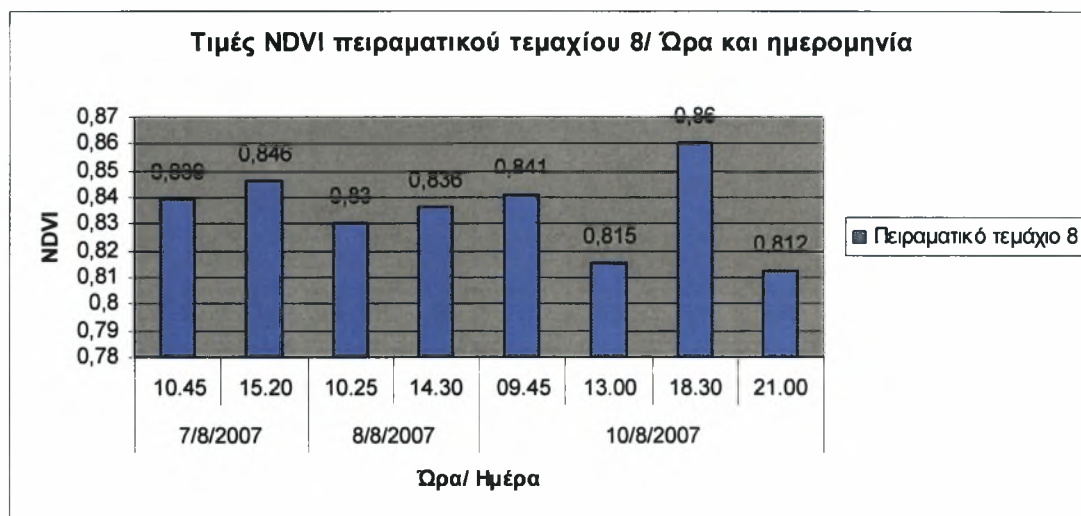
Πίνακας 5.2.15. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 7.

Επαναλήψεις	N	Subset			
		1	2	3	4
10/8/07 13:00	58	0,82595			
10/8/07 09:45	4	0,83775			
8/8/07 10:25	84		0,85208		
7/8/07 10:45	90		0,85576		
7/8/07 15:20	84		0,86096	0,86096	
8/8/07 14:30	88		0,86252	0,86252	0,86252
10/8/07 21:00	80			0,87501	0,87501
10/8/07 18:30	85				0,87554
Sig.		0,189	0,336	0,056	0,102

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.14., Πίνακας 5.2.15.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 7 στις 10/8/07 09:45 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές στις 10/8/07 13:00. Όπως, επίσης, και αυτές που πάρθηκαν στις 7/8/07 10:45, 7/8/07 15:20, 8/8/07 10:25 και 8/8/07 14:30 δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Επιπλέον, αυτές στις 7/8/07 15:20, 8/8/07 14:30 και 10/8/07 21:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Ακόμα, στατιστικά σημαντική διαφορά δεν υπάρχει μεταξύ των μετρήσεων στις 8/8/07 14:30, 10/8/07 18:30 και 10/8/07 21:00.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να

ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.20. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 8.

Πίνακας 5.2.16. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 8.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 10:45	7/8/07 15:20	-0,00787	0,004417	0,633	-0,02130	0,00557
	8/8/07 10:25	0,00809	0,004586	0,645	-0,00586	0,02204
	8/8/07 14:30	0,00256	0,004708	0,999	-0,01177	0,01688
	10/8/07 09:45	-0,00204	0,021201	1,000	-0,06654	0,06247
	10/8/07 13:00	0,02365*	0,004917	0,000	0,00869	0,03861
	10/8/07 18:30	-0,02157*	0,004659	0,000	-0,03575	-0,00740
	10/8/07 21:00	0,02642*	0,004759	0,000	0,01194	0,04090
7/8/07 15:20	7/8/07 10:45	0,00787	0,004417	0,633	-0,00557	0,02130
	8/8/07 10:25	0,01596*	0,004431	0,008	0,00248	0,02944
	8/8/07 14:30	0,01042	0,004556	0,302	-0,00344	0,02429

	10/8/07 09:45	0,00583	0,021168	1,000	-0,05858	0,07024
	10/8/07 13:00	0,03152*	0,004772	0,000	0,01700	0,04604
	10/8/07 18:30	-0,01371	0,004507	0,050	-0,02742	0,00000
	10/8/07 21:00	0,03429*	0,004610	0,000	0,02026	0,04831
8/8/07 10:25	7/8/07 10:45	-0,00809	0,004586	0,645	-0,02204	0,00586
	7/8/07 15:20	-0,01596*	0,004431	0,008	-0,02944	-0,00248
	8/8/07 14:30	-0,00553	0,004721	0,940	-0,01990	0,00883
	10/8/07 09:45	-0,01013	0,021204	1,000	-0,07464	0,05439
	10/8/07 13:00	0,01556*	0,004929	0,036	0,00056	0,03056
	10/8/07 18:30	-0,02966*	0,004673	0,000	-0,04388	-0,01545
	10/8/07 21:00	0,01833*	0,004772	0,003	0,00381	0,03285
8/8/07 14:30	7/8/07 10:45	-0,00256	0,004708	0,999	-0,01688	0,01177
	7/8/07 15:20	-0,01042	0,004556	0,302	-0,02429	0,00344
	8/8/07 10:25	0,00553	0,004721	0,940	-0,00883	0,01990
	10/8/07 09:45	-0,00459	0,021231	1,000	-0,06919	0,06001
	10/8/07 13:00	0,02109*	0,005043	0,001	0,00575	0,03644
	10/8/07 18:30	-0,02413*	0,004792	0,000	-0,03871	-0,00955
	10/8/07 21:00	0,02386*	0,004889	0,000	0,00899	0,03874
10/8/07 09:45	7/8/07 10:45	0,00204	0,021201	1,000	-0,06247	0,06654
	7/8/07 15:20	-0,00583	0,021168	1,000	-0,07024	0,05858
	8/8/07 10:25	0,01013	0,021204	1,000	-0,05439	0,07464
	8/8/07 14:30	0,00459	0,021231	1,000	-0,06001	0,06919
	10/8/07 13:00	0,02569	0,021278	0,930	-0,03906	0,09043
	10/8/07 18:30	-0,01954	0,021220	0,984	-0,08410	0,04503
	10/8/07 21:00	0,02846	0,021242	0,883	-0,03618	0,09309
10/8/07 13:00	7/8/07 10:45	-0,02365*	0,004917	0,000	-0,03861	-0,00869
	7/8/07 15:20	-0,03152*	0,004772	0,000	-0,04604	-0,01700
	8/8/07 10:25	-0,01556*	0,004929	0,036	-0,03056	-0,00056
	8/8/07 14:30	-0,02109*	0,005043	0,001	-0,03644	-0,00575
	10/8/07 09:45	-0,02569	0,021278	0,930	-0,09043	0,03906
	10/8/07 18:30	-0,04523*	0,004998	0,000	-0,06043	-0,03002
	10/8/07 21:00	0,00277	0,005091	0,999	-0,01272	0,01826

10/8/07 18:30	7/8/07 10:45	0,02157*	0,004659	0,000	0,00740	0,03575
	7/8/07 15:20	0,01371	0,004507	0,050	0,00000	0,02742
	8/8/07 10:25	0,02966*	0,004673	0,000	0,01545	0,04388
	8/8/07 14:30	0,02413*	0,004792	0,000	0,00955	0,03871
	10/8/07 09:45	0,01954	0,021220	0,984	-0,04503	0,08410
	10/8/07 13:00	0,04523*	0,004998	0,000	0,03002	0,06043
	10/8/07 21:00	0,04800*	0,004843	0,000	0,03326	0,06273
10/8/07 21:00	7/8/07 10:45	-0,02642*	0,004759	0,000	-0,04090	-0,01194
	7/8/07 15:20	-0,03429*	0,004610	0,000	-0,04831	-0,02026
	8/8/07 10:25	-0,01833*	0,004772	0,003	-0,03285	-0,00381
	8/8/07 14:30	-0,02386*	0,004889	0,000	-0,03874	-0,00899
	10/8/07 09:45	-0,02846	0,021242	0,883	-0,09309	0,03618
	10/8/07 13:00	-0,00277	0,005091	0,999	-0,01826	0,01272
	10/8/07 18:30	-0,04800*	0,004843	0,000	-0,06273	-0,03326

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

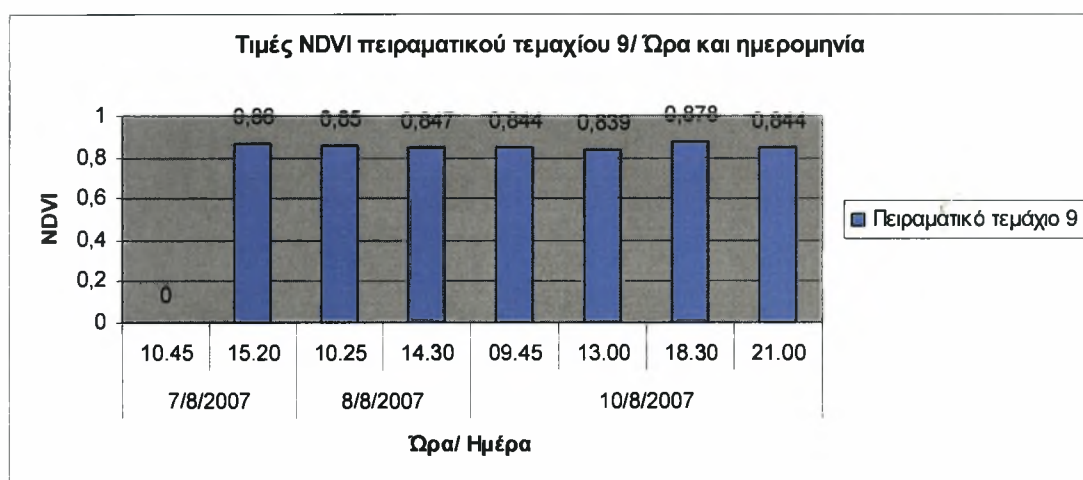
Πίνακας 5.2.17. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 8.

Επαναλήψεις	N	Subset	
		1	2
10/8/07 21:00	72	0,81204	
10/8/07 13:00	64	0,81481	
8/8/07 10:25	83	0,83037	0,83037
8/8/07 14:30	75	0,83591	0,83591
7/8/07 10:45	84	0,83846	0,83846
10/8/07 09:45	2	0,84050	0,84050
7/8/07 15:20	97	0,84633	0,84633
10/8/07 18:30	78		0,86004
Sig.		0,054	0,156

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.16., Πίνακας 5.2.17.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 8 στις 7/8/07 10:45, 7/8/07 15:20, 8/8/07 10:25, 8/8/07 14:30, 10/8/07 9:45, 10/8/07 13:00 και 10/8/07

21:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπως, επίσης, και αυτές στις 7/8/07 10:45, 7/8/07 15:20, 8/8/07 10:25, 8/8/07 14:30, 10/8/07 09:45 και 10/8/07 18:30 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Αυτό σημαίνει ότι οι μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.2.21. Τιμές NDVI του πειραματικού τεμαχίου 9.

Πίνακας 5.2.18. Πολλαπλές συγκρίσεις επαναλήψεων στο πειραματικό τεμάχιο 9.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Επαναλήψεις	(J) Επαναλήψεις	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
7/8/07 15:20	8/8/07 10:25	0,01010*	0,002667	0,003	0,00220	0,01799
	8/8/07 14:30	0,01253*	0,002767	0,000	0,00434	0,02072
	10/8/07 09:45	0,01611*	0,003747	0,000	0,00502	0,02720
	10/8/07 13:00	0,02074*	0,002731	0,000	0,01266	0,02883
	10/8/07 18:30	-0,01846*	0,002749	0,000	-0,02659	-0,01032
	10/8/07 21:00	0,01556*	0,002767	0,000	0,00737	0,02375
8/8/07 10:25	7/8/07 15:20	-0,01010*	0,002667	0,003	-0,01799	-0,00220

	8/8/07 14:30	0,00243	0,002774	0,976	-0,00578	0,01065
	10/8/07 09:45	0,00601	0,003752	0,682	-0,00510	0,01711
	10/8/07 13:00	0,01064*	0,002738	0,002	0,00254	0,01875
	10/8/07 18:30	-0,02856*	0,002756	0,000	-0,03671	-0,02040
	10/8/07 21:00	0,00546	0,002774	0,437	-0,00275	0,01367
8/8/07 14:30	7/8/07 15:20	-0,01253*	0,002767	0,000	-0,02072	-0,00434
	8/8/07 10:25	-0,00243	0,002774	0,976	-0,01065	0,00578
	10/8/07 09:45	0,00357	0,003824	0,967	-0,00774	0,01489
	10/8/07 13:00	0,00821	0,002836	0,060	-0,00018	0,01660
	10/8/07 18:30	-0,03099*	0,002853	0,000	-0,03943	-0,02255
	10/8/07 21:00	0,00303	0,002871	0,941	-0,00547	0,01152
10/8/07 09:45	7/8/07 15:20	-0,01611*	0,003747	0,000	-0,02720	-0,00502
	8/8/07 10:25	-0,00601	0,003752	0,682	-0,01711	0,00510
	8/8/07 14:30	-0,00357	0,003824	0,967	-0,01489	0,00774
	10/8/07 13:00	0,00464	0,003798	0,886	-0,00660	0,01588
	10/8/07 18:30	-0,03456*	0,003810	0,000	-0,04584	-0,02329
	10/8/07 21:00	-0,00055	0,003824	1,000	-0,01187	0,01077
10/8/07 13:00	7/8/07 15:20	-0,02074*	0,002731	0,000	-0,02883	-0,01266
	8/8/07 10:25	-0,01064*	0,002738	0,002	-0,01875	-0,00254
	8/8/07 14:30	-0,00821	0,002836	0,060	-0,01660	0,00018
	10/8/07 09:45	-0,00464	0,003798	0,886	-0,01588	0,00660
	10/8/07 18:30	-0,03920*	0,002818	0,000	-0,04754	-0,03086
	10/8/07 21:00	-0,00519	0,002836	0,529	-0,01358	0,00321
10/8/07 18:30	7/8/07 15:20	0,01846*	0,002749	0,000	0,01032	0,02659
	8/8/07 10:25	0,02856*	0,002756	0,000	0,02040	0,03671
	8/8/07 14:30	0,03099*	0,002853	0,000	0,02255	0,03943
	10/8/07 09:45	0,03456*	0,003810	0,000	0,02329	0,04584
	10/8/07 13:00	0,03920*	0,002818	0,000	0,03086	0,04754
	10/8/07 21:00	0,03402*	0,002853	0,000	0,02557	0,04246
10/8/07 21:00	7/8/07 15:20	-0,01556*	0,002767	0,000	-0,02375	-0,00737
	8/8/07 10:25	-0,00546	0,002774	0,437	-0,01367	0,00275
	8/8/07 14:30	-0,00303	0,002871	0,941	-0,01152	0,00547

	10/8/07 09:45	0,00055	0,003824	1,000	-0,01077	0,01187
	10/8/07 13:00	0,00519	0,002836	0,529	-0,00321	0,01358
	10/8/07 18:30	-0,03402*	0,002853	0,000	-0,04246	-0,02557

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.2.19. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις στο πειραματικό τεμάχιο 9.

Επαναλήψεις	N	Subset			
		1	2	3	4
10/8/07 13:00	83	0,83917			
10/8/07 09:45	31	0,84381	0,84381		
10/8/07 21:00	79	0,84435	0,84435		
8/8/07 14:30	79	0,84738	0,84738		
8/8/07 10:25	91		0,84981		
7/8/07 15:20	92			0,85991	
10/8/07 18:30	81				0,87837
Sig.		0,116	0,459	1,000	1,000

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.2.18., Πίνακας 5.2.19.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 9 στις 8/8/07 14:30, 10/8/07 09:45, 10/8/07 13:00 και 10/8/07 21:00 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπως, επίσης, και αυτές που πάρθηκαν στις 8/8/07 10:25, 8/8/07 14:30, 10/8/07 09:45 και 10/8/07 21:00. Στις 7/8/07 15:20 και 10/8/07 18:30 παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά με όλες τις υπόλοιπες μετρήσεις.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επίσης, η διαφήμιση της εταιρείας ότι μπορούν να ληφθούν μετρήσεις ημέρα και νύχτα είναι ορθή και επαληθεύσιμη. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.

5.3.Black Belt – Grass

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας (Πίνακας 5.3.1.) με τα αποτελέσματα NDVI, σύμφωνα με τον αισθητήρα Green Seeker, και ένας πίνακας (Πίνακας 5.3.2.) με τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης στα πειραματικά τεμάχια του Black Belt σε καλλιέργεια γρασιδιού. Επίσης, παρουσιάζονται διαγράμματα (Σχήμα 5.3.1. – Σχήμα 5.3.13) καθώς και χάρτες (Σχήμα 5.3.14. – Σχήμα 5.3.17) των αποτελεσμάτων. Τέλος, έπειτα από στατιστική ανάλυση παρουσιάζονται πίνακες (Πίνακας 5.3.3. – Πίνακας 5.3.14.) που δείχνουν εάν και κατά πόσο υπάρχει σημαντική διαφορά των αποτελεσμάτων μεταξύ τους.

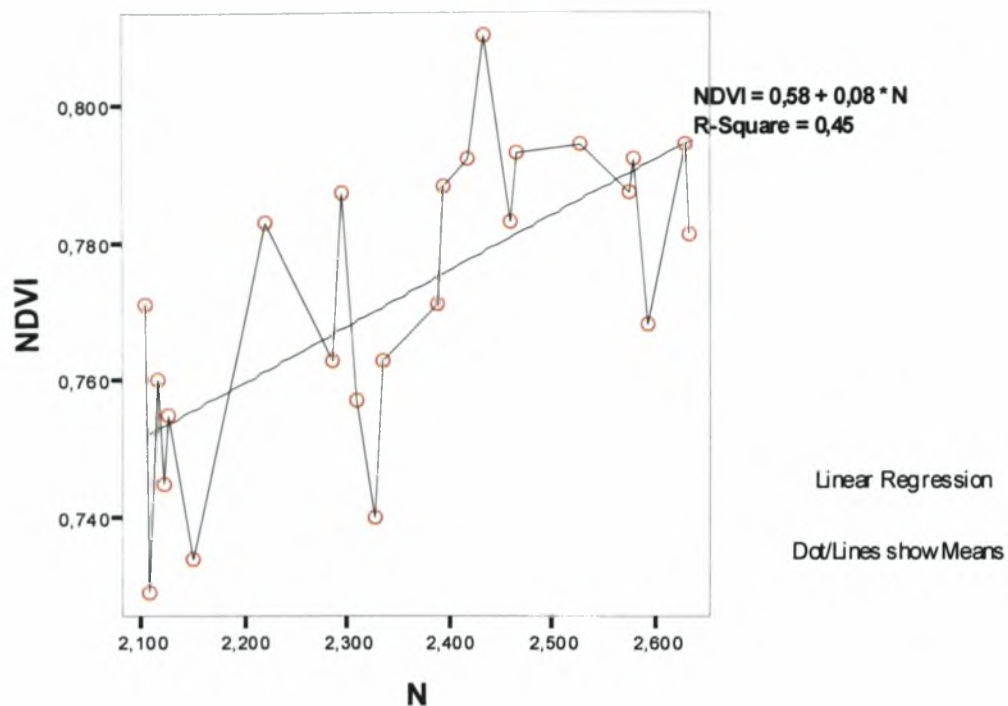
Πίνακας 5.3.1. Τιμές φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης.

Laura Sturgeon - BBS Johnsongrass					
samples received in our lab: 8-9-07					
Run Date: 9/5/07					
Samples run on LECO TruSpec in Agronomy and Soils Department, Auburn University, AL.					
Operator: Brenda H. Wood					
Standard values: EDTA: C=41.03%, N=9.57%; Citrus leaves: C=41.75%, N=2.88%,					
soil high: C=3.62%, N=0.29%; dana (in house std) C=0.93%, N=0.08%					
soil high new: C=2.99%, N=0.198%					
				N	C
Sample	Comments	Wt. (g)	Method	%	%
101	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1036	Plants	2,460	34,641
102	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0958	Plants	2,579	35,035
103	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1027	Plants	2,575	34,663
104	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1013	Plants	2,628	33,327
105	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0963	Plants	2,395	35,050
106	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0981	Plants	2,433	34,360
231	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0977	Plants	2,286	34,650
232	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1038	Plants	2,295	34,801
233	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0964	Plants	2,116	33,695
234	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0966	Plants	2,631	35,056

235	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1025	Plants	2,419	34,145
236	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0969	Plants	2,526	35,243
EDTA/L1050	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,2059	Plants	9,633	38,952
Citrus leaves	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1021	Plants	2,823	38,055
325	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0977	Plants	2,593	35,407
326	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0998	Plants	2,310	35,267
327	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1049	Plants	2,104	34,561
328	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0983	plants	2,149	35,144
329	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1030	plants	2,107	35,109
330	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0981	plants	2,328	35,548
413	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1018	plants	2,388	35,609
414	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0983	plants	2,466	35,459
415	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,1037	plants	2,221	35,164
416	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0972	plants	2,335	34,091
417	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0997	plants	2,125	34,676
418	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0964	plants	2,121	34,860
EDTA/L1050	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,2089	plants	9,571	38,575
Citrus leaves	Laura Sturgeon, johnsongrass, 8-9-07	0,0998	plants	2,775	37,774

Πίνακας 5.3.2. Μέσοι όροι των τιμών NDVI των πειραματικών τεμαχίων.

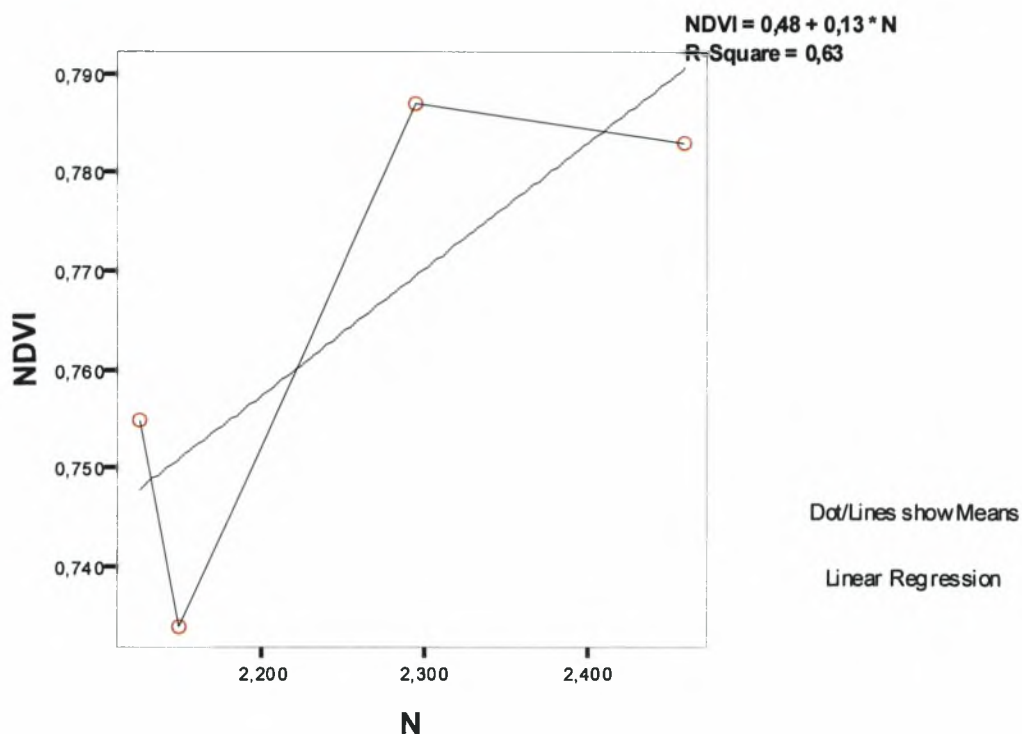
Black Belt Substation: 09.08.2007		
Grass		
Anna Orfanou		
Treatment	Replications	NDVI
SSP: CF, SP: PUR, MP: BERM	101	0,783
	232	0,787
	328	0,734
	417	0,755
SSP: BL - S, SP: PUR, MP: BERM	102	0,792
	231	0,763
	329	0,729
	416	0,763
SSP: BL - C, SP: PUR, MP: BERM	103	0,787
	233	0,76
	330	0,74
	418	0,745
SSP: CF, SP: CLO, MP: BERM	104	0,794
	235	0,792
	326	0,757
	413	0,771
SSP: BL - C, SP: CLO, MP: BERM	105	0,788
	236	0,794
	327	0,771
	414	0,793
SSP: BL - S, SP: CLO, MP: BERM	106	0,81
	234	0,781
	325	0,768
	415	0,783



Σχήμα 5.3.1. Συσχέτιση τιμών NDVI από Green Seeker με τιμές N από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 5.3.1.) παρατηρείται ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, και των τιμών N, από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

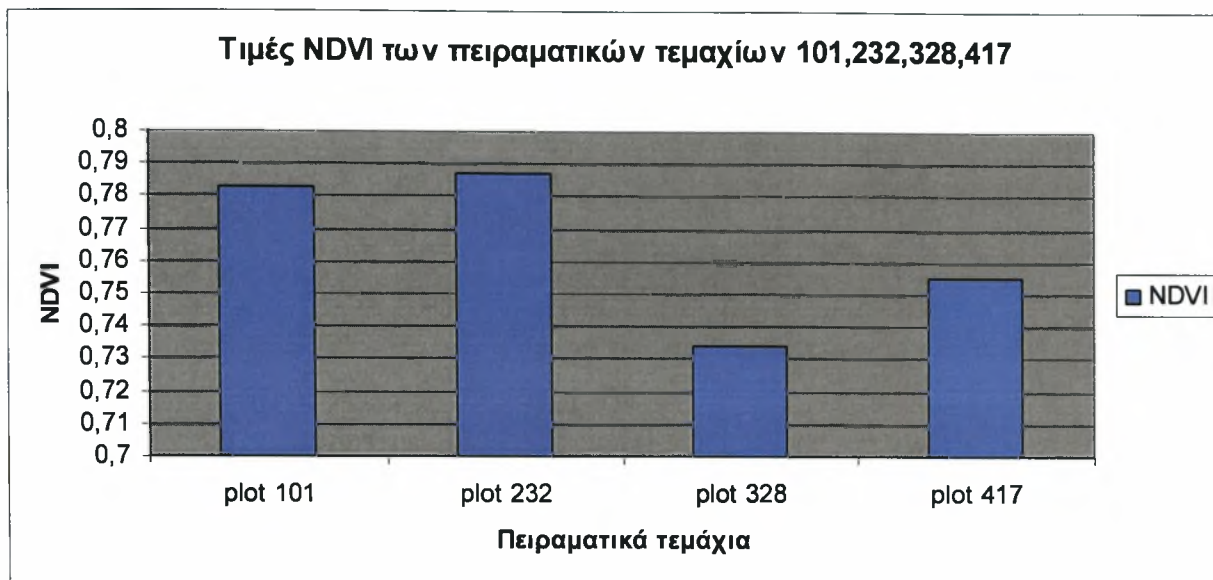
Επομένως, η εκτίμηση των αναγκών σε N από το δείκτη βλάστησης έχει μια βάση, όχι απόλυτα αλλά με σχετικά υψηλή πιθανότητα επιτυχίας.



Σχήμα 5.3.2. Συσχέτιση τιμών NDVI από Green Seeker με τιμές N από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση των πειραματικών τεμαχίων 101, 232, 328, 417 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 5.3.2.) παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 101, 232, 328 και 417, που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση, υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, και των τιμών N, από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Επομένως, η εκτίμηση των αναγκών σε N από το δείκτη βλάστησης έχει μια βάση, όχι απόλυτα αλλά με σχετικά υψηλή πιθανότητα επιτυχίας.



Σχήμα 5.3.3. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 101, 232, 328, 417 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Πίνακας 5.3.3. Πολλαπλές συγκρίσεις των πειραματικών τεμαχίων 101, 232, 328, 417 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Replications	(J) Replications	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
101	232	-0,00383	0,009576	0,978	-0,03052	0,02286
	328	0,04926*	0,009227	0,000	0,02354	0,07498
	417	0,02800*	0,009576	0,038	0,00131	0,05469
232	101	0,00383	0,009576	0,978	-0,02286	0,03052
	328	0,05310*	0,009227	0,000	0,02738	0,07881
	417	0,03183*	0,009576	0,016	0,00514	0,05852
328	101	-0,04926*	0,009227	0,000	-0,07498	-0,02354
	232	-0,05310*	0,009227	0,000	-0,07881	-0,02738
	417	-0,02126	0,009227	0,129	-0,04698	0,00446
417	101	-0,02800*	0,009576	0,038	-0,05469	-0,00131
	232	-0,03183*	0,009576	0,016	-0,05852	-0,00514
	328	0,02126	0,009227	0,129	-0,00446	0,04698

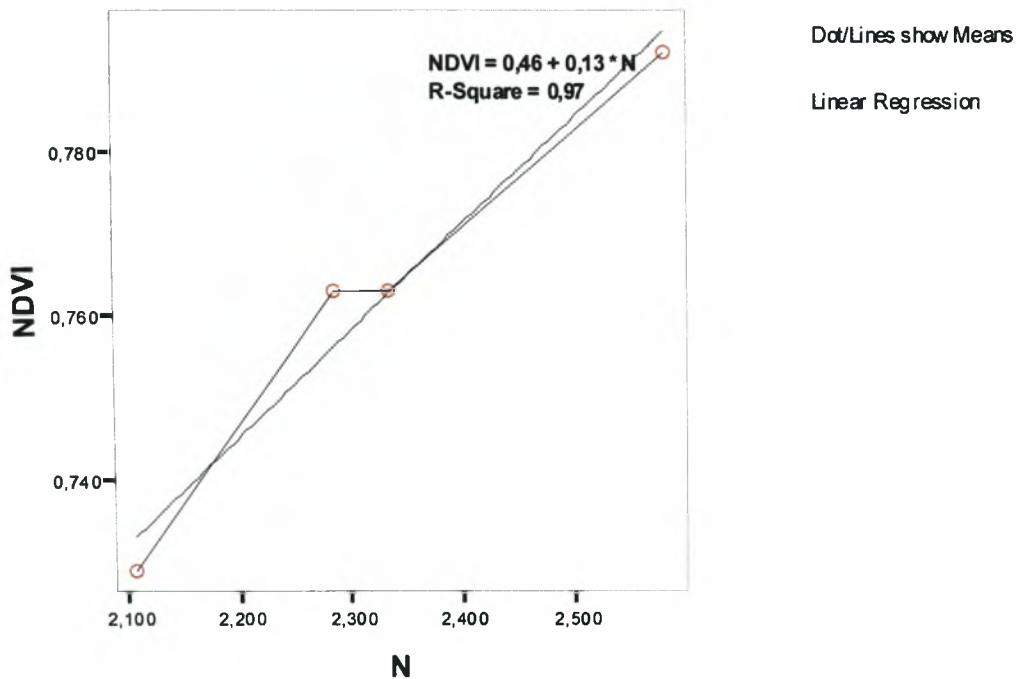
* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.3.4. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις.

NDVI			
Replications	N	Subset	
		1	2
328	7	0,73357	
417	6	0,75483	
101	6		0,78283
232	6		0,78667
Sig.		0,140	0,977

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.3.3., Πίνακας 5.3.4.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 328 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές από το 417. Το ίδιο παρατηρείται και στα πειραματικά τεμάχια 101 και 232.

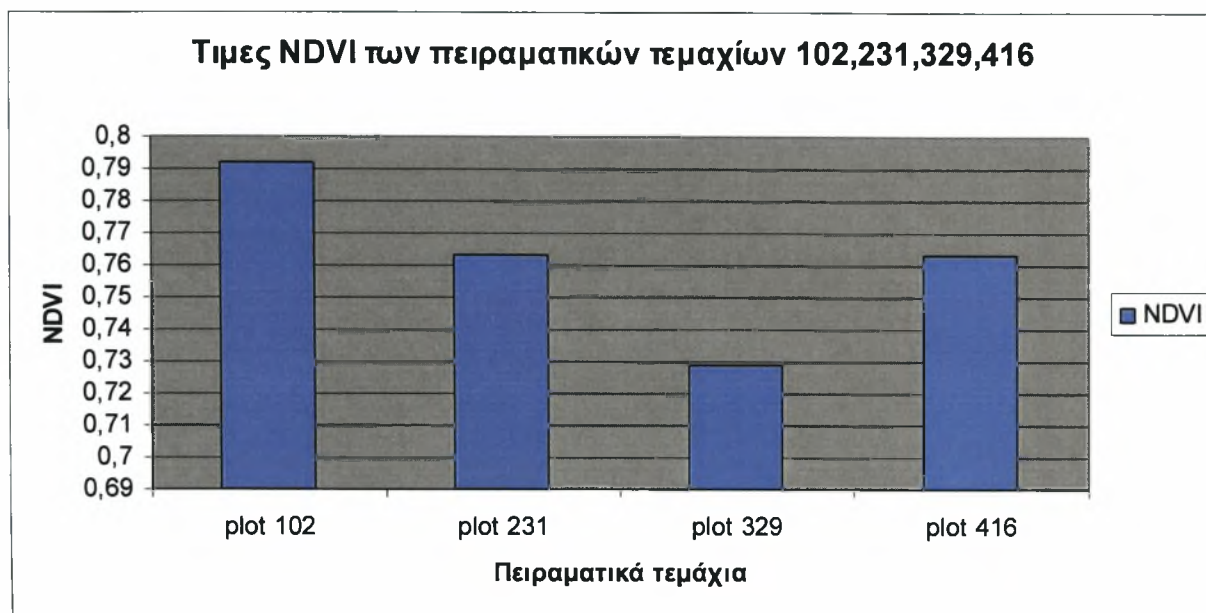
Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.3.4. Συσχέτιση τιμών NDVI από Green Seeker με τιμές N από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση των πειραματικών τεμαχίων 102, 231, 329, 416 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 5.3.4.) παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 102, 231, 329 και 416, που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση, υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, και των τιμών N, από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Επομένως, η εκτίμηση των αναγκών σε N από το δείκτη βλάστησης έχει μια βάση, όχι απόλυτα αλλά με σχετικά υψηλή πιθανότητα επιτυχίας.



Σχήμα 5.3.5. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 102, 231, 329, 416 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Πίνακας 5.3.5. Πολλαπλές συγκρίσεις των πειραματικών τεμαχίων 102, 231, 329, 416 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Replications	(J) Replications	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
102	231	0,02898	0,010707	0,058	-0,00076	0,05871
	329	0,06371*	0,010143	0,000	0,03554	0,09187
	416	0,02966*	0,009720	0,028	0,00267	0,05665
231	102	-0,02898	0,010707	0,058	-0,05871	0,00076
	329	0,03473*	0,011372	0,028	0,00315	0,06631
	416	0,00069	0,010997	1,000	-0,02985	0,03122
329	102	-0,06371*	0,010143	0,000	-0,09187	-0,03554
	231	-0,03473*	0,011372	0,028	-0,06631	-0,00315
	416	-0,03405*	0,010449	0,018	-0,06306	-0,00503
416	102	-0,02966*	0,009720	0,028	-0,05665	-0,00267
	231	-0,00069	0,010997	1,000	-0,03122	0,02985
	329	0,03405*	0,010449	0,018	0,00503	0,06306

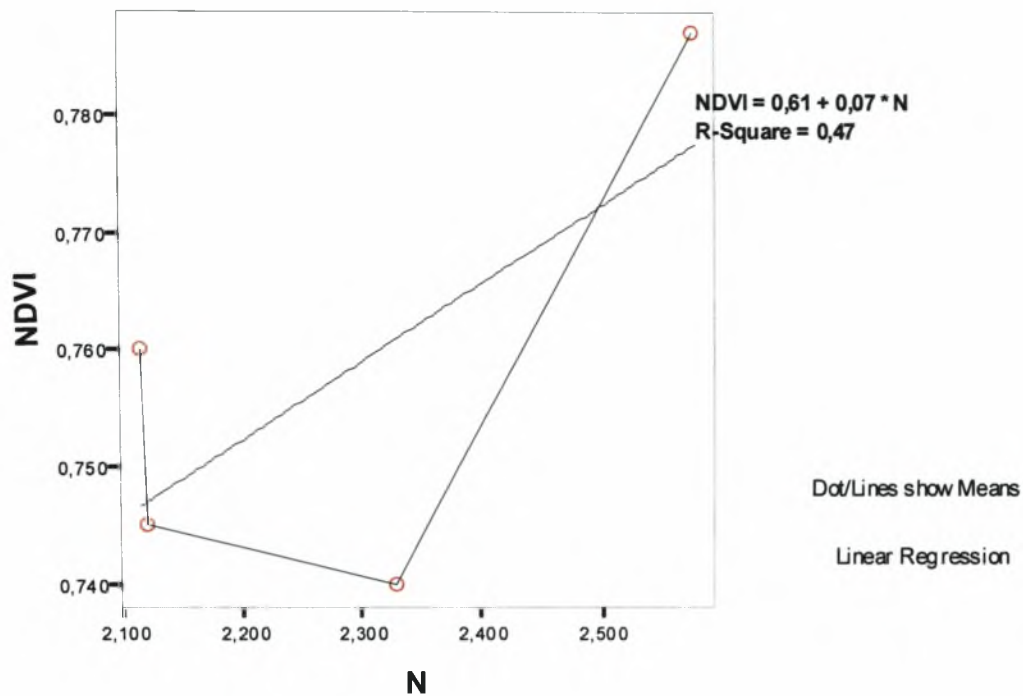
* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.3.6. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις.

NDVI				
Replications	N	Subset		
		1	2	3
329	6	0,72867		
416	7		0,76271	
231	5		0,76340	0,76340
102	8			0,79238
Sig.		1,000	1,000	0,054

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.3.5., Πίνακας 5.3.6.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 231 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές από το 416. Το ίδιο παρατηρείται και στα πειραματικά τεμάχια 102 και 231. Ενώ αυτές οι μετρήσεις που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά είναι από το πειραματικό τεμάχιο 329.

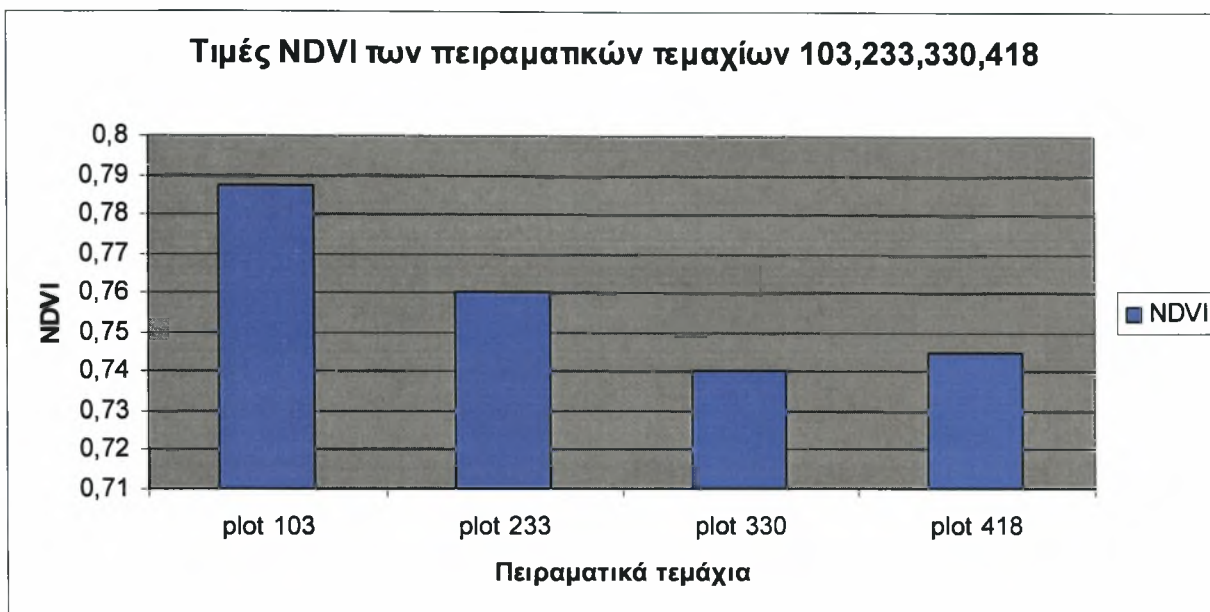
Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.3.6. Συσχέτιση τιμών NDVI από Green Seeker με τιμές N από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση των πειραματικών τεμαχίων 103, 233, 330, 418 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 5.3.6.) παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 103, 233, 330 και 418, που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση, υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, και των τιμών N, από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Επομένως, η εκτίμηση των αναγκών σε N από το δείκτη βλάστησης έχει μια βάση, όχι απόλυτα αλλά με σχετικά υψηλή πιθανότητα επιτυχίας.



Σχήμα 5.3.7. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 103, 233, 330, 418 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Πίνακας 5.3.7. Πολλαπλές συγκρίσεις των πειραματικών τεμαχίων 103, 233, 330, 418 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Replications	(J) Replications	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
103	233	0,02617	0,010626	0,096	-0,00345	0,05578
	330	0,04633*	0,010626	0,001	0,01672	0,07595
	418	0,04193*	0,010239	0,003	0,01339	0,07047
233	103	-0,02617	0,010626	0,096	-0,05578	0,00345
	330	0,02017	0,010626	0,259	-0,00945	0,04978
	418	0,01576	0,010239	0,433	-0,01278	0,04430
330	103	-0,04633*	0,010626	0,001	-0,07595	-0,01672
	233	-0,02017	0,010626	0,259	-0,04978	0,00945
	418	-0,00440	0,010239	0,973	-0,03295	0,02414
418	103	-0,04193*	0,010239	0,003	-0,07047	-0,01339
	233	-0,01576	0,010239	0,433	-0,04430	0,01278
	330	0,00440	0,010239	0,973	-0,02414	0,03295

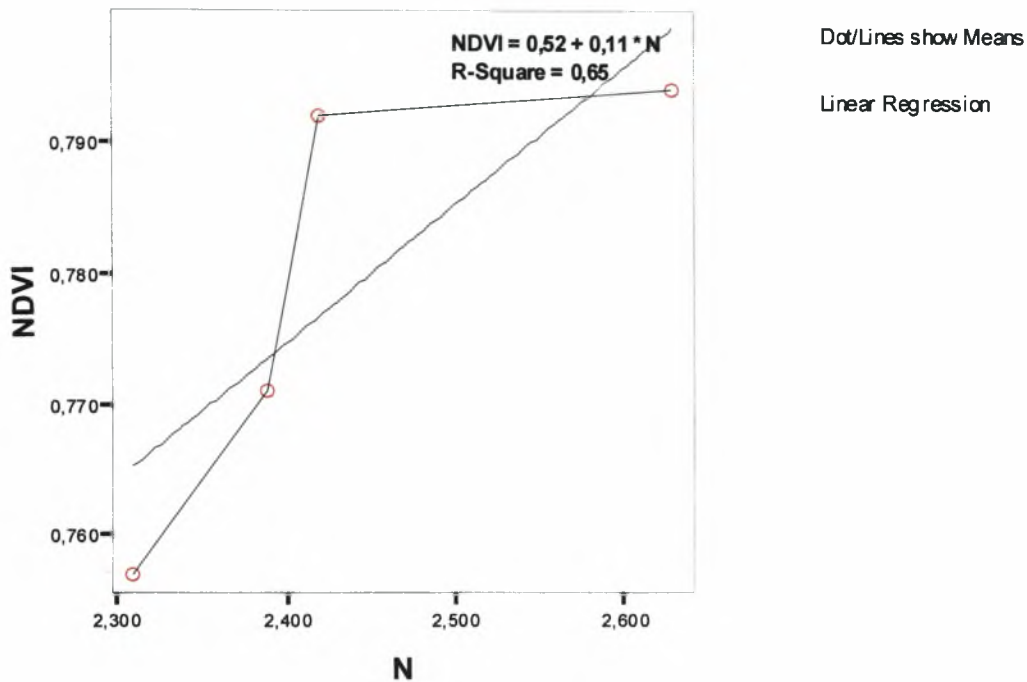
* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.3.8. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις.

NDVI			
Replications	N	Subset	
		1	2
330	6	0,74017	
418	7	0,74457	
233	6	0,76033	0,76033
103	6		0,78650
Sig.		0,245	0,088

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.3.7., Πίνακας 5.3.8.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από τα πειραματικά τεμάχια 233, 330 και 418 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπως, επίσης, και αυτές από το πειραματικό τεμάχιο 103 με αυτές από το 233.

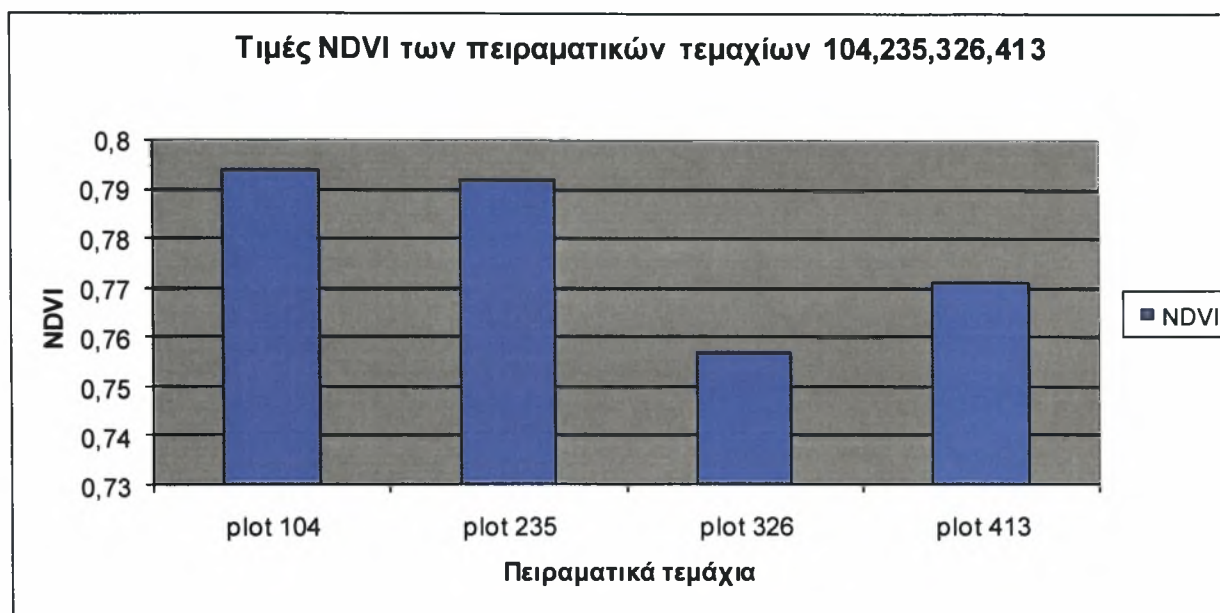
Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.3.8. Συσχέτιση τιμών NDVI από Green Seeker με τιμές N από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση των πειραματικών τεμαχίων 104, 235, 326, 413 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 5.3.8.) παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 104, 235, 326 και 413, που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση, υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, και των τιμών N, από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Επομένως, η εκτίμηση των αναγκών σε N από το δείκτη βλάστησης έχει μια βάση, όχι απόλυτα αλλά με σχετικά υψηλή πιθανότητα επιτυχίας.



Σχήμα 5.3.9. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 104, 235, 326, 413 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Πίνακας 5.3.9. Πολλαπλές συγκρίσεις των πειραματικών τεμαχίων 104, 235, 326, 413 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Replications	(J) Replications	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
104	235	0,00250	0,008621	0,991	-0,02144	0,02644
	326	0,03742*	0,008064	0,001	0,01502	0,05981
	413	0,02283	0,008621	0,065	-0,00111	0,04677
235	104	-0,00250	0,008621	0,991	-0,02644	0,02144
	326	0,03492*	0,008064	0,001	0,01252	0,05731
	413	0,02033	0,008621	0,115	-0,00361	0,04427
326	104	-0,03742*	0,008064	0,001	-0,05981	-0,01502
	235	-0,03492*	0,008064	0,001	-0,05731	-0,01252
	413	-0,01458	0,008064	0,296	-0,03698	0,00781
413	104	-0,02283	0,008621	0,065	-0,04677	0,00111
	235	-0,02033	0,008621	0,115	-0,04427	0,00361
	326	0,01458	0,008064	0,296	-0,00781	0,03698

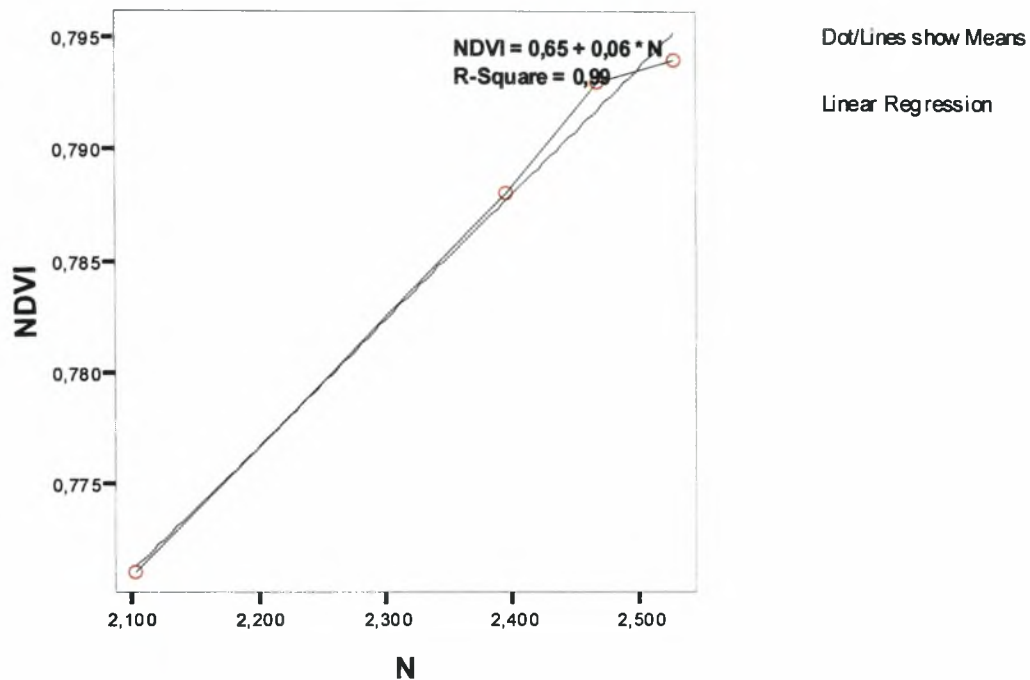
* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Πίνακας 5.3.10. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις.

NDVI			
Replications	N	Subset	
		1	2
326	8	0,75675	
413	6	0,77133	0,77133
235	6		0,79167
104	6		0,79417
Sig.		0,325	0,054

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.3.9., Πίνακας 5.3.10.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 326 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτές από το 413. Όπως, επίσης, και στα πειραματικά τεμάχια 104, 235 και 413 δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

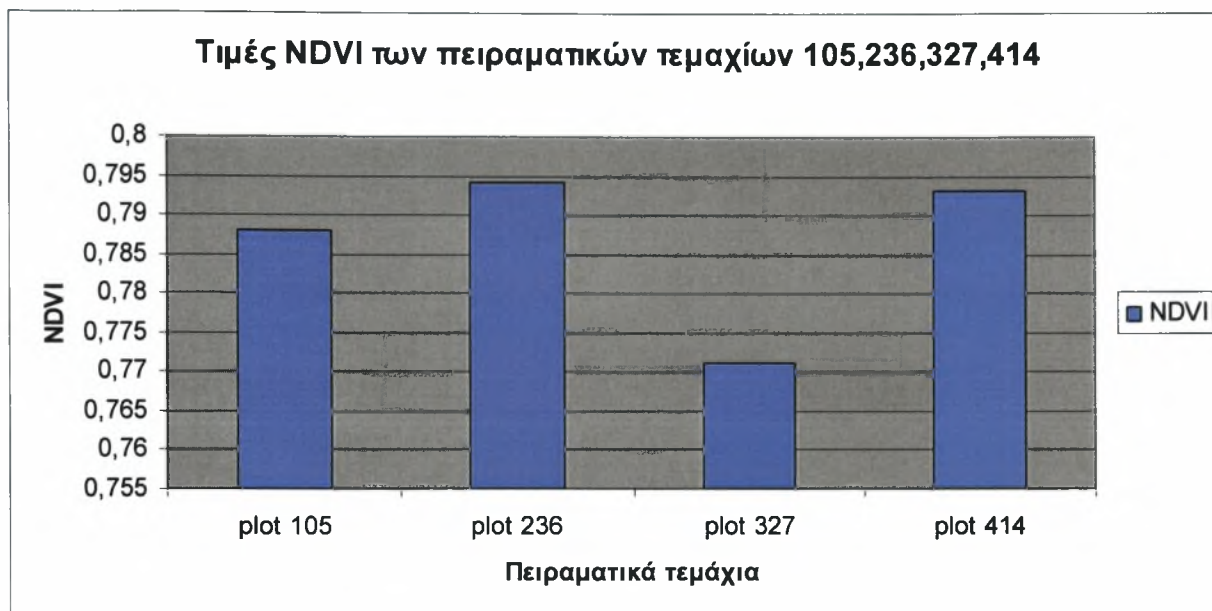
Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 5.3.10. Συσχέτιση τιμών NDVI από Green Seeker με τιμές N από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση των πειραματικών τεμαχίων 105, 236, 327, 414 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 5.3.10.) παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 105, 236, 327 και 414, που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση, υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, και των τιμών N, από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.

Επομένως, η εκτίμηση των αναγκών σε N από το δείκτη βλάστησης έχει μια βάση, όχι απόλυτα αλλά με σχετικά υψηλή πιθανότητα επιτυχίας.



Σχήμα 5.3.11. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 105, 236, 327, 414 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Πίνακας 5.3.11. Πολλαπλές συγκρίσεις των πειραματικών τεμαχίων 105, 236, 327, 414 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

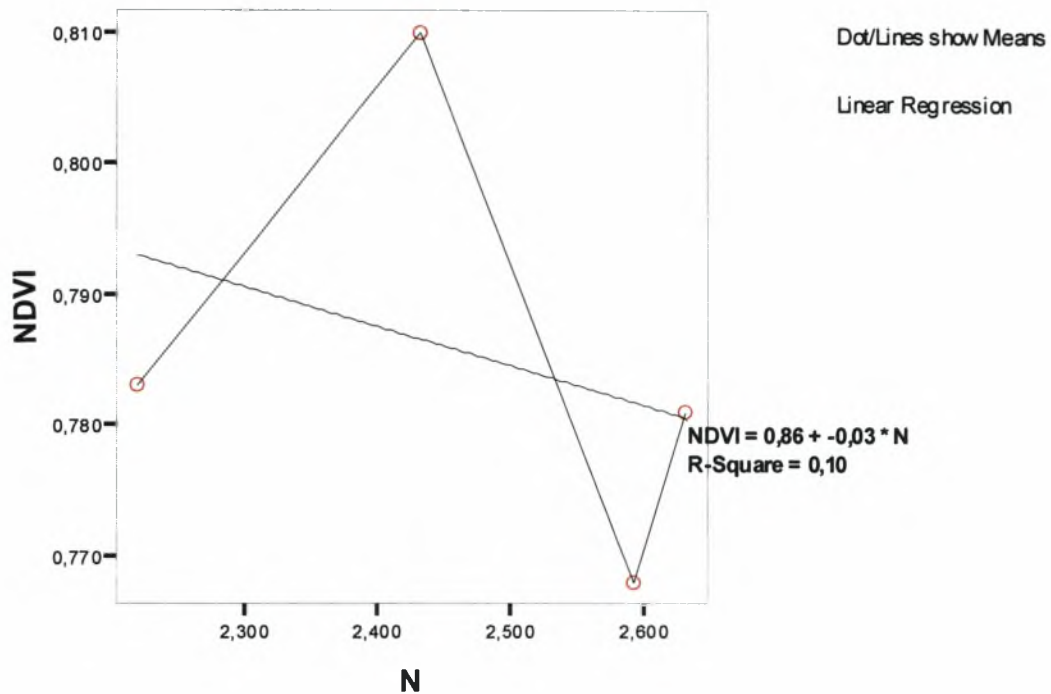
Dependent Variable: NDVI						
(I) Replications	(J) Replications	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
105	236	-0,00561	0,012264	0,968	-0,03954	0,02833
	327	0,01685	0,013509	0,604	-0,02053	0,05423
	414	-0,00489	0,012264	0,978	-0,03883	0,02904
236	105	0,00561	0,012264	0,968	-0,02833	0,03954
	327	0,02246	0,013875	0,388	-0,01594	0,06085
	414	0,00071	0,012666	1,000	-0,03434	0,03576
327	105	-0,01685	0,013509	0,604	-0,05423	0,02053
	236	-0,02246	0,013875	0,388	-0,06085	0,01594
	414	-0,02174	0,013875	0,416	-0,06014	0,01665
414	105	0,00489	0,012264	0,978	-0,02904	0,03883
	236	-0,00071	0,012666	1,000	-0,03576	0,03434
	327	0,02174	0,013875	0,416	-0,01665	0,06014

Πίνακας 5.3.12. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις.

NDVI		
Replications	N	Subset
		1
327	5	0,77140
105	8	0,78825
414	7	0,79314
236	7	0,79386
Sig.		0,339

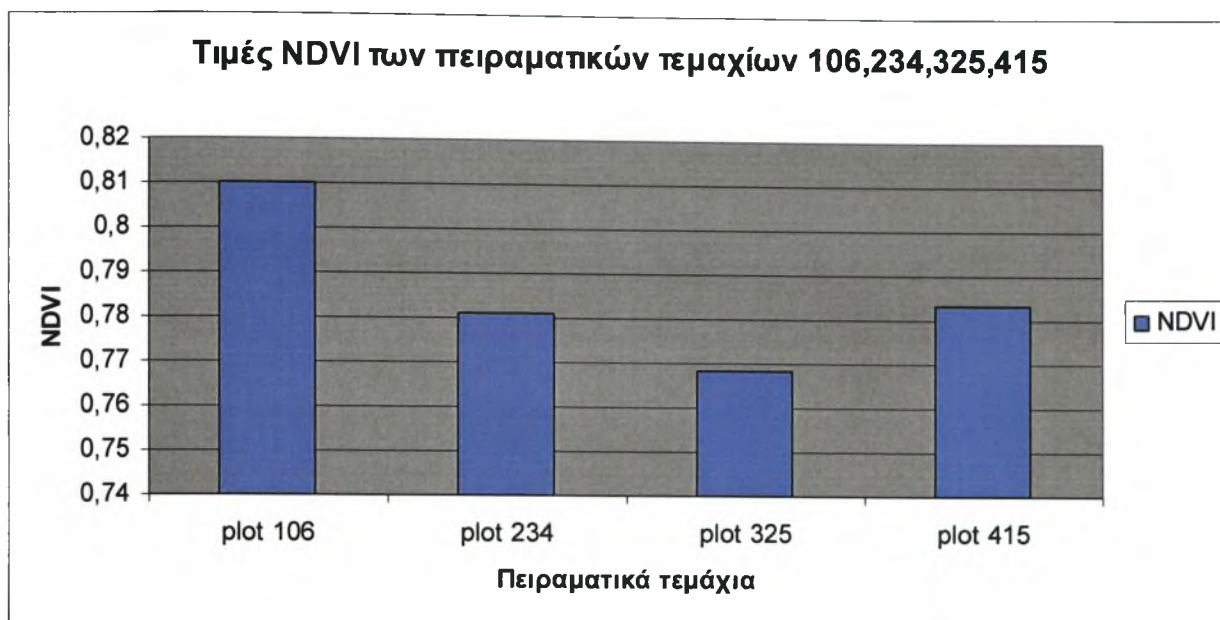
Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.3.11., Πίνακας 5.3.12.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από τα πειραματικά τεμάχια 105, 236, 327 και 414 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Αυτό σημαίνει ότι οι μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά.



Σχήμα 5.3.12. Συσχέτιση τιμών NDVI από Green Seeker με τιμές N από φυλλοδιαγνωστική ανάλυση των πειραματικών τεμαχίων 106, 234, 325, 415 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Από το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 5.3.12.) παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 106, 234, 325 και 415, που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση, υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ των τιμών NDVI, που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα, και των τιμών N, από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.



Σχήμα 5.3.13. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 106, 234, 325, 415 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Πίνακας 5.3.13. Πολλαπλές συγκρίσεις των πειραματικών τεμαχίων 106, 234, 325, 415 που έχουν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

Dependent Variable: NDVI						
(I) Replications	(J) Replications	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
106	234	0,02893*	0,009698	0,030	0,00225	0,05560
	325	0,04164*	0,009698	0,001	0,01497	0,06832
	415	0,02694*	0,009187	0,034	0,00167	0,05221
234	106	-0,02893*	0,009698	0,030	-0,05560	-0,00225
	325	0,01271	0,009317	0,532	-0,01291	0,03834
	415	-0,00198	0,008785	0,996	-0,02615	0,02218
325	106	-0,04164*	0,009698	0,001	-0,06832	-0,01497
	234	-0,01271	0,009317	0,532	-0,03834	0,01291
	415	-0,01470	0,008785	0,358	-0,03886	0,00946
415	106	-0,02694*	0,009187	0,034	-0,05221	-0,00167
	234	0,00198	0,008785	0,996	-0,02218	0,02615
	325	0,01470	0,008785	0,358	-0,00946	0,03886

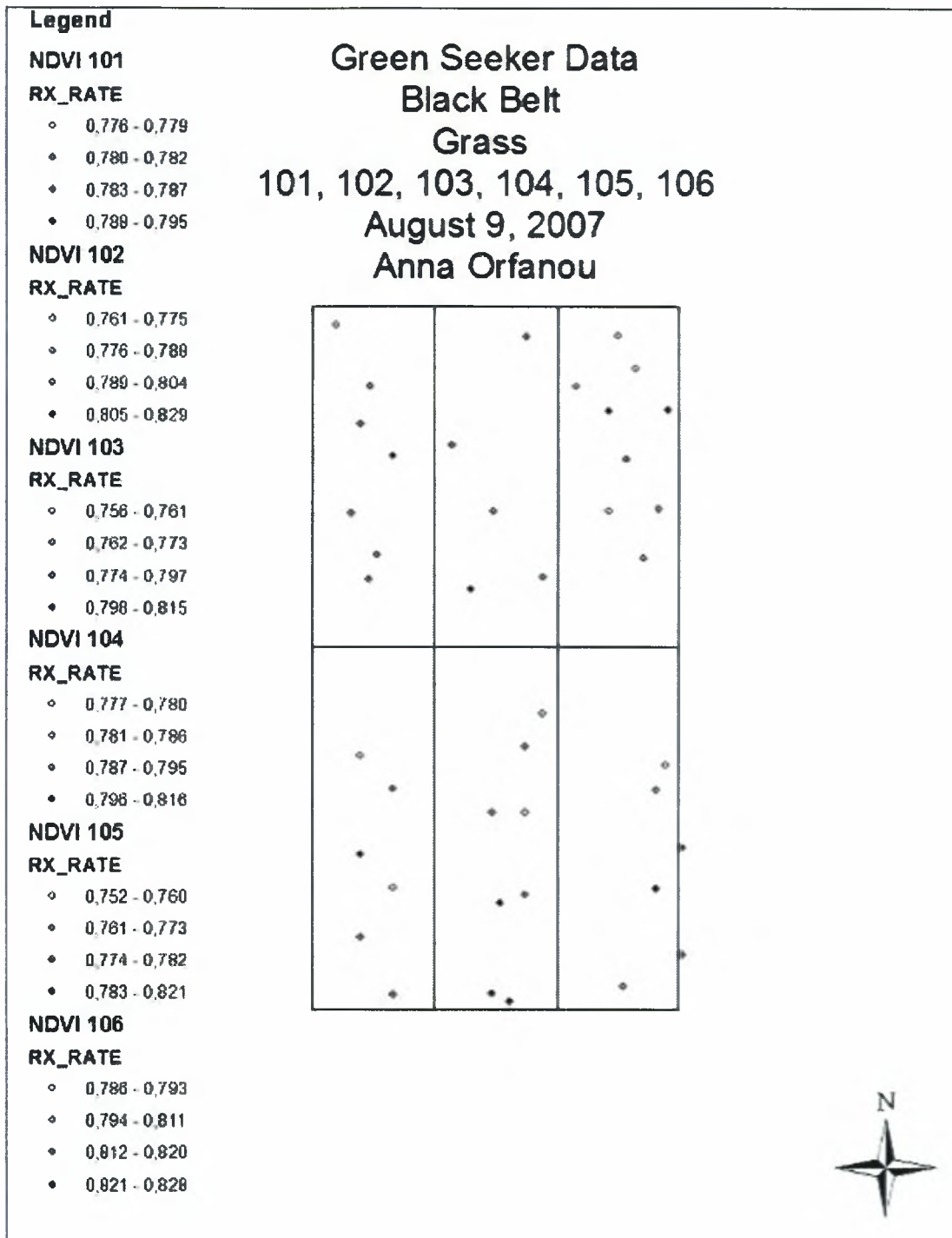
* The mean difference is significant at the ,05 level.

Πίνακας 5.3.14. Σχέση τιμών NDVI ως προς τις επαναλήψεις.

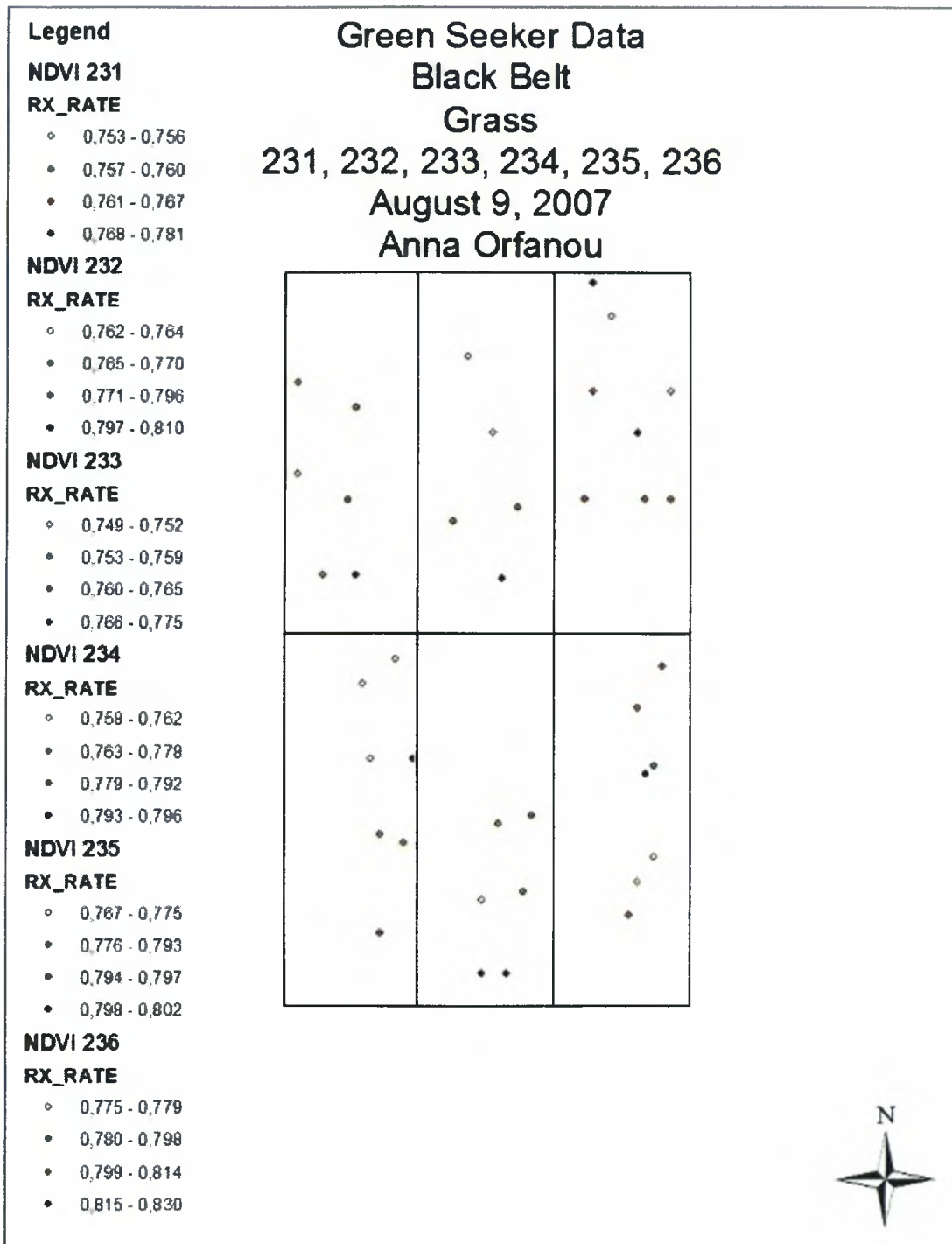
NDVI			
Replications	N	Subset	
		1	2
325	7	0,76786	
234	7	0,78057	
415	9	0,78256	
106	6		0,80950
Sig.		0,403	1,000

Από τους δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 5.3.13., Πίνακας 5.3.14.) παρατηρείται ότι οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν από το πειραματικό τεμάχιο 106 διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα υπόλοιπα πειραματικά τεμάχια. Ενώ αυτές που πάρθηκαν από τα πειραματικά τεμάχια 234, 325 και 415 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

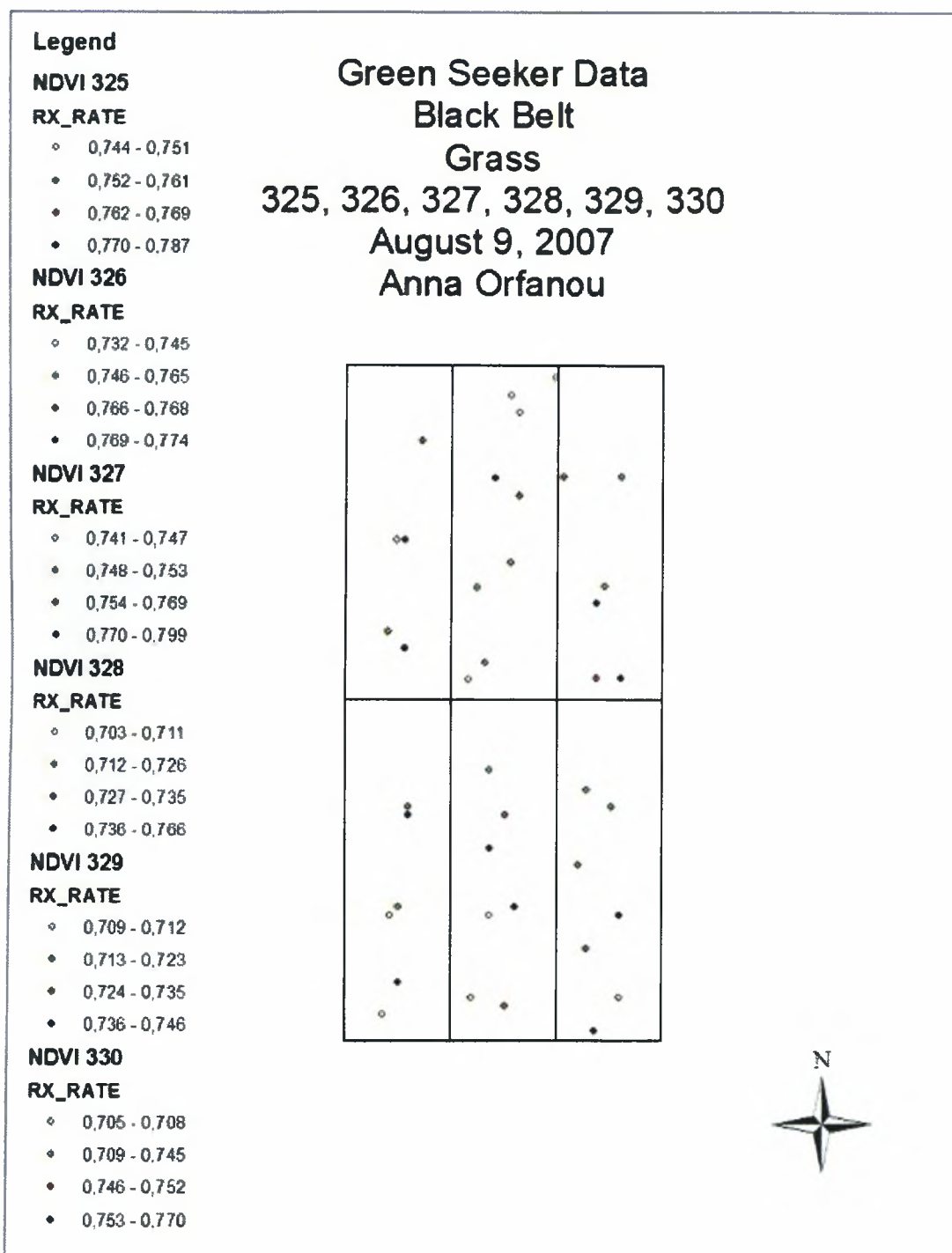
Αυτό σημαίνει ότι κάποιες από τις μετρήσεις είναι ικανοποιητικές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επομένως, το όργανο λειτούργησε αποτελεσματικά σε κάποιες περιπτώσεις. Οι αποκλείσεις που υπάρχουν σε κάποια από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην οφείλονται αποκλειστικά στον ίδιο τον αισθητήρα αλλά σε κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρονται παρακάτω.



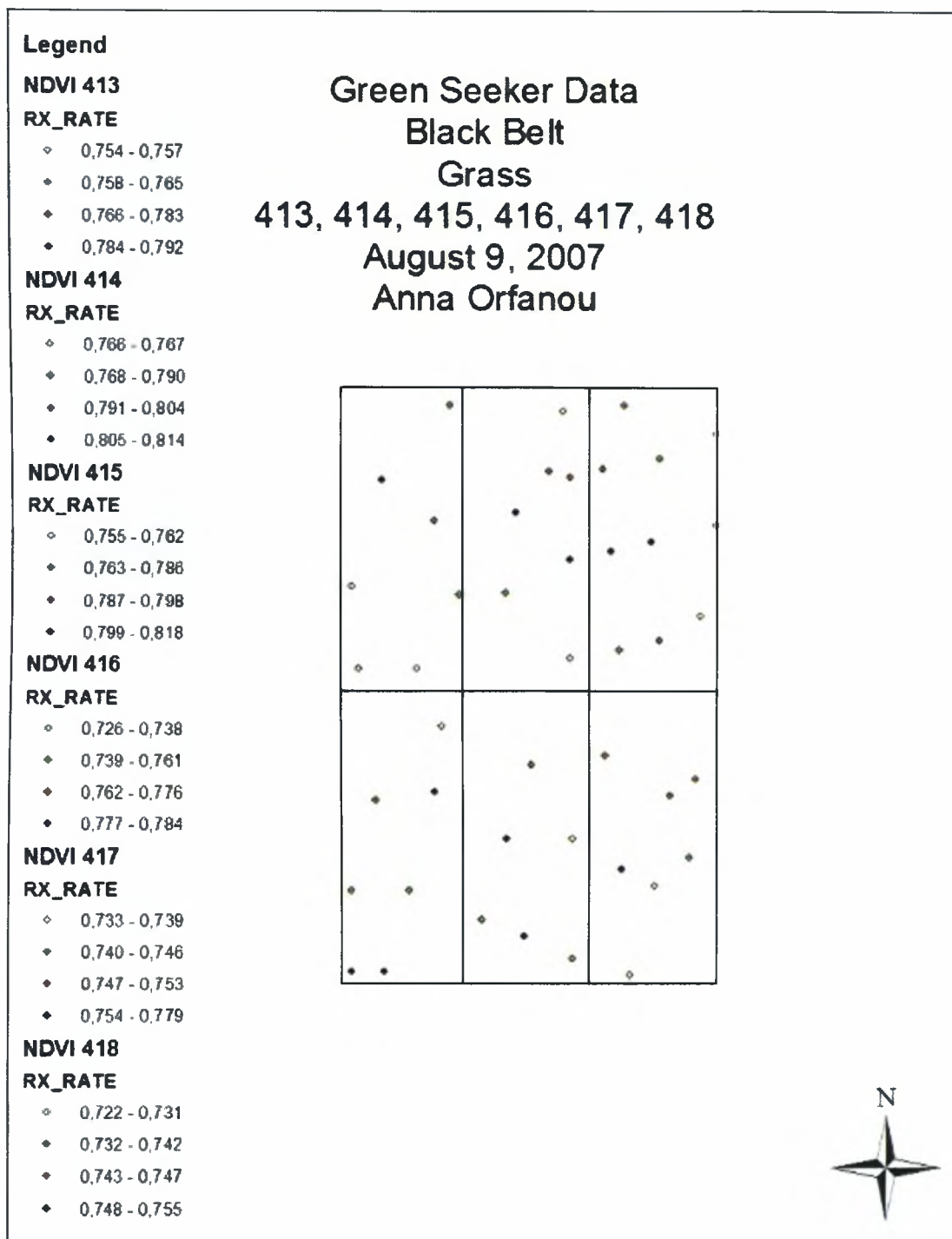
Σχήμα 5.3.14. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 101,102,103,104,105,106.



Σχήμα 5.3.15. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 231,232,233,234,235,236.



Σχήμα 5.3.16. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 325,326,327,328,329,330.



Σχήμα 5.3.17. Τιμές NDVI των πειραματικών τεμαχίων 413,414,415,416,417,418.

Κάποια αποτελέσματα που έδωσε ο αισθητήρας, σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις (Extension Hall Yard, Old Rotation, Black Belt), είναι μηδενικά ή διαφέρουν σημαντικά από άλλα ίσως εξαιτίας κάποιων παραγόντων όπως το ύψος που κρατούσε ο χειριστής τον αισθητήρα πάνω από το φυτό, η διάρκεια της μπαταρίας του αισθητήρα ή του GPS που ήταν συνδεδεμένος, κακή σύνδεση GPS και αισθητήρα.

6. Συμπεράσματα

Η έρευνα αυτή έγινε με σκοπό να εξεταστεί αν ο αισθητήρας Green Seeker Hand Held δουλεύει αποτελεσματικά σύμφωνα με τον κατασκευαστή. Για αυτό το λόγο, έγινε σύγκριση των μετρήσεων του Green Seeker σε διαφορετικές ημέρες και διαφορετικές ώρες της ημέρας. Επίσης, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης. Τέλος, έγινε σύγκριση μεταξύ πειραματικών τεμαχίων που είχαν υποστεί την ίδια ακριβώς μεταχείριση.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

- Σε γενικές γραμμές ο αισθητήρας Green Seeker φαίνεται να λειτουργήσει εξίσου αποτελεσματικά και στις δύο καλλιέργειες (βαμβάκι, γρασίδι).
- Ο αισθητήρας Green Seeker δουλεύει ικανοποιητικά σε διαφορετικές ημέρες και σε διαφορετικές ώρες της ημέρας χωρίς να επηρεάζεται από τη χαμηλή ηλιοφάνεια ή το σκοτάδι.
- Παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση NDVI και N. Άρα, ο αισθητήρας δίνει ικανοποιητική εκτίμηση της κατάστασης του N στη φυτεία, όπως προέκυψε από τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση
- Ο αισθητήρας Green Seeker έδωσε περίπου τα ίδια αποτελέσματα στα πειραματικά τεμάχια που είχαν υποστεί την ίδια μεταχείριση.

7. Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- 1) Καρυδάς Χ., Συλλαίος Ν.. Πεδία και τρόποι καταγραφής της παραλλακτικότητας στη Γεωργία Ακριβείας.
http://users.auth.gr/~silleos/new_page_6.htm
- 2) Μεταξάς Χ. (2007). Πηγές και σημασία του Αζώτου.
http://smet.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=42

References

- 1) Arnall D., Raun W., Solie J., Stone M., Johnson G., Girma K., Freeman K., Teal R. and Martin K. (2006). Relationship Between Coefficient of Variation Measured by Spectral Reflectance and Plant Density at Early Growth Stages in Winter Wheat. ✓
- 2) Arnall D., Raun W., Tubana B. and Walsh O. (2006). Three alternative nitrogen management strategies for cereal grain production.
<http://www.ag.auburn.edu/auxiliary/nsdl/scasc/Proceedings/2006/arnall.pdf>
- 3) Ball J. and Mosali J. (May 2005). Nitrogen-Rich Strips - A New Way to Determine N Fertilizer Requirements. <http://www.noble.org/Ag/Soils/N-RichStrips/index.html>
- 4) Bro - Jorgensen J., Brown M., Pettorelli N. (2007). Using the satellite-derived normalized difference vegetation index (NDVI) to explain ranging patterns in a lek-breeding antelope: the importance of scale.
- 5) Cox S. (2002). Information technology: the global key to precision agriculture and sustainability.
- 6) Fiengo G., Domenico D. and Glielmo L. (2007). A hybrid procedure strategy for vehicle localization system: Design and prototyping.
- 7) Fix R. and Burt T. (1995). Global Positioning System: an effective way to map a small area or catchment.
- 8) Fleming D. (2006). Effect of relative spectral response on multi - spectral measurements and NDVI from different remote sensing systems.
<http://www.lib.umd.edu/drum/bitstream/1903/3313/1/umi-umd-3147.pdf>

- 9) Phillips L., Hansen A., Flather C.. Evaluating the species energy relationship with the newest measures of ecosystem energy: NDVI versus MODIS primary production.
- 10) Robinson E. (2004). Is precision farming right for you?
- 11) Schellberg J., Hill M., Gerhards R., Rothmund M. and Braun M. (2007). Precision agriculture on grassland: Applications, perspectives and constraints.
- 12) Stalord J. (2000). Implementing Precision Agriculture in the 21st Century.
- 13) Whelan B. and McBratney A. (2006). The “Null Hypothesis” of Precision Agriculture Management.
- 14) Zhang N., Wang M. and Wang N. (2002). Precision agriculture — a worldwide overview.

Web – sites References

- 1) http://nue.okstate.edu/Hand_Held/New_N_Strategy.htm
- 2) <http://www.redballproducts.com/products/greenseeker.php>
- 3) <http://www.ntechindustries.com/greenseeker-RT200.html>
- 4) http://www.ntechindustries.com/greenseeker_faqs.html#2
- 5) <http://www.ntechindustries.com/mapping.html>
- 6) <http://pro.magellangps.com/en/products/aboutgps/rtk.asp>
- 7) <http://www.ntechindustries.com/RT100-data-mapping.html>
- 8) <http://www.ntechindustries.com/RT100-handheld.html>
- 9) http://www.ntechindustries.com/how_greenseekerRT200_works.html
- 10) http://www.ntechindustries.com/greenseekerRT200_delivers.html
- 11) <http://www.cropcircle.eu.com/>
- 12) <http://www.hollandscientific.com/ACS-210.html>
- 13) <http://www.hollandscientific.com/ACS-470.html>
- 14) http://www.hollandscientific.com/CC_Handheld.html
- 15) http://www.hollandscientific.com/CC_Mapping.html
- 16) http://www.hollandscientific.com/CC_VRA-Mapping.html



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000100661