



**ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

Διαχείριση Λιπασματικών Εισροών με την Αξιοποίηση Τεχνολογιών Τηλεπισκόπησης και Ψηφιακών Χαρτών

Παπαδόπουλος Αντώνιος και Καλύβας Διονύσιος

**3^ο Συνέδριο Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον
Αθήνα, 12 Δεκεμβρίου 2019**





Αντικείμενο της μελέτης

- Η μεθοδολογική και πρακτική προσέγγιση της χωρικής εφαρμογής λιπασμάτων σε αγρούς, κάνοντας χρήση σύγχρονων τεχνολογιών τηλεπισκόπησης, γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και γεωστατιστικών μεθόδων

Στόχος της μελέτης

- Η χάραξη ζωνών λίπανσης σε επίπεδο αγρού με βάση τις ιδιότητες του εδάφους και τα δεδομένα ανάκλασης από επίγειους και εναέριους πολυφασματικούς αισθητήρες



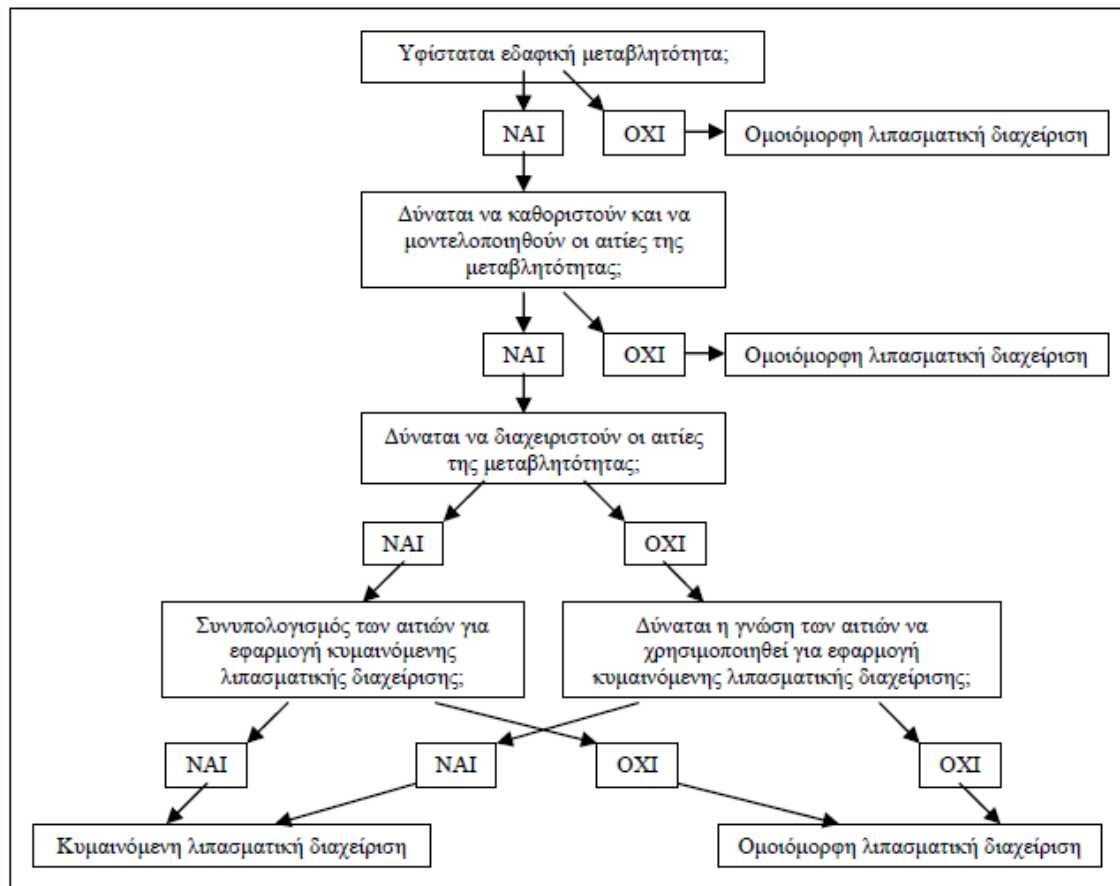


Γεωργία ακριβείας

Στρατηγική διαχείρισης, η οποία χρησιμοποιεί τεχνολογίες πληροφοριών προκειμένου να συνδέσει στοιχεία από διαφορετικές πηγές και να στηρίξει έτσι αποφάσεις σχετικά με την πρωτογενή παραγωγή

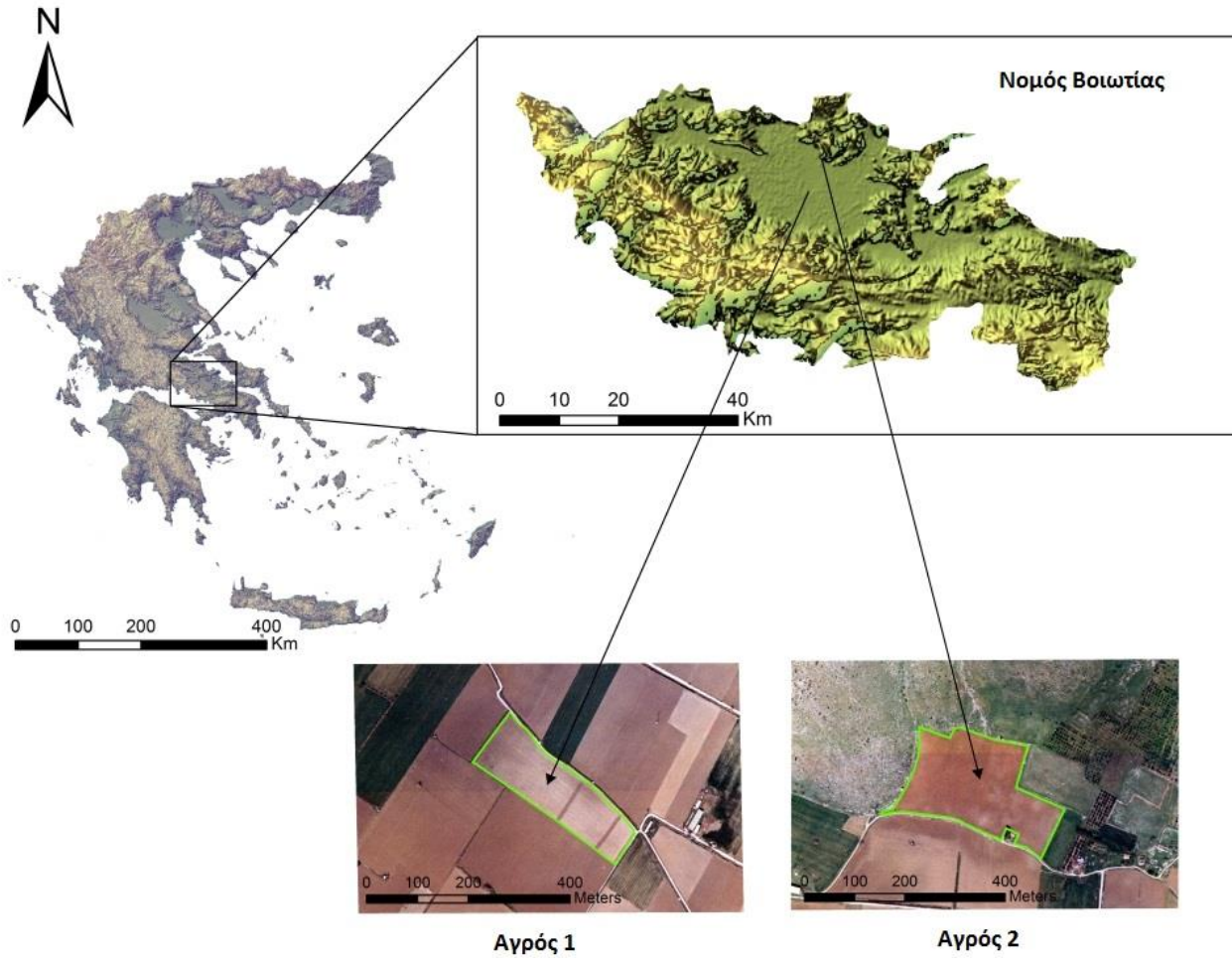
- Τη συλλογή δεδομένων
- Την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων
- Την εφαρμογή μίας διαχειριστικής λύσης-απόφασης

(Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ, 1997)





Περιοχή μελέτης





Μεθοδολογία

- Συλλογή δεδομένων
 - Δειγματοληψία εδάφους και εδαφοανάλυση
 - Δεδομένα ανάκλασης επίγειου πολυφασματικού αισθητήρα
 - Φασματικά δεδομένα Συστήματος μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους
- Ανάλυση δεδομένων
 - Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)
 - Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)
 - Αλγόριθμος Ασαφούς Ταξινόμησης (Fuzzy C-means)
 - Μοντέλο Εφαρμογής Αζώτου
- Χάραξη ζωνών διαχείρισης λιπασματικών εισροών





Εδαφολογικά δεδομένα



- Κοκκομετρική σύσταση
- Οργανική ουσία
- Ολικό ανθρακικό ασβέστιο
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Οξύτητα του εδάφους (pH)
- Ολικό άζωτο

Χωρική παρεμβολή



Ακρωτήριο	Τίτλος Έργου
N - Όρησις	Ανάπτυξη και εφαρμογή πρότυπου χωρικού συστήματος αποτίμησης παραγωγών για την αειφόρο λίπανση σε επίπεδο αγρού
Χώρας	Τίτλος Χάρτη
3.B.1γ	Χάρτης περιεκτικότητας εδάφους σε οργανική ουσία (ordinary krting)
Συντάκτης: Δρ Αντώνιος Παπαδόπουλος	
Υπόμνημα	
□ Πρώτος πειραματικός αγρός	
● Θέσεις δειγματοληψίας (0-30cm)	
Περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (%)	
■ 1.4 - 1.8	
■ 1.9 - 2.3	
■ 2.4 - 2.9	



Δεδομένα επίγειου πολυφασματικού αισθητήρα



Σημειακές καταγραφές του
αισθητήρα



Ακρωνύμιο	Τίτλος Έργου
N - Όραση	Ανάπτυξη και εφαρμογή πρώτου χωρικού συστήματος υποστήριξης αποφάσεων για την αμειωτολόγηση σε επίγειο αγρό
Χάρτης	Τίτλος Χάρτη
3.Γ.2.2β	Χάρτης του δείκτη βλάστησης NDVI του δασικού αγρού εφαρμογής του έργου (σύμφωνα με τον πολεοδομικό μεσοχάρτη) [7 Ιουνίου 2015]
Συντάκτης: Δρ Αντώνιος Παπαδόπουλος	
Υπόμνημα	
□ Πειραματικό τεμάχιο αγρού	
Δείκτης βλάστησης NDVI	
□ 0.18 - 0.40	
□ 0.41 - 0.61	
□ 0.62 - 0.83	

Χάρτης
NDVI



Χάρτης δείκτη
χλωροφύλλης

Ακρωνύμιο	Τίτλος Έργου
N - Όραση	Ανάπτυξη και εφαρμογή πρώτου χωρικού συστήματος υποστήριξης αποφάσεων για την αμειωτολόγηση σε επίγειο αγρό
Χάρτης	Τίτλος Χάρτη
3.Γ.2.2β	Χάρτης του δείκτη χλωροφύλλης CI του δασικού αγρού εφαρμογής του έργου (σύμφωνα με τον πολεοδομικό μεσοχάρτη)
Συντάκτης: Δρ Αντώνιος Παπαδόπουλος	
Υπόμνημα	
□ Πειραματικό τεμάχιο αγρού	
Δείκτης χλωροφύλλης CI	
□ 0.20 - 0.44	
□ 0.45 - 0.68	
□ 0.69 - 0.92	

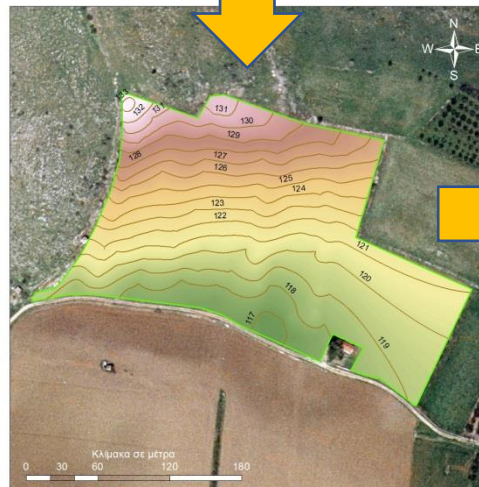


Δεδομένα επίγειου πολυφασματικού αισθητήρα



Αγρός 1

Δικτυακός Τίτλος Έργου	Ανάπτυξη και εφαρμογή πρότυπου χωρικού μοντέλου για την κλίμακα εδαφικών παραμέτρων που την αξιοποιεί Δίκτυο σε επίπεδο αγρού	
Ν. Όραση	Τίτλος Έργου	
Χώρα	Τίτλος Χώρας	
3.A.1.	Φωτοαεροεπίπεδο εδάφους του πρώτου αγρού εφαρμογής του έργου	
Συντάκτης:	Δρ. Αντώνιος Παπαδόπουλος	
Υπόμνημα	Πρώτος αγρός εφαρμογής του έργου Η-Όραση	
Φασματικό μοντέλο εδαφούς	Υψόμετρο (m)	
	117.6 - 118.4	



Αγρός 2

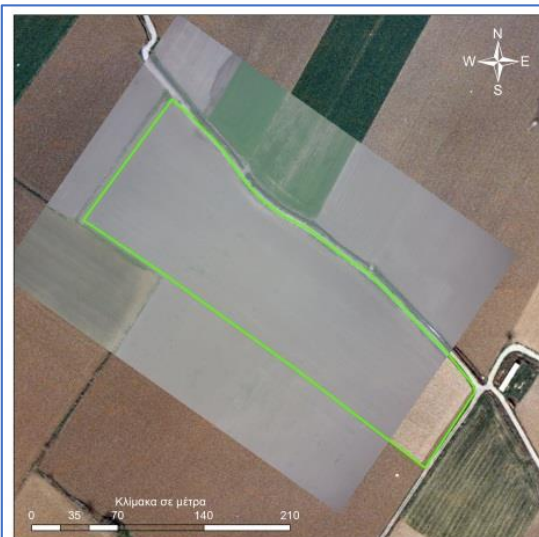


Δικτυακός Τίτλος Έργου	Ανάπτυξη και εφαρμογή πρότυπου χωρικού μοντέλου για την κλίμακα εδαφικών παραμέτρων που την αξιοποιεί Δίκτυο σε επίπεδο αγρού	
Ν. Όραση	Τίτλος Έργου	
Χώρα	Τίτλος Χώρας	
3.A.3.	Κλίμακα κλίμακας εδαφούς του δεύτερου αγρού εφαρμογής του έργου	
Συντάκτης:	Δρ. Αντώνιος Παπαδόπουλος	
Υπόμνημα	Δεύτερος αγρός εφαρμογής του έργου Η-Όραση	
Κλίμακα εδαφούς (μοίρες)		
	0.0 - 2.0	
	2.1 - 5.0	
	5.1 - 11.0	

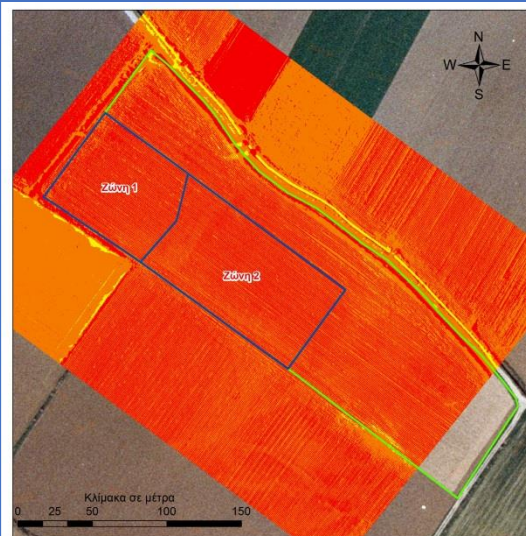
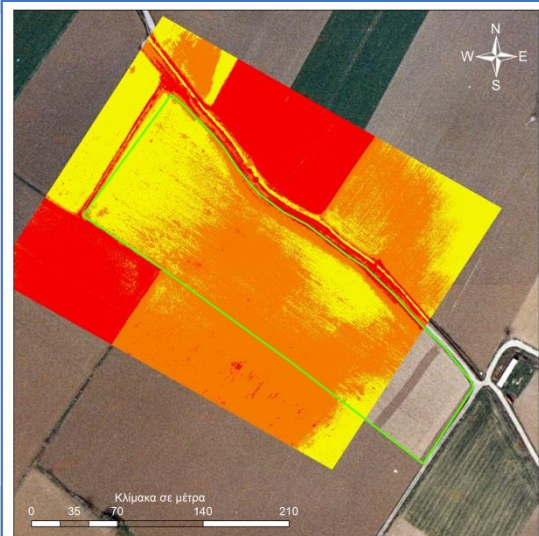




Δεδομένα Συστήματος μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους



Αεροπλάνο	Τίτλος Έργου
N - Όραση	Ανάπτυξη και εφαρμογή πρότυπου χωρικού συστήματος υποστήριξης αποφάσεων για την αετολογία λίπανση σε επίπεδο αγρού
Χάρτης	Τίτλος Χάρτη
3.Δ.3.1δ	Ορθοφωτοχάρτης πρώτου αγρού εφαρμογής του έργου στο ορατό μήκος κύματος (μη επανδρωμένο αεροπλάνο) 4 Αυγούστου 2015
Συντάκτης: Δρ Αντώνιος Παπαδόπουλος	
Υπόμνημα	
Παραματικά τεμάχια	
Ορθοφωτοχάρτης	
Κανάλι ορατού μήκους κύματος	
Κόκκινο	
Πράσινο	
Μπλε	



Αεροπλάνο	Τίτλος Έργου
N - Όραση	Ανάπτυξη και εφαρμογή πρότυπου χωρικού συστήματος υποστήριξης αποφάσεων για την αετολογία λίπανση σε επίπεδο αγρού
Χάρτης	Τίτλος Χάρτη
3.Δ.3.1ε	Ορθοφωτοχάρτης πρώτου αγρού εφαρμογής του έργου στο υπέρυθρο μήκος κύματος (μη επανδρωμένο αεροπλάνο) 4 Αυγούστου 2015
Συντάκτης: Δρ Αντώνιος Παπαδόπουλος	
Υπόμνημα	
Παραματικά τεμάχια	
Ορθοφωτοχάρτης	
Εγγός υπέρυθρο μήκος κύματος	
101 - 152	
153 - 204	
205 - 255	



Αποθήκευση - Διαχείριση - Ανάλυση - Απεικόνιση (GIS)

- Γεωβάση (geodatabase)
- Μετατροπή σε ψηφιδωτή μορφή (raster)
- Εναρμόνιση επιπέδων (raster harmonization)
- Επικάλυψη επιπέδων (raster overlay)
- Εξαγωγή ενιαίου πίνακα δεδομένων
- Ανάλυση δεδομένων (εκτός GIS)
- Εισαγωγή αποτελεσμάτων ανάλυσης
- Σύνδεση με χωρικές οντότητες
- Χάραξη διαχειριστικών ζωνών





Ζώνες βασικής λίπανσης

- Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA) (SPSS)
 - Εδαφολογικές παράμετροι
 - Κλίση εδάφους
 - Τιμές ανάκλασης (επίγειος αισθητήρας)
 - Τιμές ανάκλασης (εναέριος αισθητήρας)
- Αλγόριθμος Ασαφούς Ταξινόμησης (Fuzzy C-means) (Matlab)
 - Οι βαθμολογίες της PCA ταξινομήθηκαν σε 2 κατηγορίες
 - Οι βαθμοί συμμετοχής κάθε φατνίου στις κατηγορίες διαμόρφωσαν τις τελικές ζώνες βασικής λίπανσης





Αποτελέσματα PCA και Fuzzy C-means (Αγρός 1)

Κύριες συνιστώσες	Ιδιοτιμές	Διακύμανση (%)	Αθροιστική διακύμανση (%)
1	3.987	49.835	49.835
2	1.071	13.387	63.223
3	1.008	12.598	75.821
4	0.870	10.880	86.701
5	0.562	7.019	93.720
6	0.226	2.828	96.547
7	0.165	2.058	98.605
8	0.112	1.395	100.000

Κύριες συνιστώσες	NIR _{UAS}	NIR _{gr}	CaCO ₃ (%)	Clay (%)	OM (%)	EC (mS/c m)	pH	Total nitrogen (%)
1	-0.16	-0.09	0.77	0.89	0.70	-0.82	0.06	0.77
2	-0.72	-0.72	0.46	0.22	0.57	0.15	0.03	0.38
3	-0.10	0.02	0.13	0.09	-0.15	0.08	0.99	0.26



Ζώνες βασικής λίπανσης

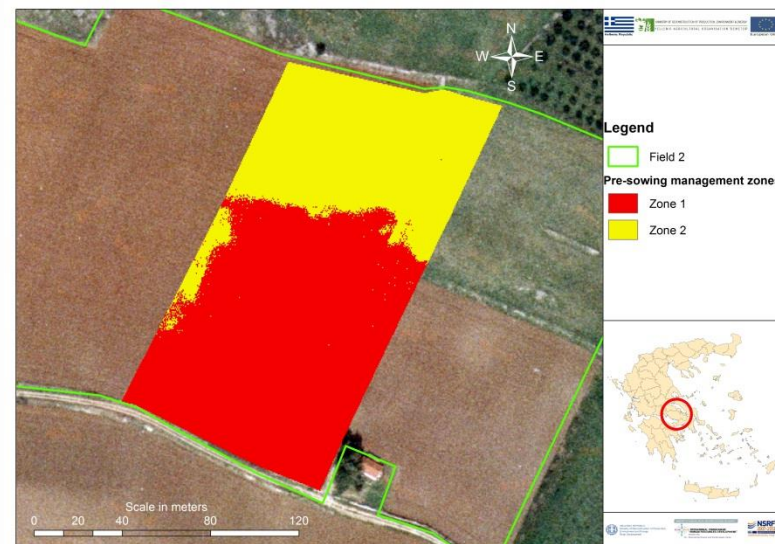




Αποτελέσματα PCA και Fuzzy C-means (Αγρός 2)

Κύριες συνιστώσες	Ιδιοτιμές	Διακύμανση (%)	Αθροιστική διακύμανση (%)
1	3.526	39.181	39.181
2	2.573	28.583	67.764
3	1.447	16.077	83.842
4	0.524	5.826	89.668
5	0.371	4.123	93.791
6	0.238	2.643	96.433
7	0.190	2.109	98.542
8	0.075	0.832	99.374
9	0.056	0.626	100.000

Κύριες συνιστώσες	NIR _{UAS}	NIR _{Gr}	CaCO ₃ (%)	Clay (%)	OM (%)	EC (mS/cm)	pH	Total nitrogen (%)	Slope (%)
1	0.83	0.61	0.93	0.41	0.89	-0.21	0.63	0.15	0.31
2	0.08	0.44	0.04	0.87	-0.22	0.89	-0.71	0.07	0.29
3	0.39	0.28	-0.05	-0.01	-0.22	0.24	0.15	-0.92	0.72



Ζώνες βασικής λίπανσης





Ζώνες βασικής λίπανσης

Μέσοι όροι παραμέτρων ανά ζώνη βασικής λίπανσης στον αγρό 1

Ζώνη	NIR _{UAS}	NIR _{gr}	CaCO ₃ (%)	Clay (%)	OM (%)	EC (mS/cm)	pH	Total nitrogen (%)
1	183.5	1.55	3.6	42.6	2.4	0.89	7.69	1.22
2	190.3	1.72	2.2	34.3	1.8	0.95	7.62	1.02

Η σύσταση βάσει της εδαφοανάλυσης και της χωρικής διαφοροποίησης των ζωνών ήταν 0,6 kg N/στρ. στη ζώνη 1 και 1,4 kg N/στρ. στη ζώνη 2

Μέσοι όροι παραμέτρων ανά ζώνη βασικής λίπανσης στον αγρό 2

Ζώνη	NIR _{UAS}	NIR _{gr}	CaCO ₃ (%)	Clay (%)	OM (%)	EC (mS/cm)	pH	Total nitrogen (%)	Slope (%)
1	200.8	2.20	3.0	43.3	3.9	1.07	7.49	1.59	3.5
2	216.7	2.56	12.0	44.9	4.7	1.02	7.55	1.70	4.4

Η σύσταση που προτάθηκε ήταν
1,5 kg N /στρ. στη ζώνη 1 και 0,7 kg N /στρ. στη ζώνη 2





Ζώνες επιφανειακής λίπανσης

$$N_{ΕΦΑ} = (N_{ΒΕΛ} - N_{ΒΑΣ} - N_{ΟΟ}) \cdot \sqrt{\frac{(1 - SI)}{\Delta SI \cdot (1 + 0,1 \cdot e^{m \cdot (SI_{κατώφλι} - SI)})}}$$

Όπου:

$N_{ΒΕΛ}$ = βέλτιστη δόση για την επίτευξη μέγιστου δυναμικού παραγωγής

$N_{ΒΑΣ}$ = δόση της βασικής λίπανσης

$N_{ΟΟ}$ = αντιστοιχούσα ανοργανοποιούμενη «δόση» αζώτου που προέρχεται από την περιεκτικότητα του αγρού σε οργανική ουσία

SI = δείκτης επάρκειας αζώτου

ΔSI = διαφορά του δείκτη επάρκειας αζώτου των υγιών φυτών και του αντίστοιχου δείκτη εκείνων των φυτών που δε δύνανται να ανακάμψουν και να αποδώσουν πλήρως

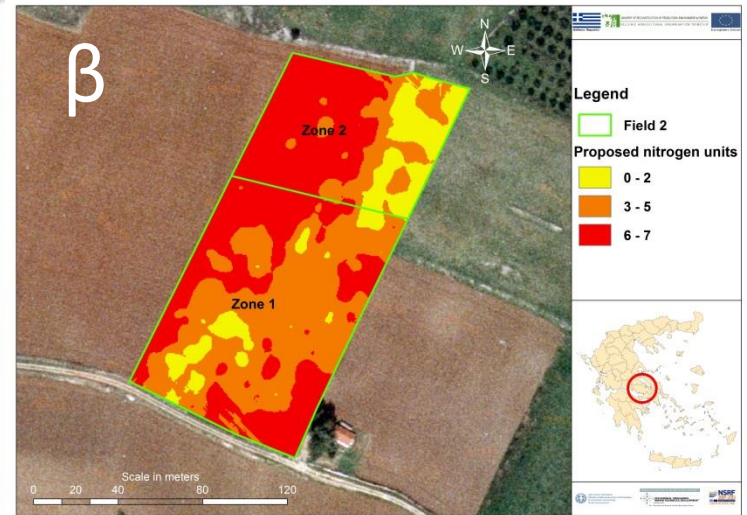
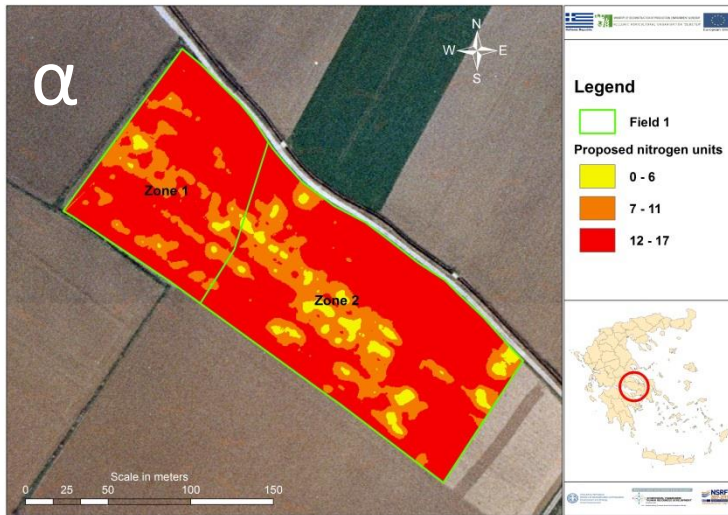
m = συντελεστής μείωσης της συνιστώμενης δόσης αζώτου λόγω μειωμένου δυναμικού παραγωγής ($0 < m < 100$)

$SI_{κατώφλι}$ = άνω όριο του δείκτη επάρκειας SI

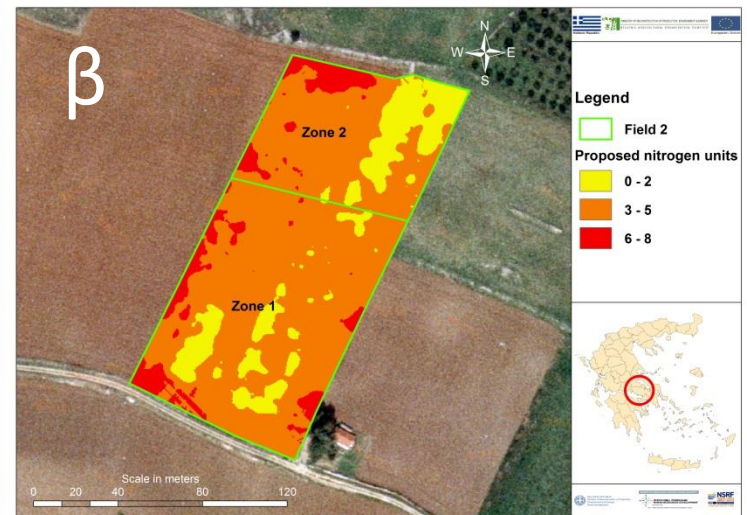
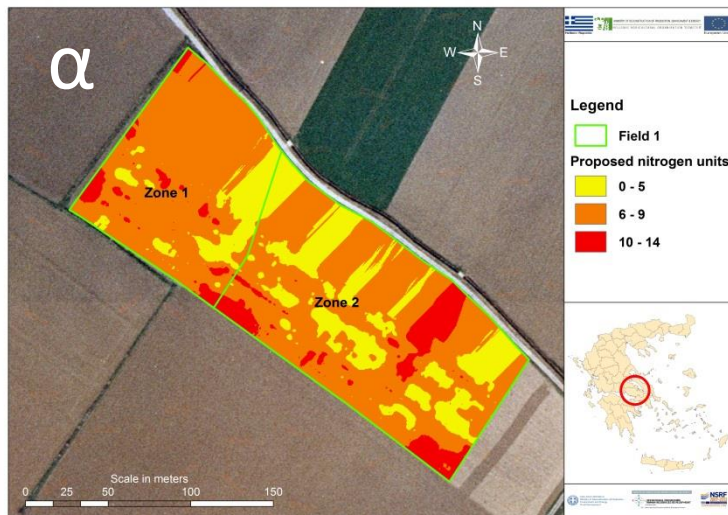




Ζώνες επιφανειακής λίπανσης



Χάρτες 1^{ης} επιφανειακής λίπανσης στους αγρούς 1(α) και 2(β)



Χάρτες 2^{ης} επιφανειακής λίπανσης στους αγρούς 1(α) και 2(β)



Συμπεράσματα

- Διαφορετικές εδαφικές περιοχές μπορεί να υπάρχουν εντός των ορίων ενός αγρού
- Μπορούν να αναγνωριστούν και να αποτυπωθούν με τεχνολογίες αισθητήρων και γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών
- Η διαφοροποιημένη διαχείριση των περιοχών αυτών δύναται να οδηγήσει σε εξοικονόμηση πόρων με ταυτόχρονα περιβαλλοντικά οφέλη
- Ιδιαίτερα όταν η διαφοροποίησή τους είναι σημαντική
- Στην εν λόγω μελέτη προτάθηκαν μειωμένες δόσεις αζωτούχων λιπασμάτων



**ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**



Ευχαριστώ για την προσοχή σας

