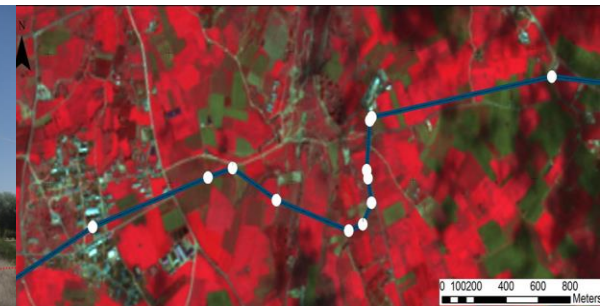
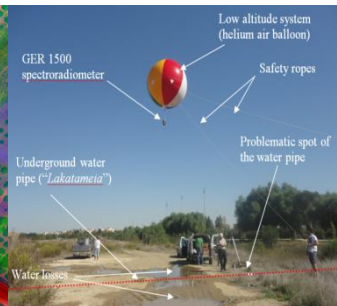
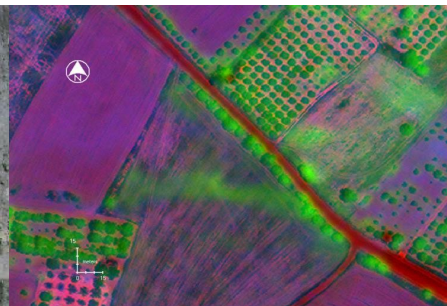


*Χρήση δορυφορικών, γεωφυσικών και υπερφασματικών  
τεχνολογιών για παρακολούθηση διαρροών νερού σε δίκτυα  
ύδρευσης για μη αστικές περιοχές*



Δρ Άθως Αγαπίου  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής  
Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου



# Περιγραμματα

- Λίγα λόγια για το πρόγραμμα Waterleaks
- Μεθοδολογία του έργου
- Δεδομένα κ' Τεχνικές
- Αποτελέσματα
- Συμπέρασματα

# Πρόγραμμα "Waterleaks"

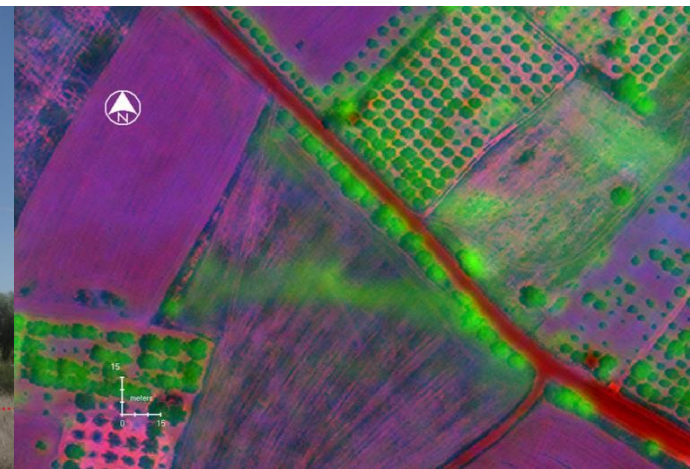
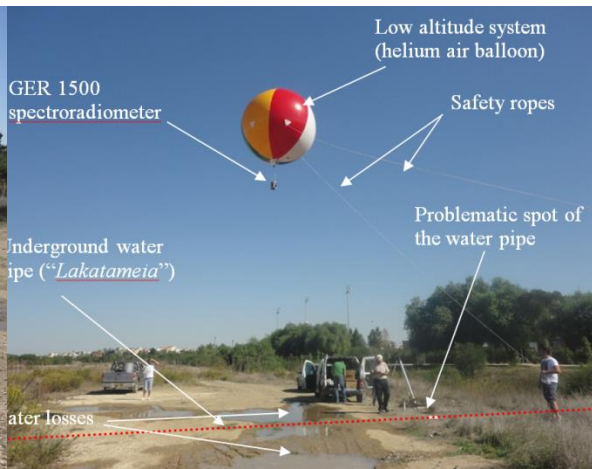
Το ερευνητικό πρόγραμμα "Ολοκληρωμένη χρήση δορυφορικών, γεωφυσικών και υπερφασματικών τεχνολογιών για παρακολούθηση διαρροών νερού σε δίκτυα ύδρευσης στην Κύπρο", είχε ως στόχο τη χαρτογράφηση απωλειών νερού σε δίκτυα ύδρευσης τα οποία βρίσκονται σε μη αστικές περιοχές με τη συνδυασμένη χρήση νέων τεχνολογιών τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

# Εταίροι

1. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιου Κύπρου
2. Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων
3. Εργαστήριο Γεωφυσικής - Δορυφορικής  
Τηλεπισκόπησης και Αρχαιοπεριβάλλοντος, ΙΜΣ
4. Frederick research centre
5. Southampton university

# Πρόγραμμα "Waterleaks"

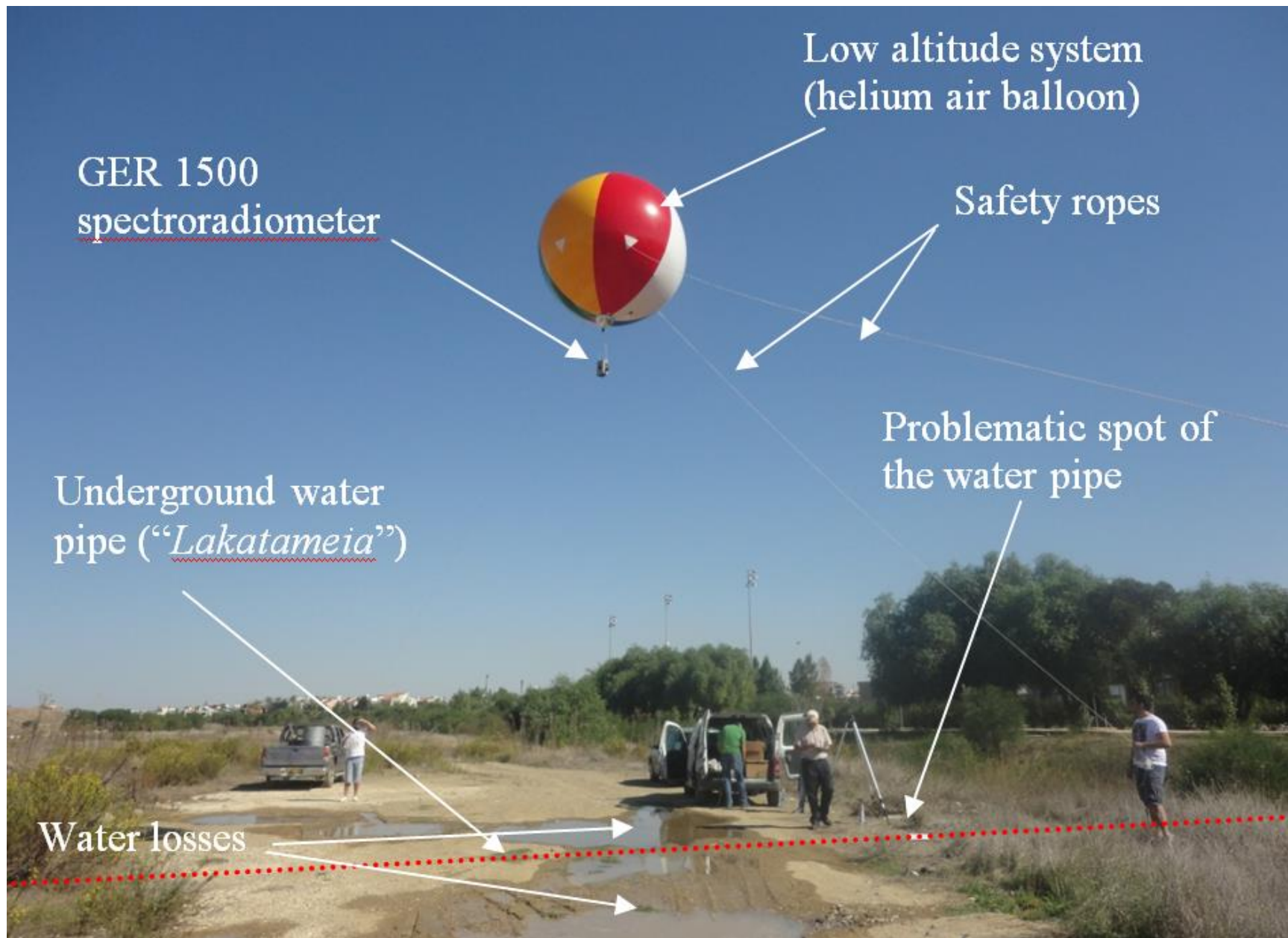
Η διαχείριση νερού αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο έρευνας τα τελευταία χρόνια σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Οι απώλειες νερού σε συστήματα άρδευσης / ύδρευσης αποτελούν ένα τομέα ο οποίος έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνολογίες.





# Βαθμονόμηση αγωγός "Λακατάμειας"





Σύστημα ανύψωσης φασματοραδιόμετρου (μπαλόνι): Πρόγραμμα «ΙΚΑΡΟΣ»





Water pipe

UAV system deployed over the leakage in the “*Lakatameia*” waterpipe



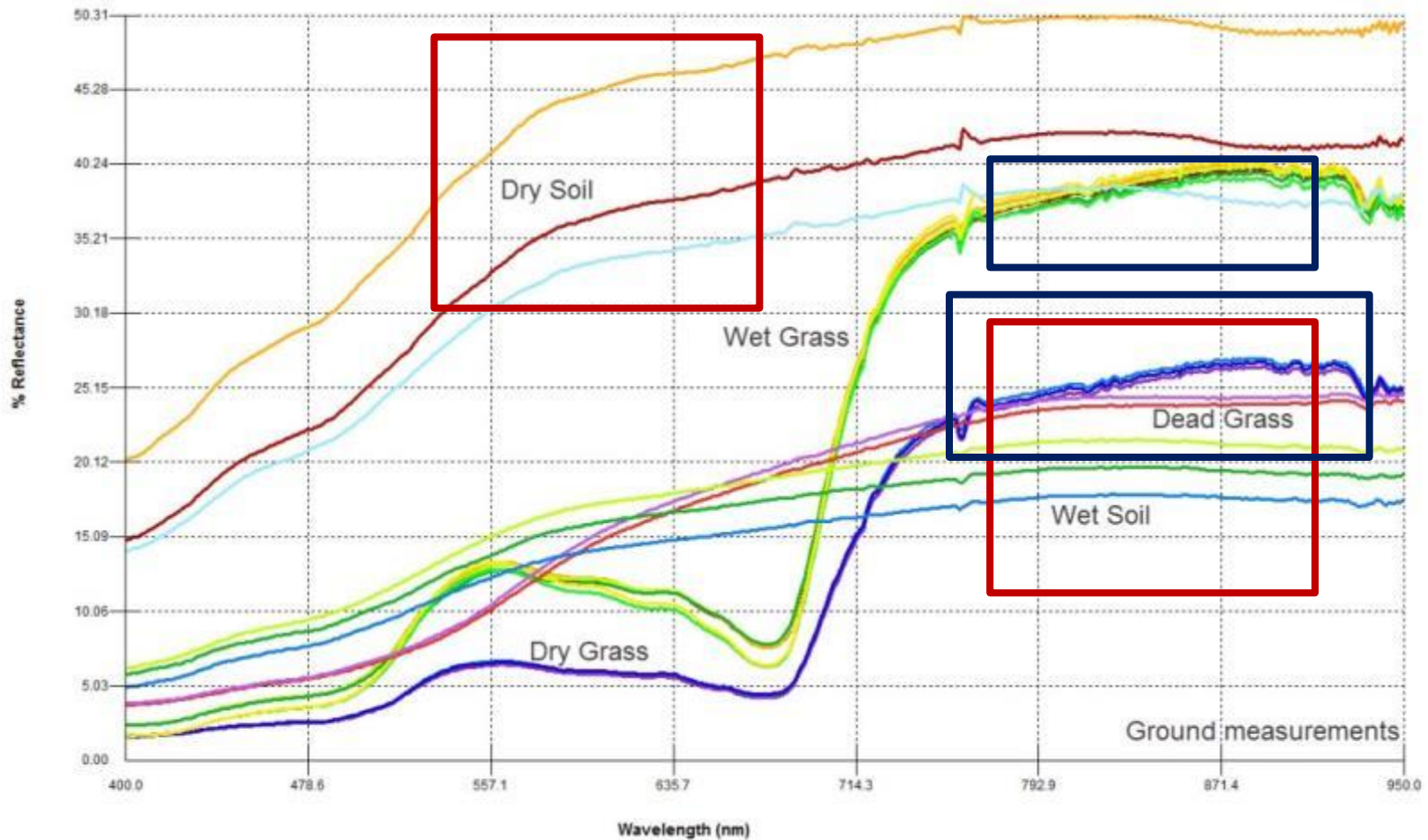
# Βαθμονόμηση

## Φασματοραδιομετρικές μετρήσεις



# Βαθμονόμηση

## Φασματοραδιομετρικές μετρήσεις

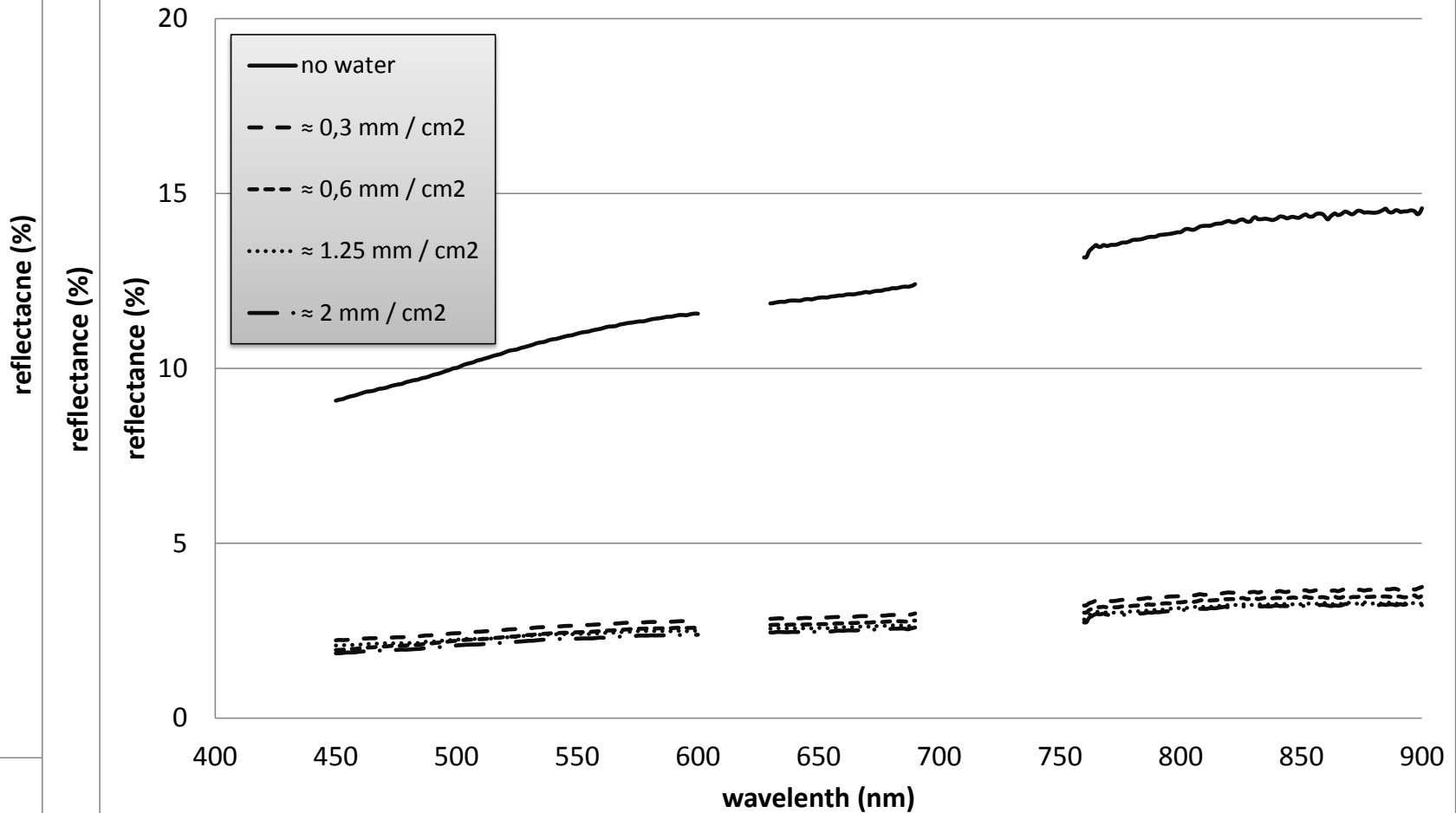


# Βαθμονόμηση

## Φασματοραδιομετρικές μετρήσεις

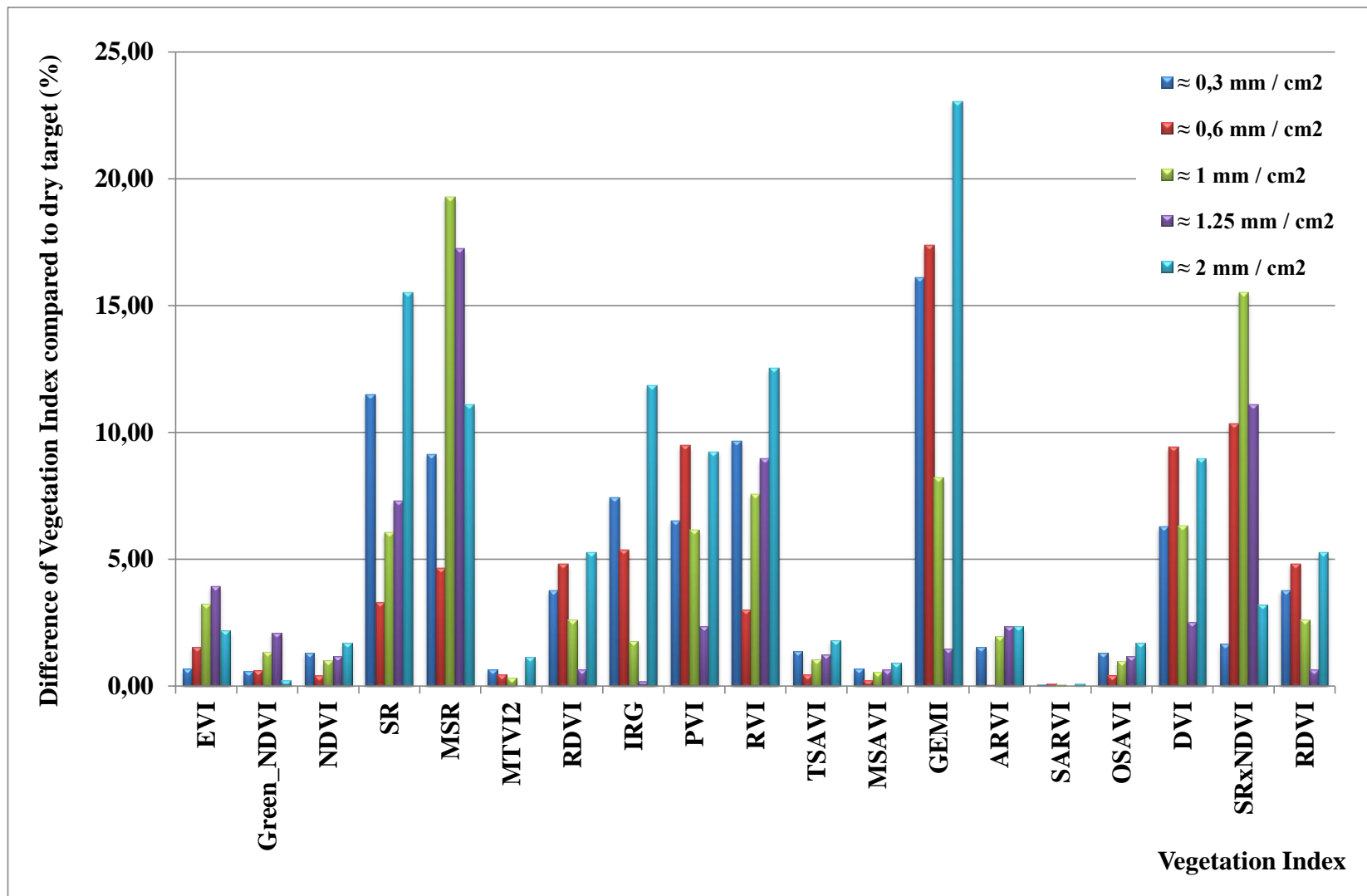
Target: Soil

Target: Asphalt

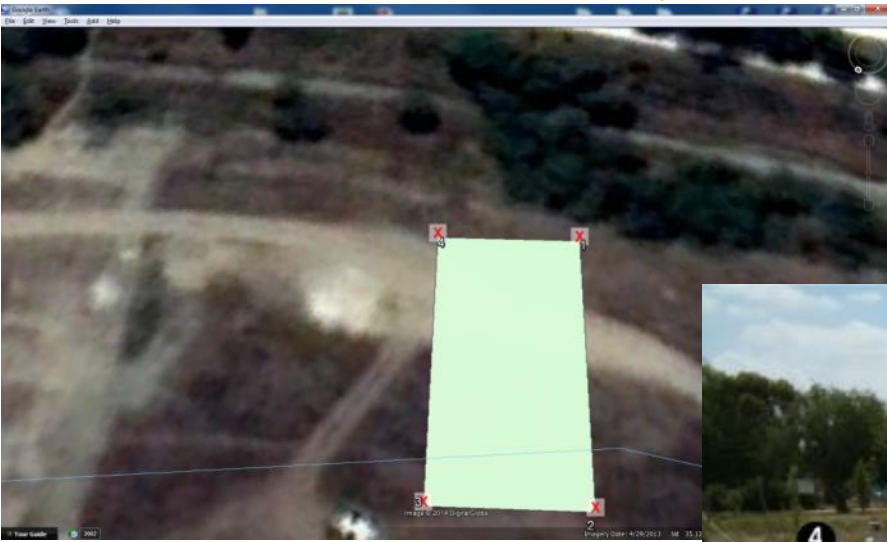




# Βαθμονόμηση Δείκτες Βλάστησης

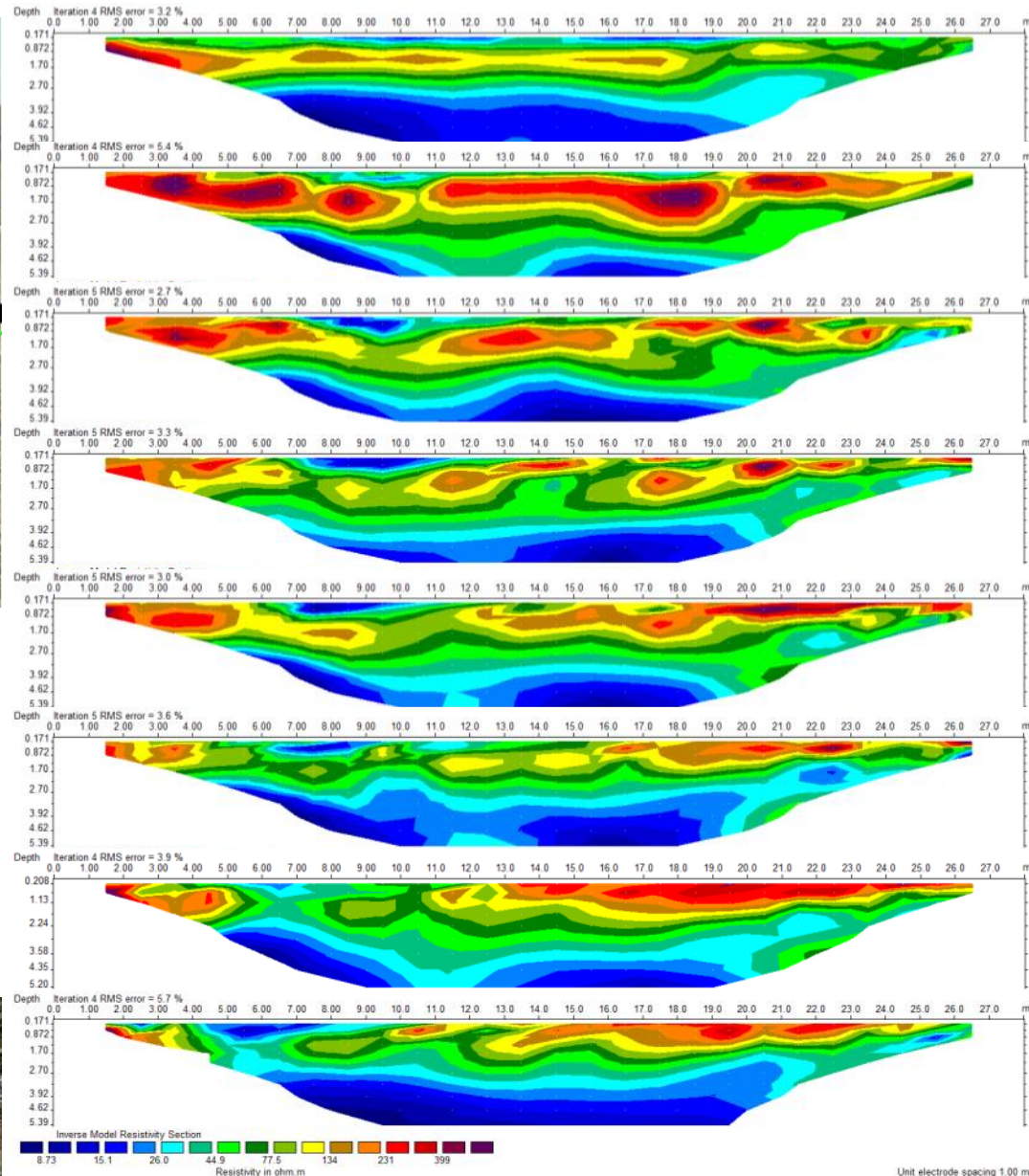


# Βαθμονόμηση Γεωφυσικές Διασκοπήσεις





# 3-D Ηλεκτρική Τομογραφία – Κατακόρυφες τομές



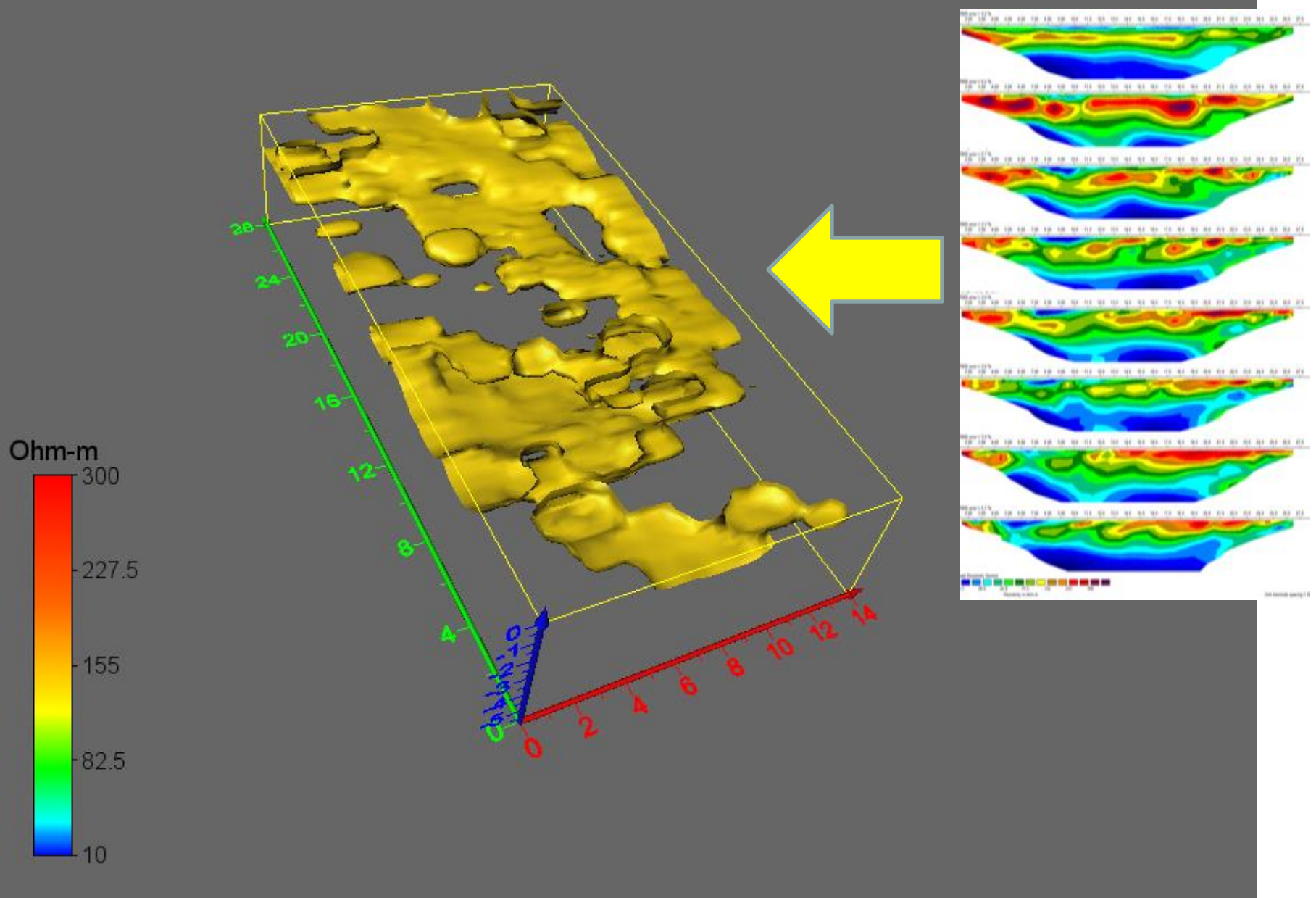
## Παράμετροι μετρήσεων

- Πολυκάνναλο όργανο Syscal Pro
- Διάταξη Διπόλου-Διπόλου
- 8 Παράλληλες Τομές μήκους 27m
- Απόσταση ηλεκτροδίων
- Απόσταση τομών 2m
- Βάθος ~5.5-6m





# 3-D Ηλεκτρική Τομογραφία – 3-D γεωηλεκτρικό μοντέλο

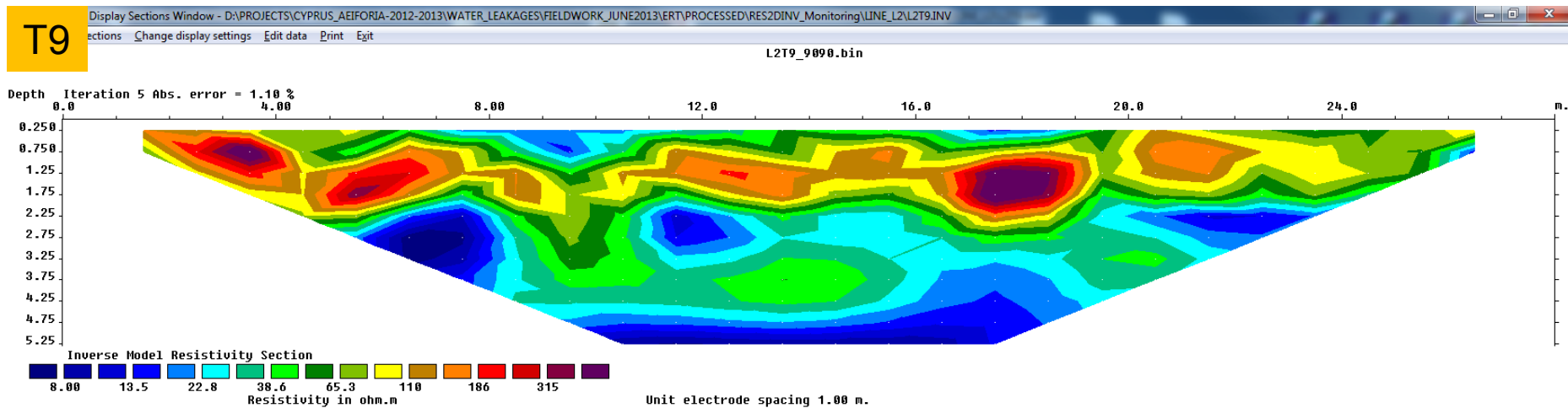


# Πείραμα Διαχρονικής Παρακολούθησης

## Τομή L2 – Γεωηλεκτρικά Μοντέλα σε διαφορετικές φάσεις



L2			
Leakage Initiation: 1			
Phase	start	end	duration
T1	10:11	10:19	00:08
T2	10:56	11:04	00:08
T3	11:24	11:31	00:07
T4	11:56	12:03	00:07
T5	12:24	12:31	00:07
T6	12:50	12:57	00:07
T7	13:18	13:27	00:09
T8	14:08	14:15	00:07
T9	14:33	14:40	00:07
End of ERT Monitoring: 14:52 (June 13th, 2013)			

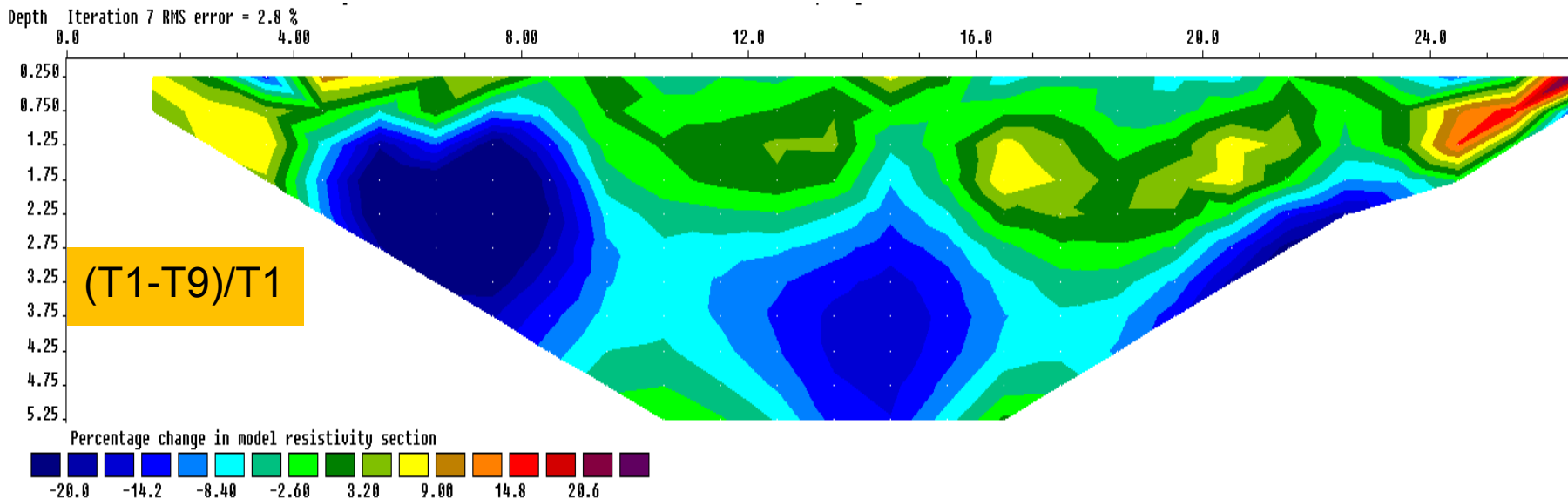


# Πείραμα Διαχρονικής Παρακολούθησης

## Τομή L2 – Εικόνες διαφορών της αντίστασης μεταξύ χρονικών φάσεων



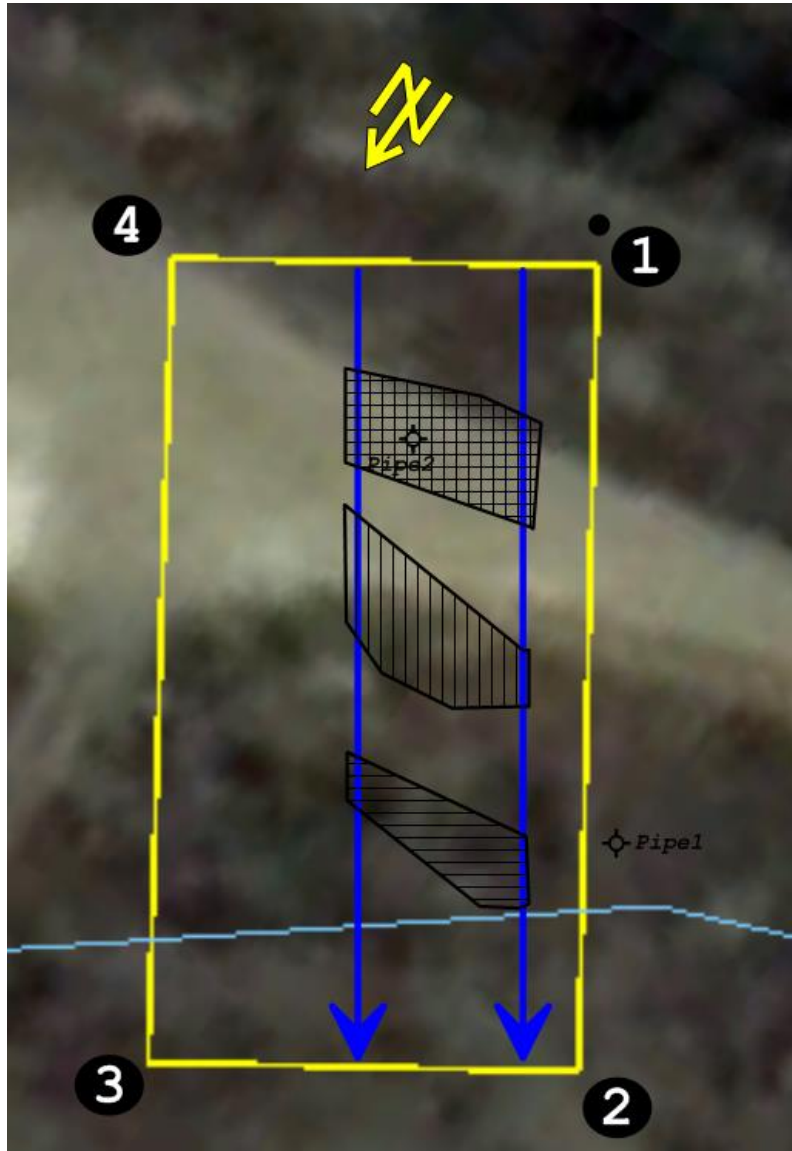
L2			
Leakage Initiation: 1			
Phase	start	end	duration
T1	10:11	10:19	00:08
T2	10:56	11:04	00:08
T3	11:24	11:31	00:07
T4	11:56	12:03	00:07
T5	12:24	12:31	00:07
T6	12:50	12:57	00:07
T7	13:18	13:25	00:07
T8	14:08	14:15	00:07
T9	14:33	14:40	00:07
End of ERT Monitoring: 14:52 (June 13th, 2013)			





# Πείραμα Διαχρονικής Παρακολούθησης

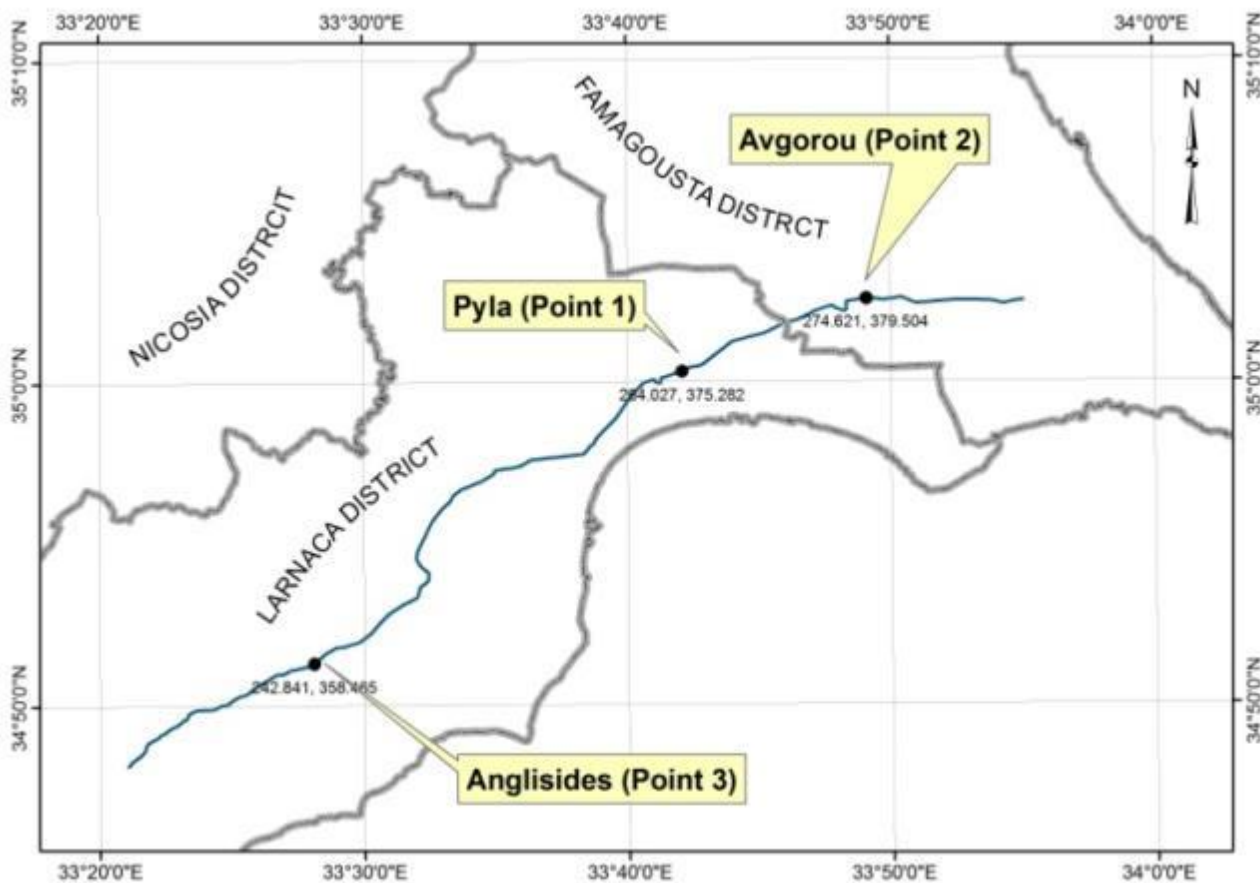
Διεύθυνση Ροής Υδάτων στο Υπέδαφος προς Ανατολικά



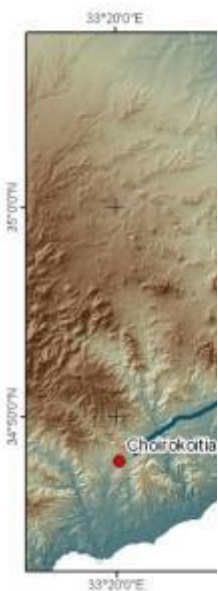
# Εφαρμογή σε περιοχή με διαρροή

## Περιπτώσεις διαρροών

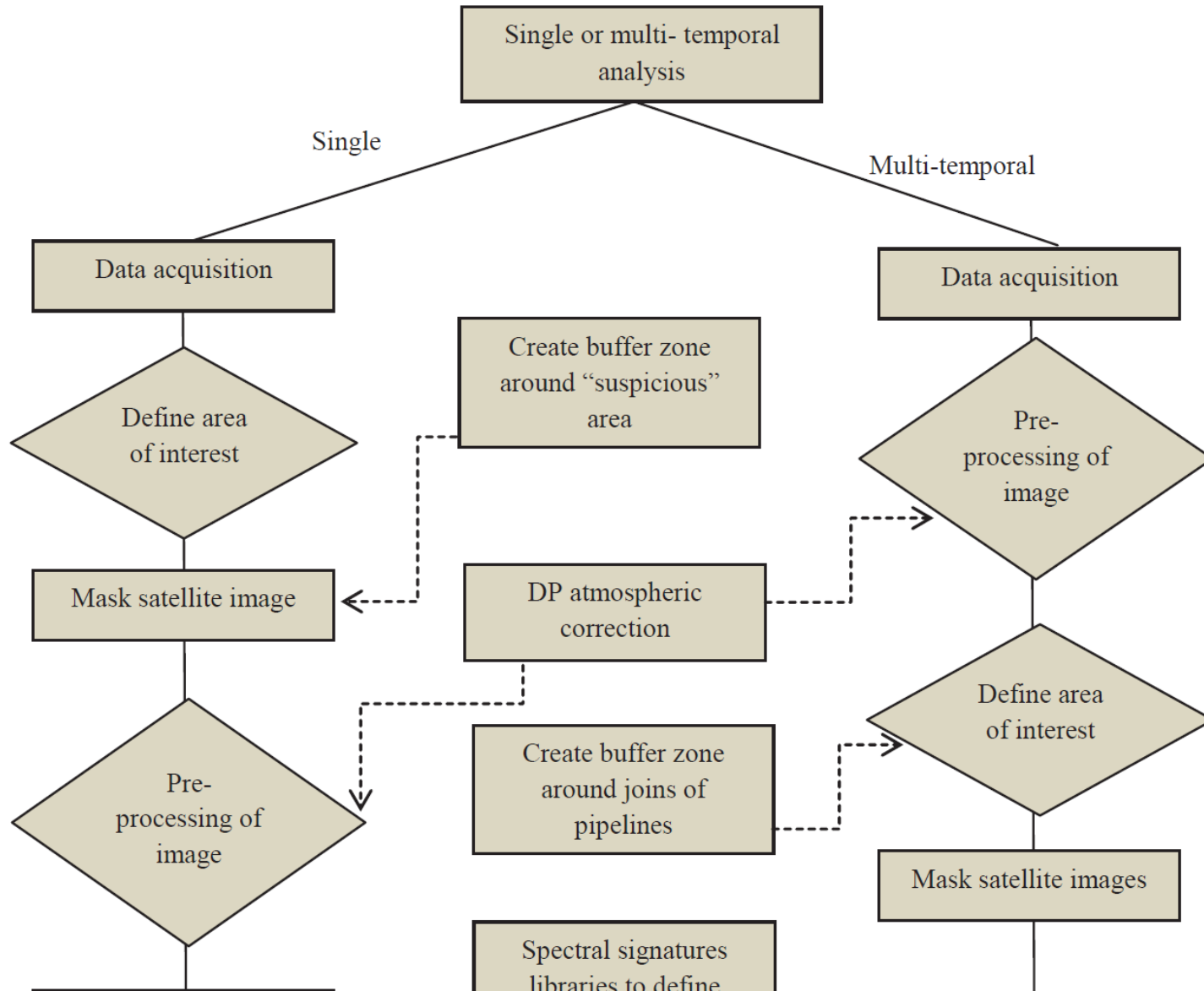
Στον αγρ  
2010, τρίς



α 2007-



# Μεθοδολογία



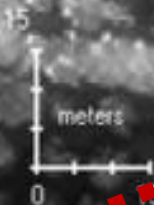
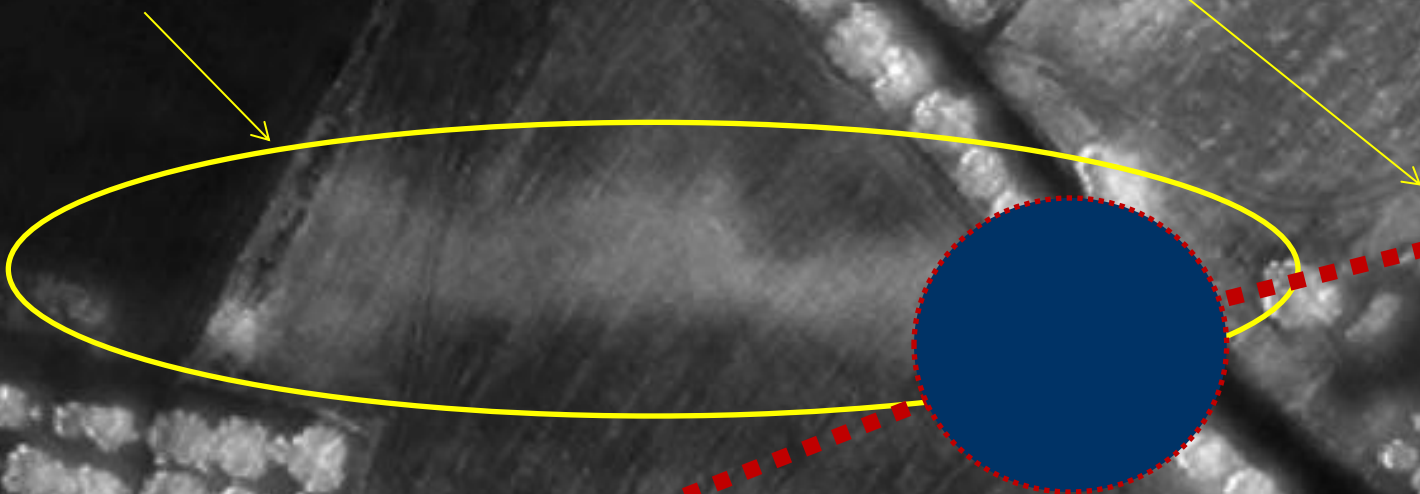


Δείκτης Βλάστησης NDVI



Αγωγός (ενδεικτική θέση)

Πιθανή απώλεια





# Ψευδέγχρωμο σύνθετο NIR-R-B

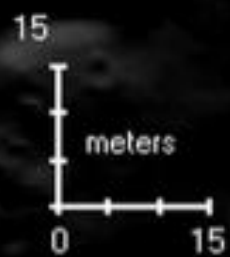




# Ανάλυση εικόνας PCA (PCA1-PCA2-PCA3)

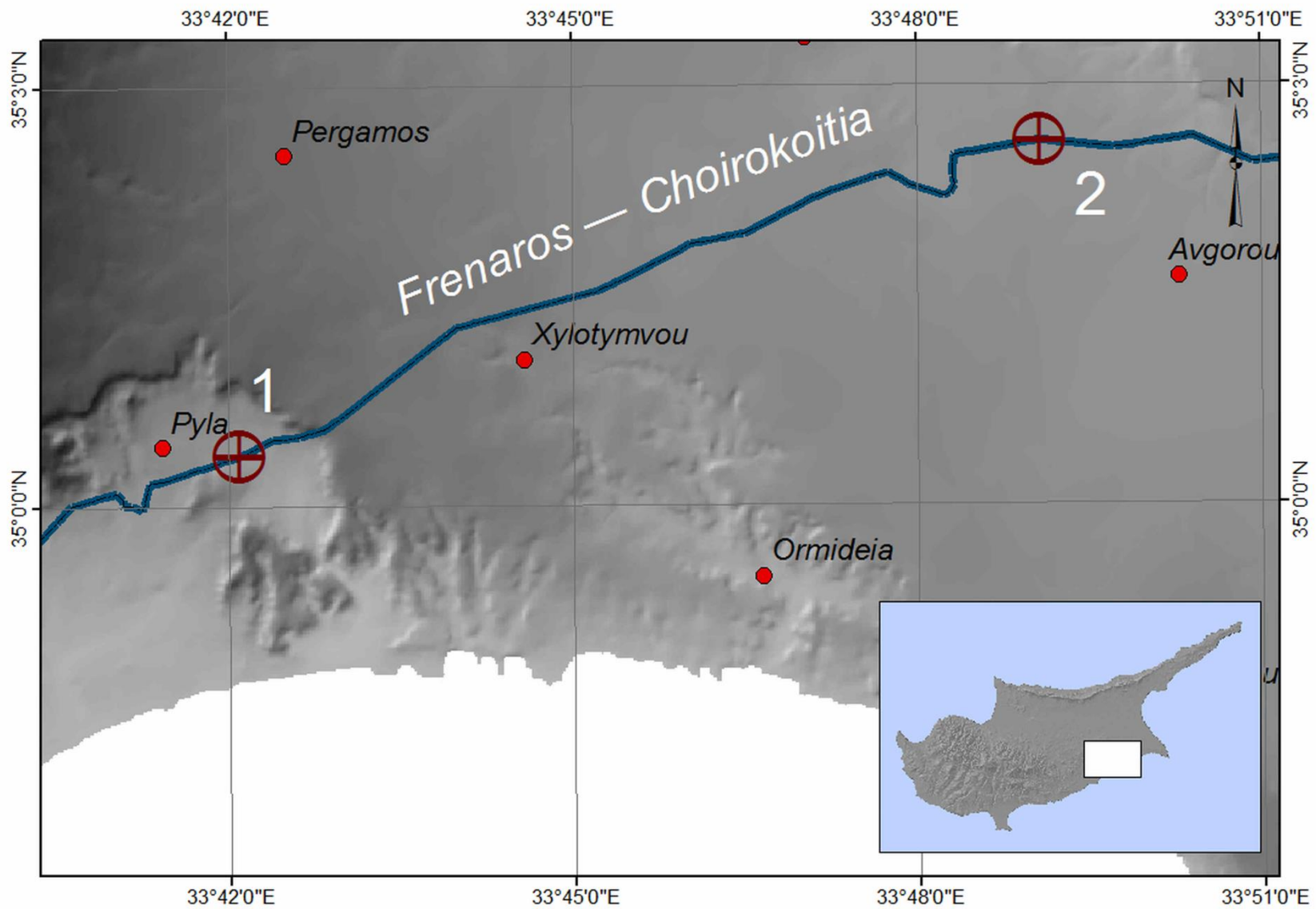






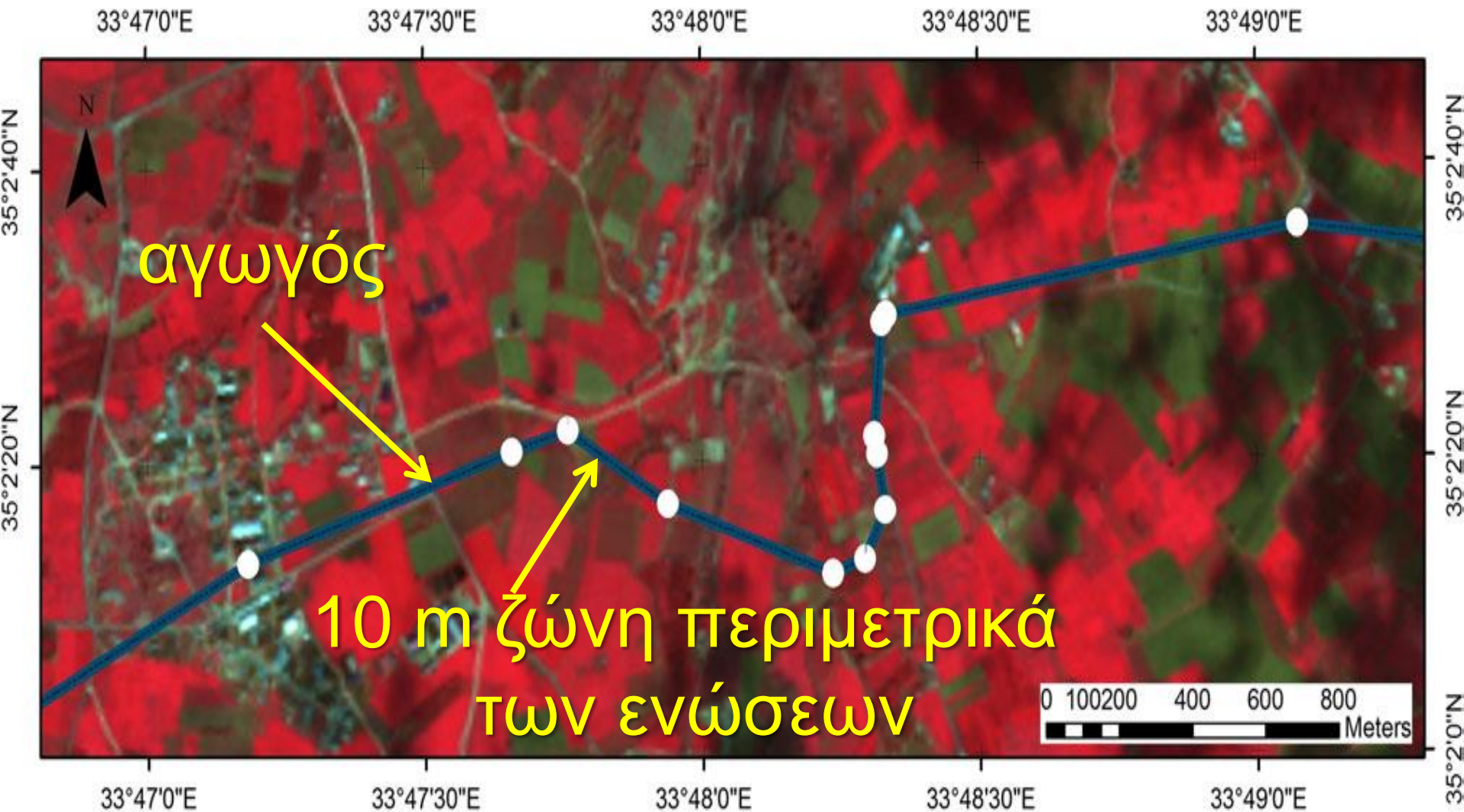
# Χρήση διαχρονικών δεδομένων: μεθοδολογία

- **Βήμα 1:** Ραδιομετρική και γεωμετρική διόρθωση
- **Βήμα 2:** Δημιουργία «περιοχών μελέτης μεταξύ των ενώσεων»
- **Βήμα 3:** Αποκοπή εικόνας στις υπο-περιοχές μελέτης
- **Βήμα 4:** Υπολογισμός δείκτη βλάστησης και στις δύο εικόνες (πρίν και μετά)
- **Βήμα 5:** υπολογισμός της διαφοράς του δείκτη βλάστησης
- **Βήμα 6:** Καθορισμός ορίου (threshold) με βάση επίγεια αληθή δεδομένα
- **Βήμα 7:** Εντοπισμός «ύποπτων περιοχών»





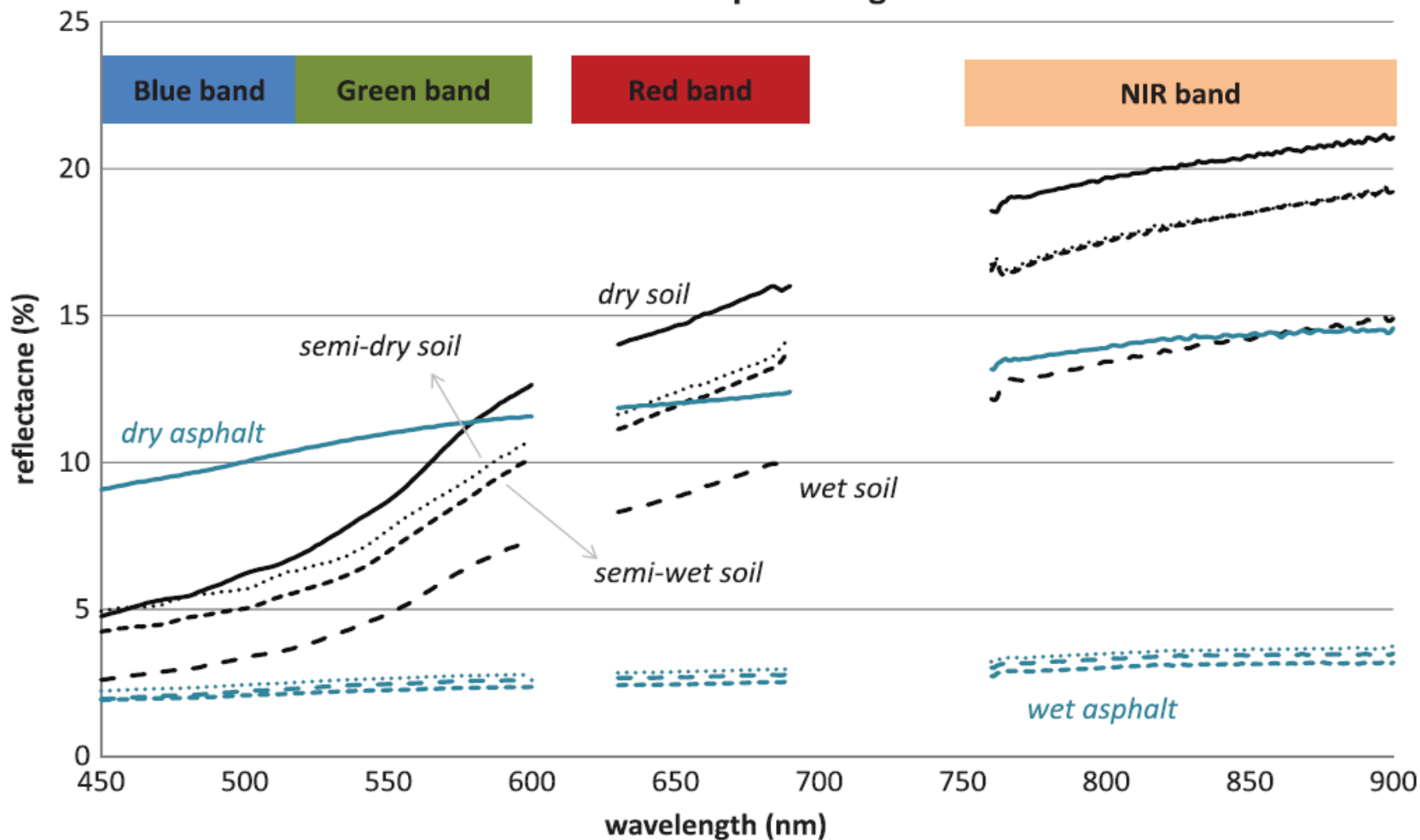
# Δορυφορική εικόνα SPOT 5

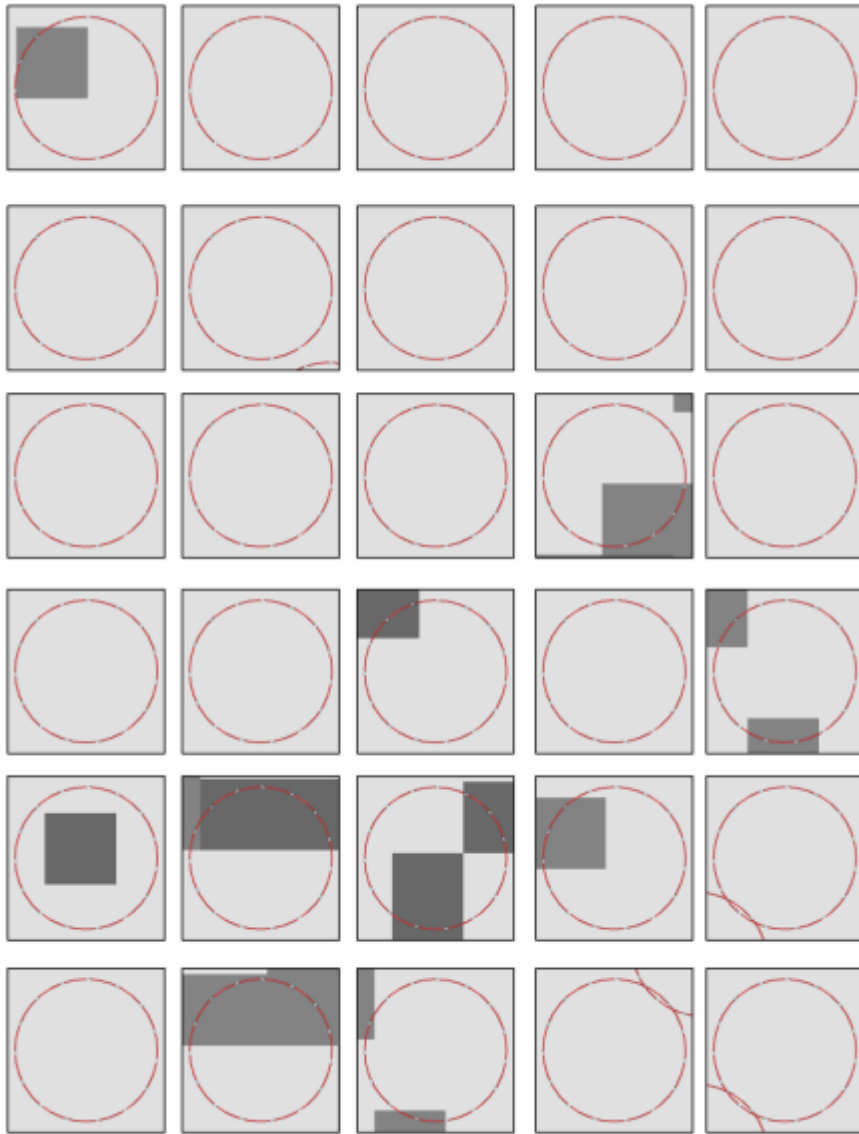


# Βαθμονόμηση

NDVI thresholds

## Soil and Asphalt targets





Detection of possible leakages (grey values) around the joints (indicated in circle). The rest of the joints not shown here were with no mark of possible leakage. The detection in the 1st row, 1st column is related with the real leakage observed in this area in February 2010.

**Throughout the 25 km length of the pipeline, the in-situ observations were minimized to only 0.4%**

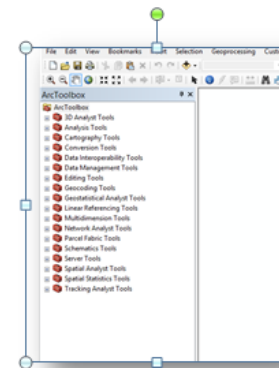
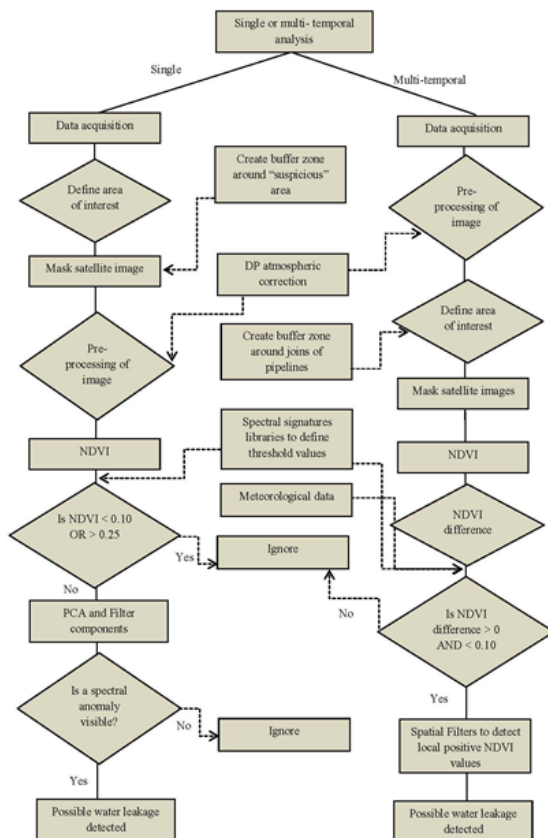


# Αυτοματοποίηση διαδικασίας

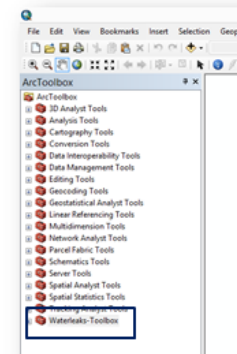
- Step 4:** Calculation of NDVI index in the area of interest in the whole dataset
- Step 5:** Calculation of NDVI difference between the two images
- Step 6:** Definition of thresholds for the NDVI values based on pre-defined thresholds.
- Step 7:** Definition of areas with possible leakage problems using spatial filters

It should be notice however that further improvements have been made for the above methodologies including other vegetation indices to the methodology as well spatial filters to enhance the final outcome.

## Installation of the toolbox



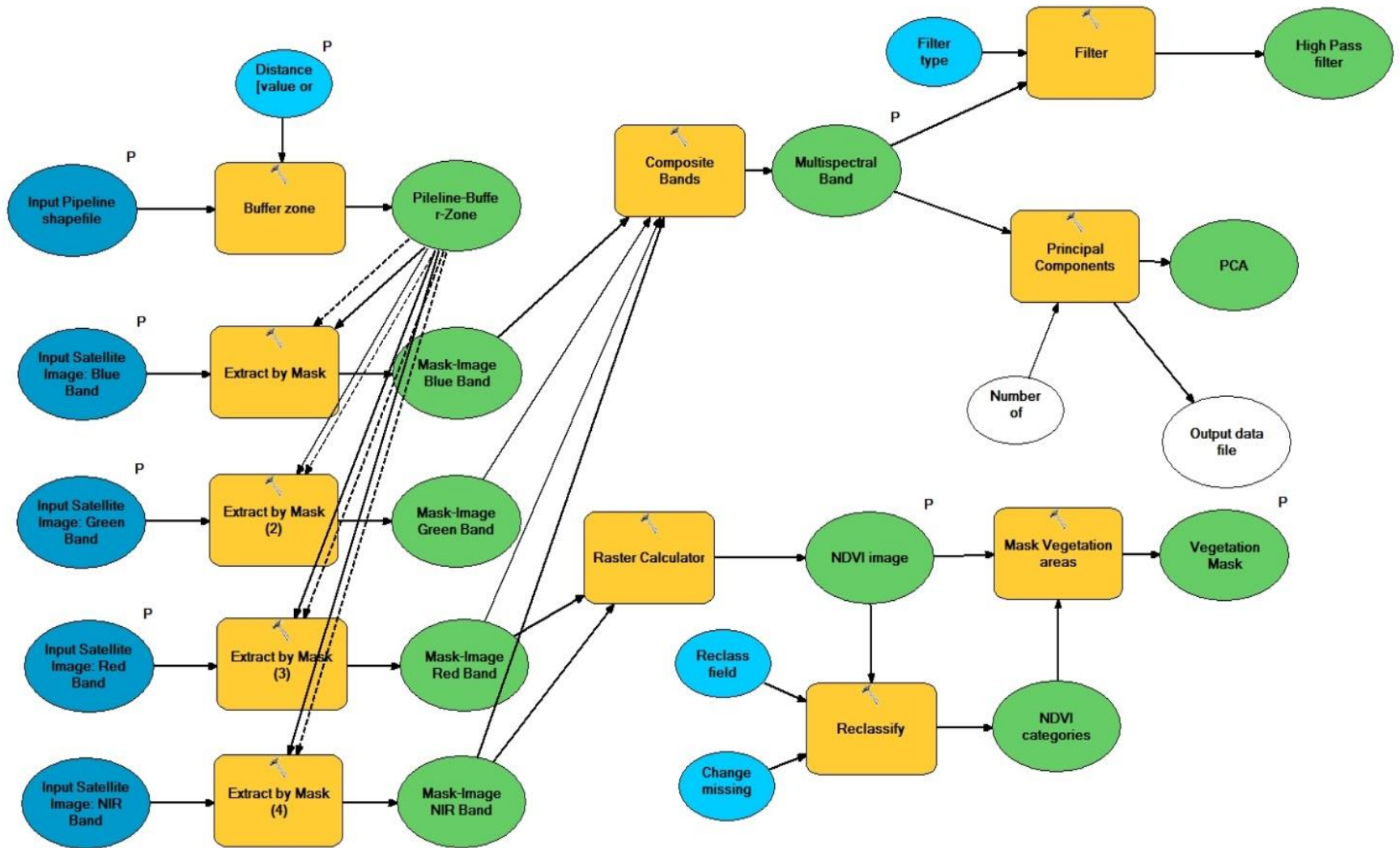
Select **ArcToolbox** in the ArcGIS environment



Add "Waterleaks Toolbox" in the default menu of the ArcToolbox

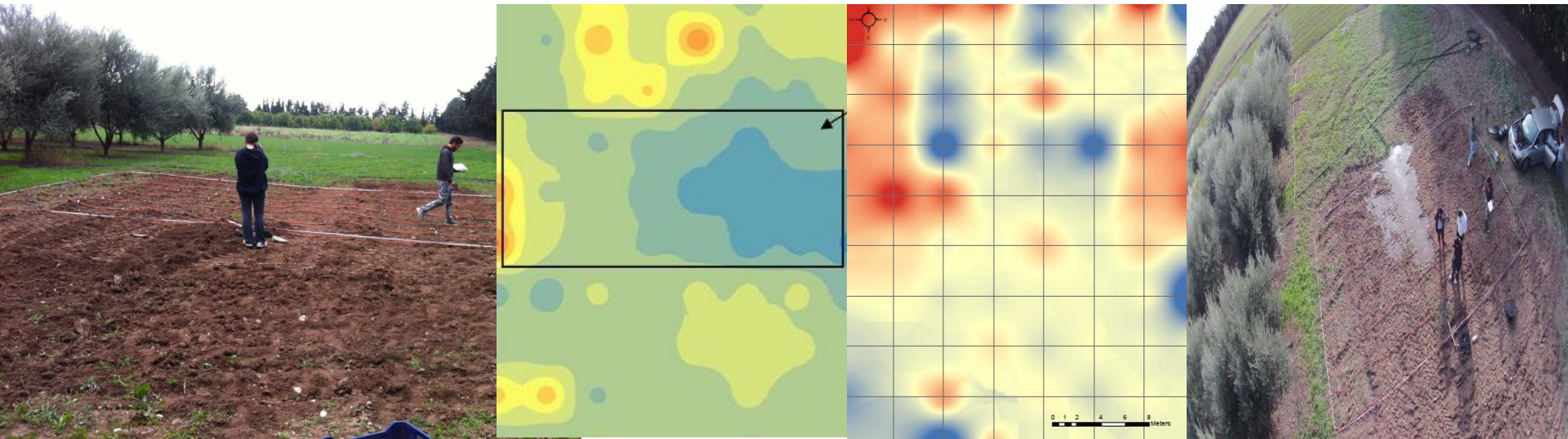
Figure 1: Detection of water leakages events as presented in Agapiou et al. (2014) publication

The toolbox is ready to be run



# Συμπεράσματα

- Η μεθοδολογία έχει επιβεβαιωθεί και σε μια άλλη περίπτωση στην Πάφο (Αχέλεια)
- Η χρήση συνδυασμένων τεχνικών τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ δείχνει αρκετά πλεονεκτήματα και αρκετή αξιοπιστία.





*Χρήση δορυφορικών, γεωφυσικών και υπερφασματικών  
τεχνολογιών για παρακολούθηση διαρροών νερού σε δίκτυα  
ύδρευσης για μη αστικές περιοχές*



Δρ Άθως Αγαπίου  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής  
Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

