



# Αρχές Παρακολούθησης Καλλιεργειών Με Χρήση Επίγειων Αισθητήρων

**Σπύρος Φουντάς**

Αν. Καθηγητής

Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας  
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

# Εισαγωγή στην Επίγεια Συλλογή Δεδομένων

- Η Επίγεια Ανίχνευση αναφέρεται σε οποιαδήποτε μέτρηση που λαμβάνεται στο επίπεδο του εδάφους, μέσα στο χωράφι.
- Υπάρχουν διάφοροι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή διαφορετικών τύπων επίγειων δεδομένων, που κυμαίνονται από απλά όργανα κλιμάκωσης έως εξελιγμένα αυτόνομα συστήματα.

# Ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους

- ❑ Μία από τις πιο βασικές εφαρμογές των επίγειων δεδομένων είναι η ανίχνευση των ιδιοτήτων του εδάφους.
- ❑ Οι ιδιότητες του εδάφους συνδέονται στενά μεταξύ τους. Για παράδειγμα, η δομή του εδάφους μπορεί να μας δώσει μια εκτίμηση για την εξατμοδιαπνοή και, συνεπώς, τη διαθεσιμότητα νερού στο ριζικό σύστημα καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

# Ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους

- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) είναι μια θεμελιώδης ιδιότητα των υλικών που χαρακτηρίζει την ικανότητα ενός μέσου να άγει την ηλεκτρική ενέργεια (dS/m).
- «Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα ποσοτικοποιεί το πόσο έντονα ένα υλικό άγει το ηλεκτρικό ρεύμα>>».

# Ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους

- Στη γεωργία, το έδαφος η ΗΑ του εδάφους είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη παράμετρος για την οριοθέτηση της ζώνης διαχείρισης, επειδή δείχνει υψηλή χρονική σταθερότητα.

Οριοθέτηση ζώνης  
διαχείρισης

Ο βασικός πυλώνας της  
Γ.Α.

Διαφορετική  
Διαχείριση σε κάθε  
ζώνη

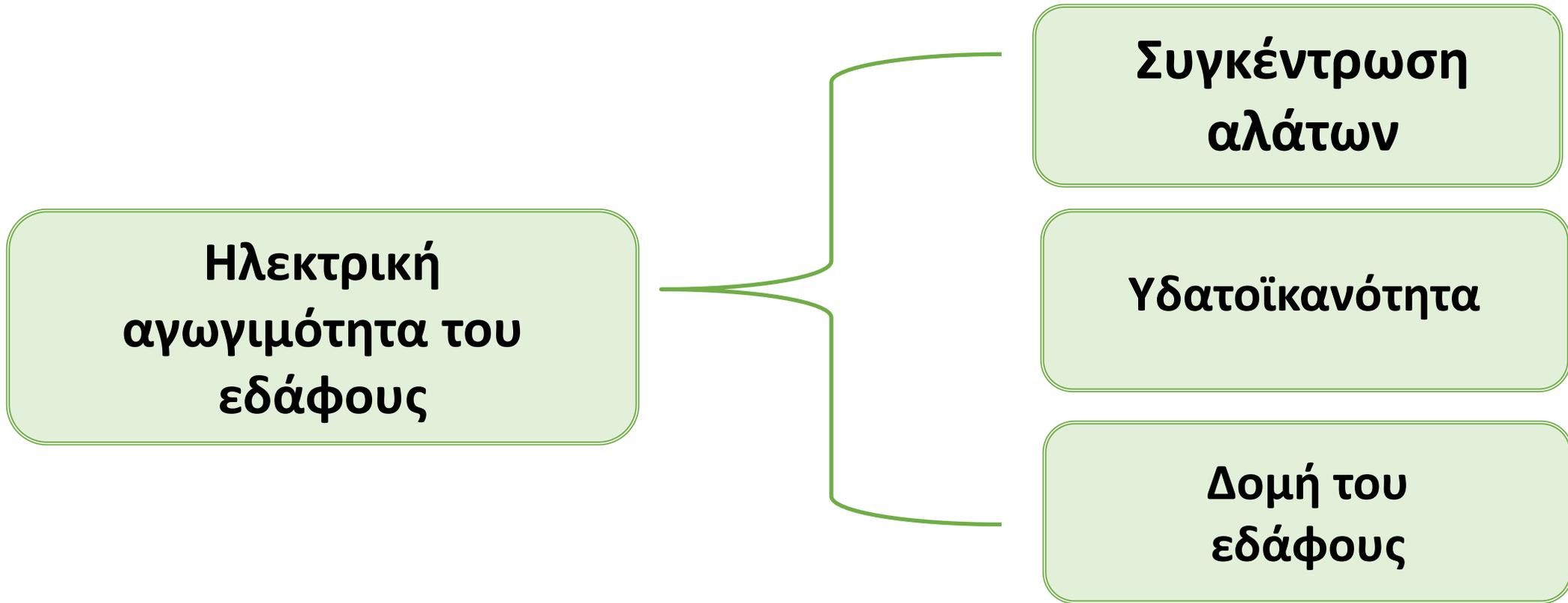
# Ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους

- Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (ΗΑ) του εδάφους σχετίζεται με διάφορες φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.
- Τα δεδομένα της ΗΑ μπορούν να δώσουν μεγάλο αριθμό γεωπονικών πληροφοριών υψηλής αξίας, με σχετικά υψηλή ακρίβεια.

# Ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους

- Η ΗΑ του εδάφους αυξάνεται σε εδάφη με υψηλότερη συγκέντρωση αλάτων.
- Ταυτόχρονα, η συγκέντρωση αλατιού (%) εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε νερό και ως εκ τούτου την υγρασία του εδάφους.

# Παράμετροι εδάφους που σχετίζονται με την ΗΑ





# Παράμετροι εδάφους που σχετίζονται με την ΗΑ

Οι ιδιότητες του εδάφους σχετίζονται μεταξύ τους. Η γνώση μερικών τέτοιων πληροφοριών μπορεί να παρέχει εκτιμήσεις για ένα μεγάλο αριθμό άλλων παραμέτρων:

- Συγκέντρωση αλάτων
- Πορώδες
- Θερμοκρασία (Θερμική)
- Δομή
- Οργανική ουσία
- pH
- Ικανότητα Ανταλλαγή Κατιόντων
- Υδατοϊκανότητα

## Αισθητήρες ΗΑ εδάφους

- Η ΗΑ εκφράζεται συνήθως σε μονάδες milliSiemens ανά μέτρο (mS/m), ή deciSiemens ανά μέτρο (dS/m), το οποίο είναι 100 φορές μεγαλύτερο από milliSiemens ανά μέτρο.
- Οι αισθητήρες ΗΑ εδάφους χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:
  - αισθητήρες με επαφή
  - αισθητήρες χωρίς επαφή

## Αισθητήρες HA εδάφους χωρίς επαφή

- ❑ Οι αισθητήρες HA εδάφους χωρίς επαφή δεν απαιτούν άμεση επαφή με το έδαφος για να λειτουργήσουν, δεδομένου ότι χρησιμοποιούν την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής για τη μέτρηση των σημείων δειγματοληψίας.
- ❑ Η μέθοδος ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής βασίζεται στη μέτρηση της μεταβολής της αμοιβαίας σύνθετης αντίστασης μεταξύ ενός ζεύγους πηνίων κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

## Αισθητήρες ΗΑ εδάφους χωρίς επαφή

- ❑ Οι περισσότεροι αισθητήρες ΗΑ χωρίς επαφή αποτελούνται από ένα μόνο πηνίο πομπού και δύο πηνία δέκτη.
- ❑ Όλα τα πηνία είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένα και χωρίζονται από μια σταθερή απόσταση, για να είναι δυνατή η μέτρηση σε διαφορετικά βάθη.
- ❑ Οι αισθητήρες ΗΑ χωρίς επαφή συνήθως επιτρέπουν μετρήσεις σε μεγαλύτερο βάθος εδάφους από τους αισθητήρες με επαφή.

# Αισθητήρες ΗΑ του εδάφους χωρίς επαφή

- Το πηνίο του πομπού χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενός ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, που ονομάζεται πρωτεύον πεδίο, το οποίο προκαλεί τη ροή ηλεκτρικών ρευμάτων στην υπόγεια επιφάνεια του εδάφους.
- Η ροή των ρευμάτων στην υπόγεια επιφάνεια παράγει ένα δευτερεύον μαγνητικό πεδίο. Τόσο το προκληθέν δευτερεύον πεδίο όσο και το πρωτεύον πεδίο ανιχνεύονται στο πηνίο του δέκτη και υπολογίζεται η ΗΑ του έδαφος.

# Αισθητήρες HA εδάφους χωρίς επαφή

Η Geonics είναι μια εταιρεία από τον Καναδά που κατασκευάζει αισθητήρες HA του εδάφους χωρίς επαφή, το σύστημα EM38.

- Σύστημα με 2 πηνία δέκτη, που απέχουν 1m και 0,5m από τον πομπό
- Μπορεί να μετρήσει αποτελεσματικά σε 2 βάθη



Source: [geomatrix.co.uk](http://geomatrix.co.uk)



# Αισθητήρες ΗΑ εδάφους χωρίς επαφή

Ο αισθητήρας EM38 MK2 μπορεί να μετρήσει σε βάθος 1,5 m και 0,75 m αντίστοιχα όταν τοποθετείται κατακόρυφα, και 0,75 m και 0,375 m όταν βρίσκεται σε οριζόντιο προσανατολισμό.



Το χειριστήριο Archer του αισθητήρα EM38 MK2, που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των λειτουργιών των αισθητήρων και της συλλογής δεδομένων

## Αισθητήρες ΗΑ εδάφους χωρίς επαφή

- ❑ Ο αισθητήρας δεν έχει GPS μέσα του, και ως εκ τούτου απαιτεί μια συσκευή GPS για να καταγράψει χωρικά δεδομένα.
- ❑ Το χειριστήριο του οργάνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως GPS, ωστόσο, άλλα υψηλής ακρίβειας GPS, όπως ένα RTK GPS μπορεί να συνδεθεί για να καταστεί δυνατή η υψηλότερη ακρίβεια τοποθέτησης για κάθε μέτρηση.



# Αισθητήρες ΗΑ εδάφους χωρίς επαφή

- ✓ Μόλις ο αισθητήρας συνδεθεί με ένα GPS μέσω του χειριστηρίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή δεδομένων ΗΑ, είτε χειροκίνητα, είτε με το να τοποθετηθεί σε ένα έλκηθρο που έλκεται από ένα γεωργικό όχημα για μετρήσεις σε μεγαλύτερες εκτάσεις.

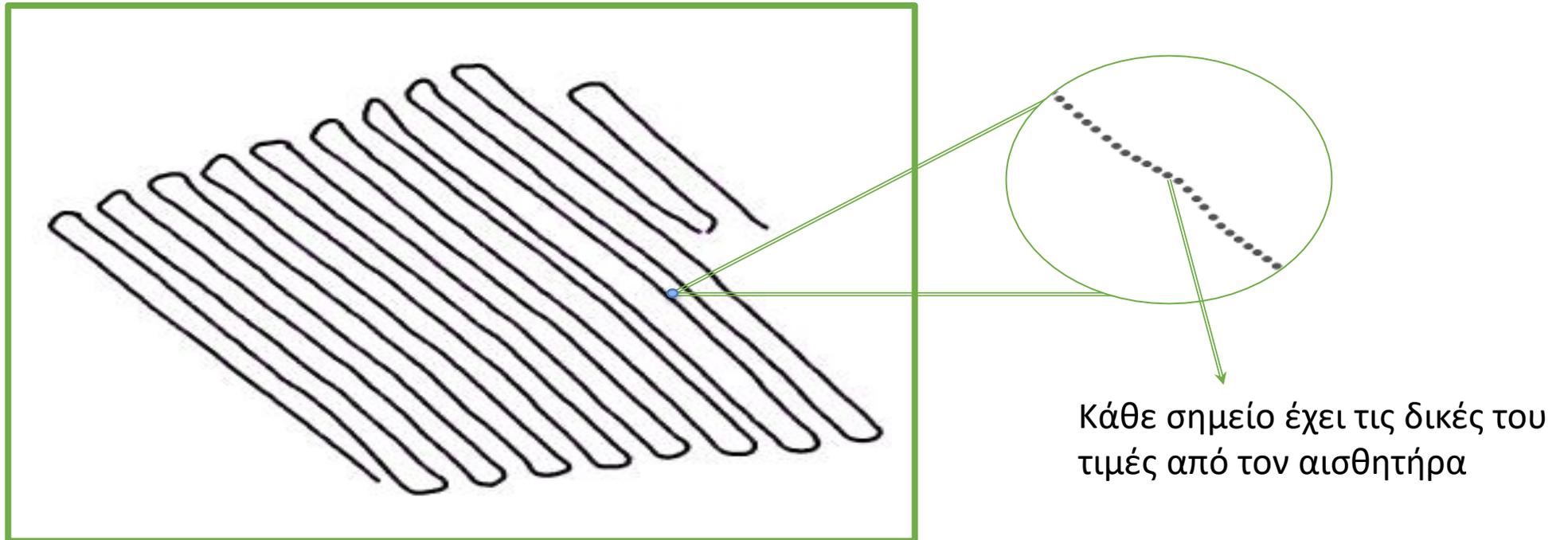
Ξύλινο έλκηθρο με τον αισθητήρα και το GPS τοποθετημένα σε αυτό, χωρίς μεταλλικά αντικείμενα



## Αισθητήρες ΗΑ εδάφους χωρίς επαφή

- ❑ Μόλις συλλεχθούν τα σημεία δεδομένων με γεωαναφορά, τα δεδομένα μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία και ανάλυση σε ένα λογισμικό GIS.
- ❑ Η προσέγγιση είναι η **παρεμβολή** μιας σταθερής επιφάνειας από τις τιμές των σημείων.
- ❑ Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται εδώ είναι παρόμοια με όλα τα γεωαναφορόμενα δεδομένα από επίγειους αισθητήρες.

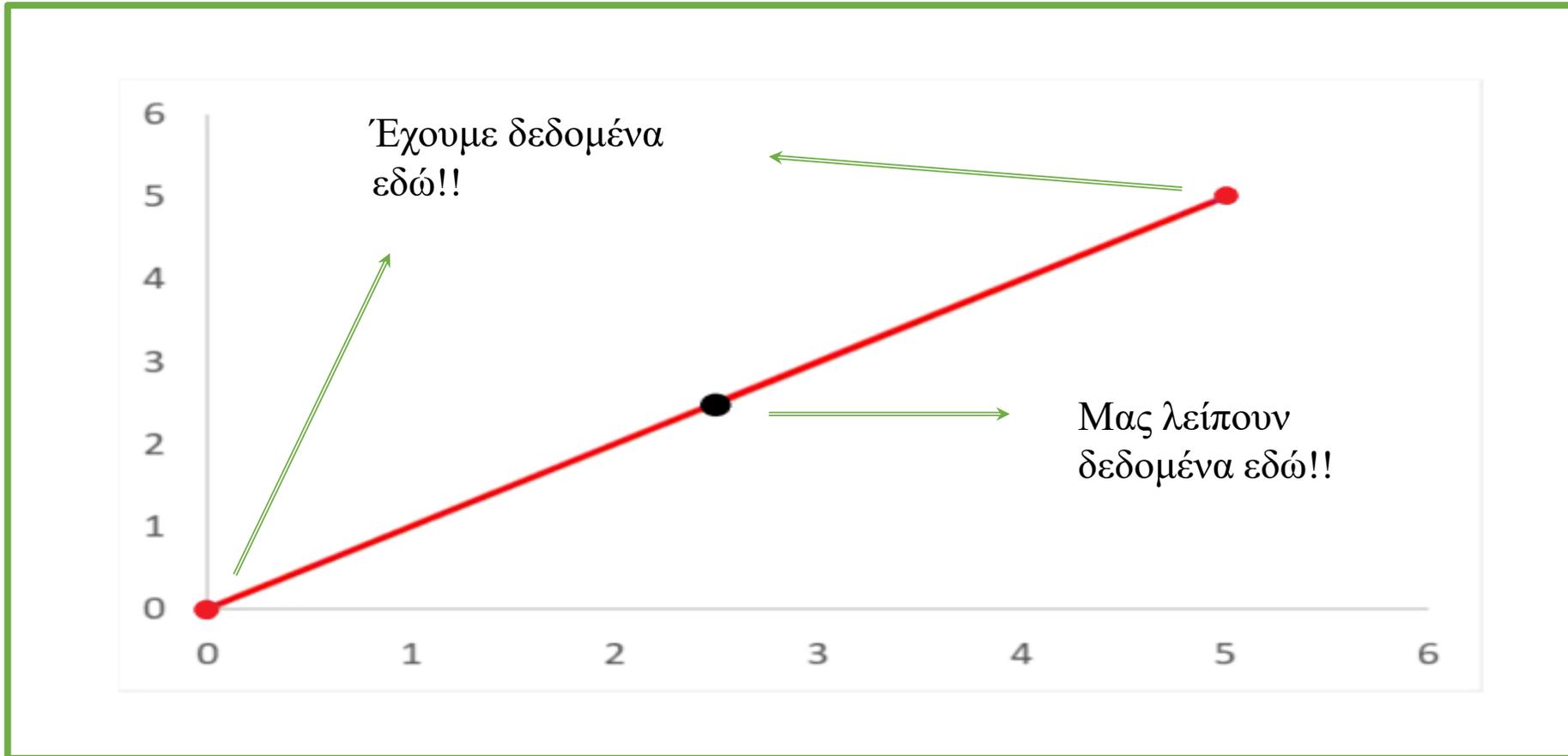
- Μόλις ο αισθητήρας σαρώσει ολόκληρο το χωράφι, τα δεδομένα γεωαναφοράς έχουν συλλεχθεί με τη μορφή σημείων, όπως φαίνεται παρακάτω.



## Παρεμβολή δεδομένων- IDW

- Οι περισσότεροι επίγειοι αισθητήρες παράγουν σημειακά διανυσματικά αρχεία σημείων (vector points) και κάθε ένα από αυτά έχει μια τιμή της μετρούμενης παραμέτρου.
- Τα δεδομένα πρέπει να μετατραπούν από σημείο (vector) σε μια συνεχή επιφάνεια (raster).
- Πρέπει να "παραγάγουμε", ή να εκτιμήσουμε δεδομένα για τα σημεία, στα οποία δεν έχουν γίνει μετρήσεις.

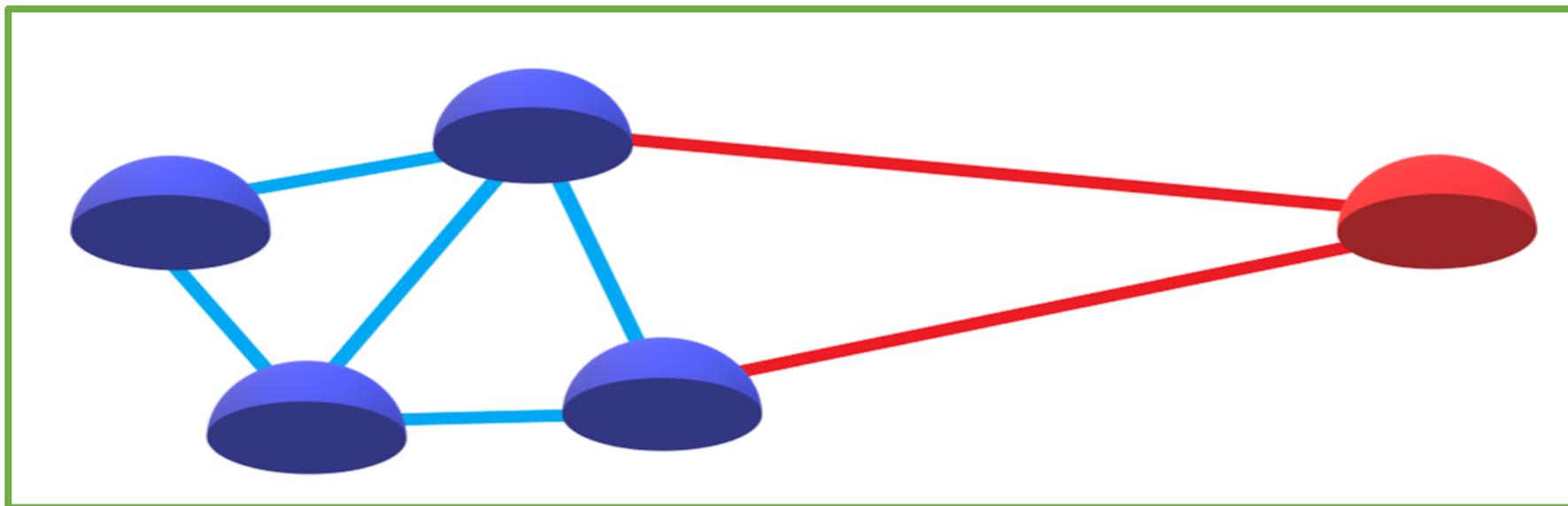
# Παρεμβολή δεδομένων- IDW



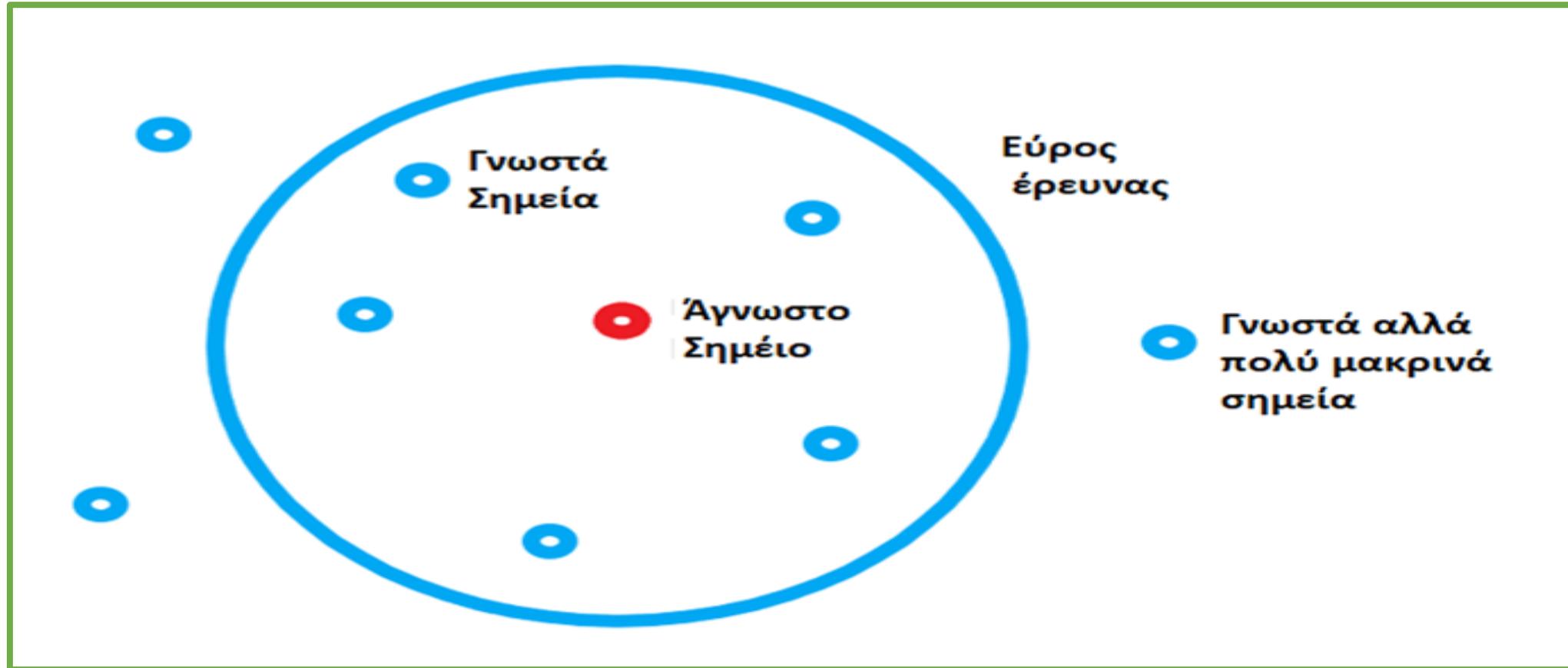
# Παρεμβολή δεδομένων- IDW

**Όλα σχετίζονται μεταξύ τους, αλλά αυτά που είναι κοντά είναι πιο σχετικά.**

-Waldo Tobler, 1970



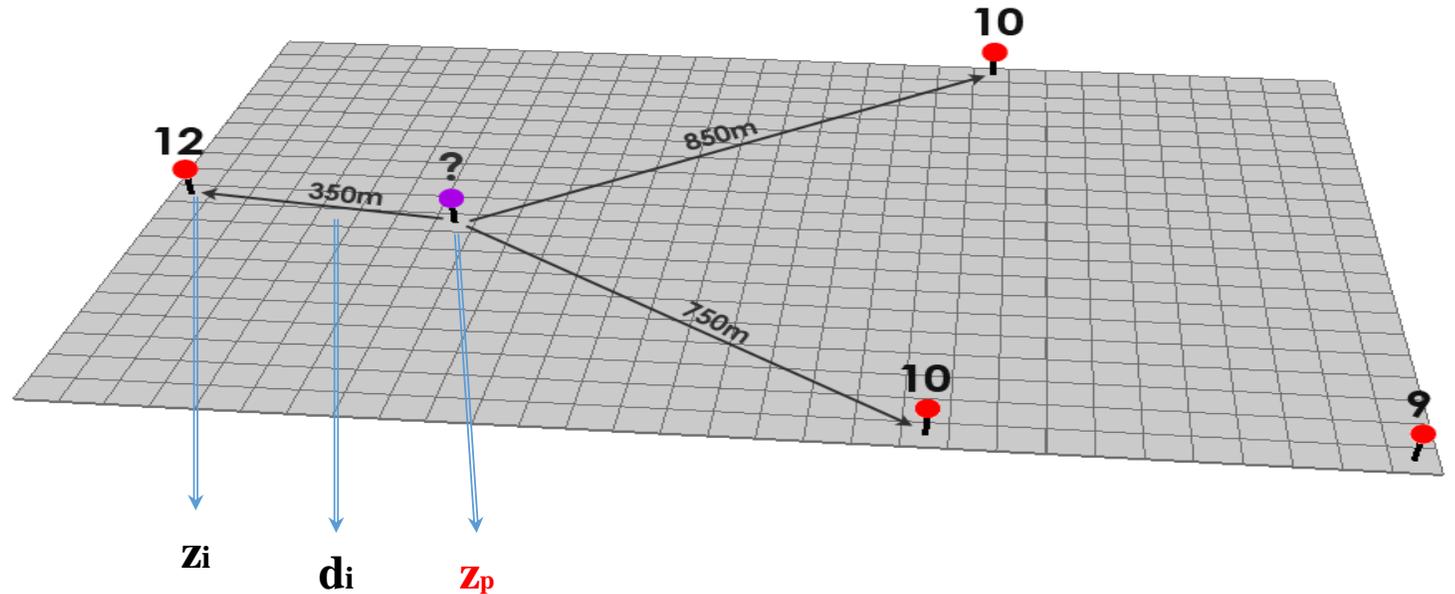
# Παρεμβολή δεδομένων- IDW



# Inverse Distance Weighting - IDW

- Παράδειγμα απλής χωρικής παρεμβολής

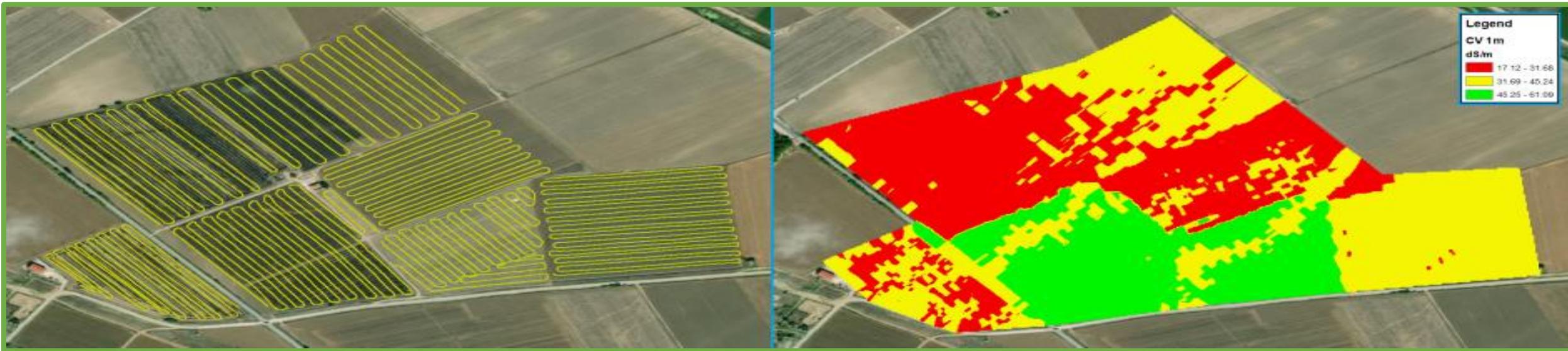
$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{z_i}{d_i^p} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^p} \right)}$$





# Παρεμβολή δεδομένων- IDW

- Το αποτέλεσμα της διαδικασίας παρεμβολής χωρικών δεδομένων είναι ένας χάρτης που δείχνει τη χωρική παραλλακτικότητα της μετρούμενης παραμέτρου.



## Αισθητήρες ΗΑ εδάφους με επαφή

- Οι αισθητήρες με επαφή χρησιμοποιούν τη μέθοδο παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από ένα ηλεκτρόδιο πομπού και στη συνέχεια μέτρησης της πτώσης τάσης με ένα ή δύο πηνία δέκτη.
- Και οι δύο τύποι πηνίων είναι σε επαφή με το ανώτερο στρώμα του εδάφους, εξού και το όνομα <<αισθητήρες με επαφή>>.

# Αισθητήρες ΗΑ εδάφους με επαφή

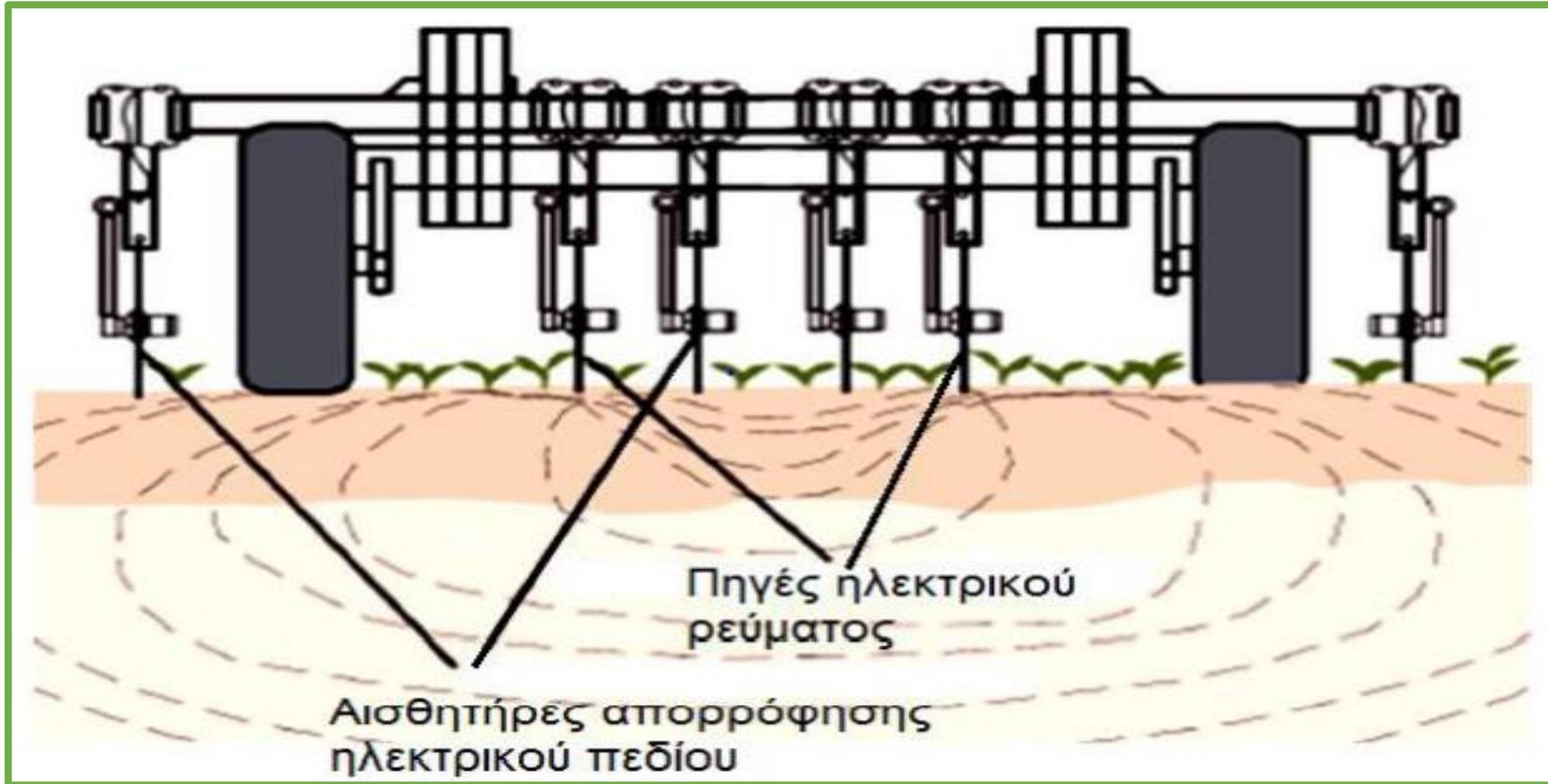
- ❑ Το σύστημα Veris είναι μια κατασκευή αισθητήρων ηλεκτρικής αγωγιμότητας με επαφή.
- ❑ Στα συστήματα Veris χρησιμοποιούνται δύο έως τρία ζεύγη ηλεκτροδίων. Ένα ζευγάρι πομπών δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα στο έδαφος, ενώ οι υπόλοιποι δέκτες μετρούν την πτώση τάσης μεταξύ τους και υπολογίζουν την ΗΑ εδάφους.

# Αισθητήρες ΗΑ εδάφους με επαφή



Source: veristech.com

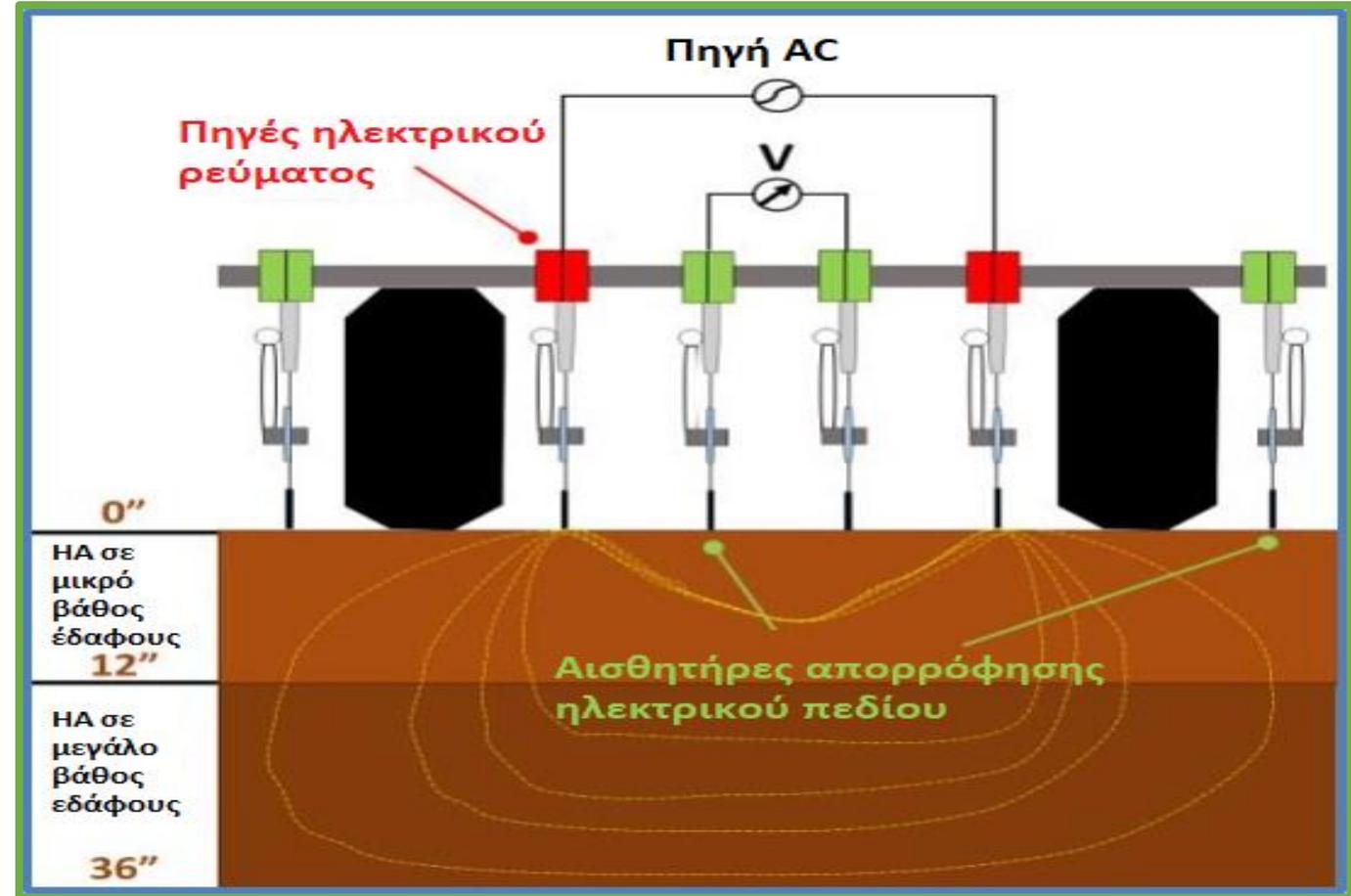
# Αισθητήρες ΗΑ εδάφους με επαφή



Source: Grisso et al., 2009

# Αισθητήρες ΗΑ του εδάφους με επαφή

Τα συστήματα Veris μπορούν να μετρήσουν την ΗΑ είτε σε ένα μόνο βάθος είτε σε δύο διαφορετικά βάθη, ανάλογα με τη θέση και τον αριθμό των πηνίων.



# Επίγειοι αισθητήρες ανίχνευσης της αντανάκλασης

- ❑ Αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα φασματικής ανάκλασης στο επίπεδο του εδάφους.
- ❑ Αυτοί οι τύποι αισθητήρων προσφέρουν προφανώς την υψηλότερη δυνατή ακρίβεια σε σύγκριση με τα δορυφορικά και μη επανδρωμένα δεδομένα.
- ❑ Οι αισθητήρες επίγειας αντανάκλασης χρησιμοποιούνται συχνά για την επικύρωση της ακρίβειας μιας πηγής δεδομένων τηλεπισκόπησης.

# Επίγειοι αισθητήρες ανίχνευσης της αντανάκλασης

- ❑ Τα δεδομένα συλλέγονται είτε χειροκίνητα, είτε μέσω ενός γεωργικού οχήματος, στο οποίο έχει προσαρτηθεί ο αισθητήρας. Έτσι σαρώνοντας το χωράφι, καταγράφει τιμές ανά προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.
- ❑ Κάθε μέτρηση αποθηκεύεται μαζί με δεδομένα εντοπισμού κάθε σημείου, προκειμένου να δημιουργηθούν δεδομένα με γεωαναφοράς που αντιπροσωπεύουν την τιμή κάθε σημείου.



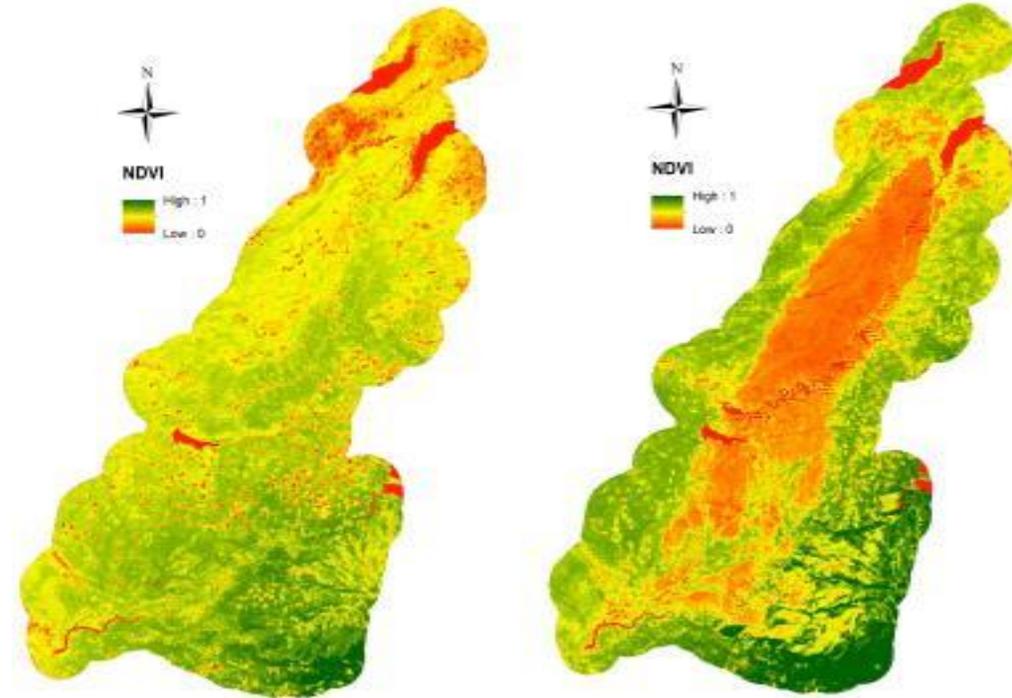
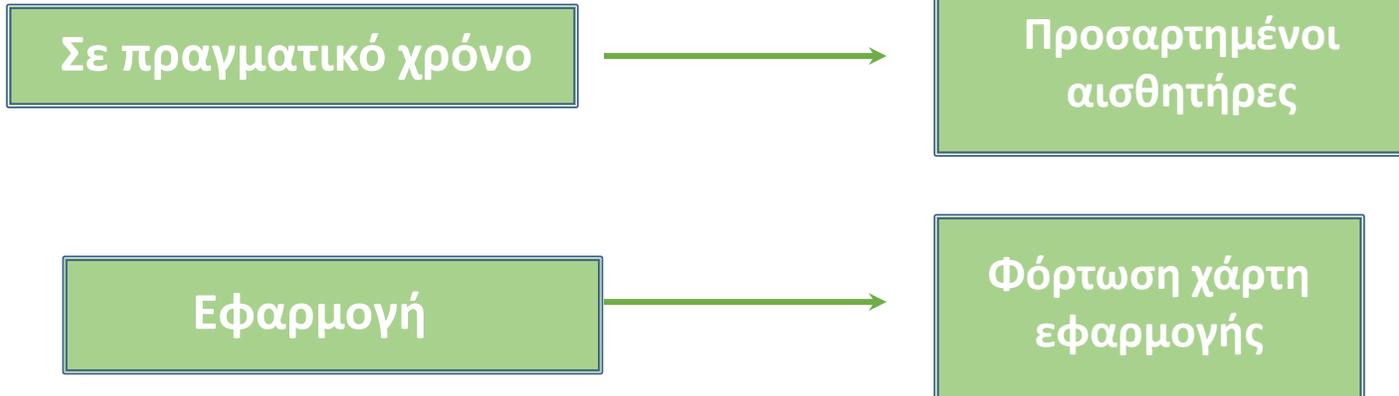
# Επίγειοι αισθητήρες ανίχνευσης της αντανάκλασης

Γεωργικά οχήματα στα οποία έχουν προσαρτηθεί αισθητήρες ανάκλασης.



# Τεχνολογία διαφοροποιούμενης δόσης

Οι δείκτες ανάκλασης και βλάστησης μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ευρωστία των καλλιεργειών και, ως εκ τούτου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσαρμογή της λίπανσης.

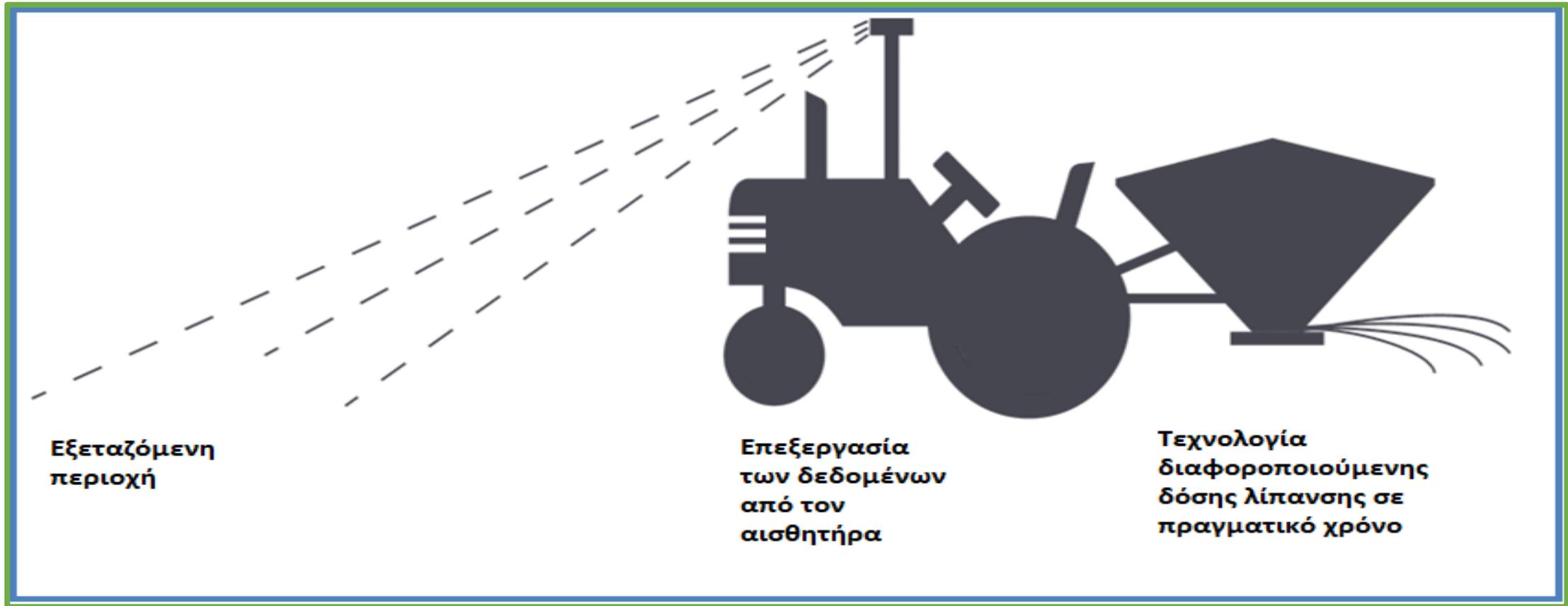


# Συστήματα λίπανσης σε πραγματικό χρόνο

Συστήματα ικανά να υπολογίσουν τις διατροφικές ανάγκες των φυτών σε πραγματικό χρόνο και να εφαρμόσουν την κατάλληλη λίπανση.



# Συστήματα λίπανσης σε πραγματικό χρόνο



## Χαρτογράφηση παραγωγής

- Το οικονομικό κέρδος ή η ζημία από κάθε καλλιεργητική περίοδο εξαρτάται από την τελική απόδοση και ποιότητα των προϊόντων.
- Τόσο η απόδοση όσο και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων, τόσο βιολογικών όσο και αβιοτικών, καθώς και πολυάριθμων αλληλεπιδράσεων (όπως το περιβάλλον της καλλιέργειας).
- Για το λόγο αυτό τα χαρακτηριστικά απόδοσης παρουσιάζουν υψηλή χωρική παραλλακτικότητα ακόμη και μέσα σε μικρά χωράφια.

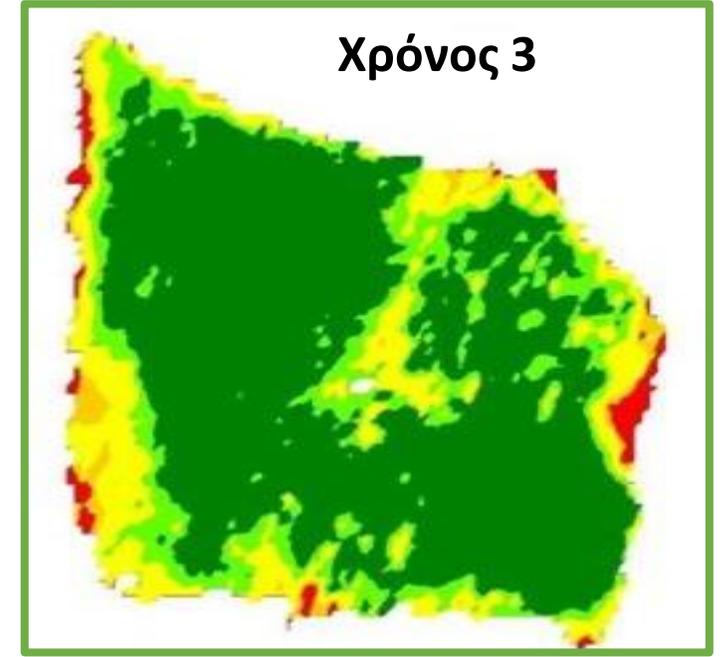
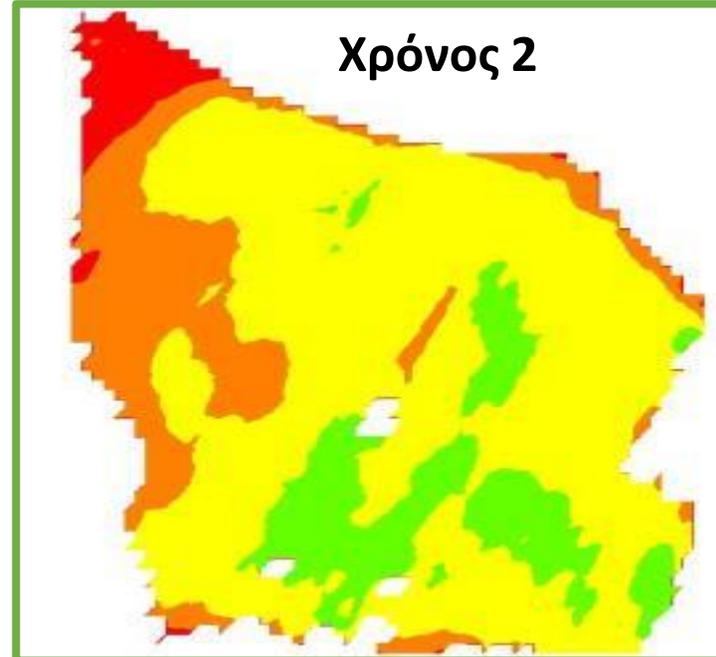
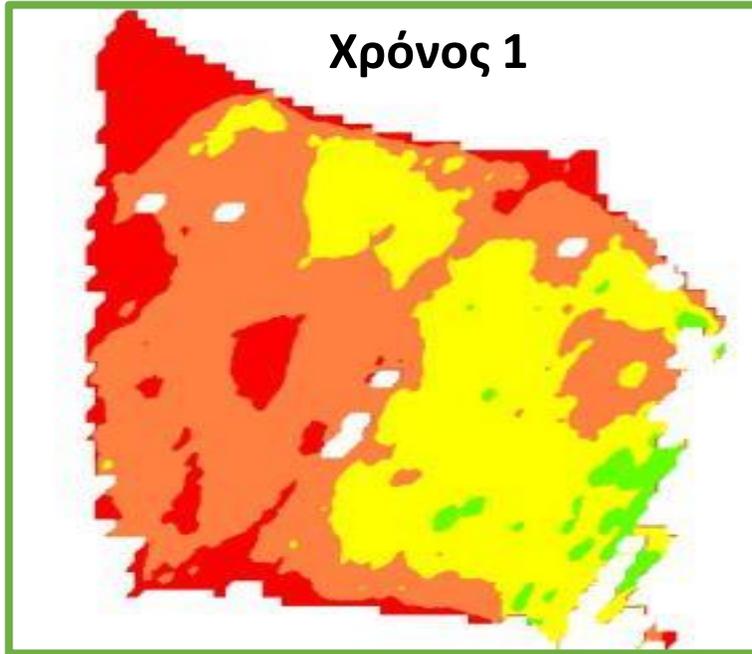
# Χαρτογράφηση παραγωγής

- ❑ Αυτές οι παρατηρήσεις σχετικά με την παραλλακτικότητα της απόδοσης οδήγησαν στην εμφάνιση μιας πρόωρης έννοιας της Γεωργίας Ακρίβειας στη δεκαετία του 1980.
- ❑ Ορισμένες περιοχές στο εσωτερικό του αγρού μπορεί να παράγουν υψηλή απόδοση και να είναι κερδοφόρες, ενώ άλλες έχουν τόσο χαμηλές επιδόσεις που καταλήγουν ως οικονομική επιβάρυνση, δεδομένου ότι το κέρδος είναι μικρότερο από το κόστος της καλλιέργειάς τους.

## Χαρτογράφηση παραγωγής

- ❑ Οι ζώνες υψηλής παραγωγικότητας χάνουν μεγάλη ποσότητα θρεπτικών ουσιών κάθε καλλιεργητική περίοδο, ενώ οι ζώνες χαμηλής παραγωγικότητας δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν πλήρως τις εισροές που εφαρμόζονται σε αυτές, με αποτέλεσμα οικονομικές απώλειες, περιβαλλοντική ρύπανση και τοξικότητες στα φυτά.
- ❑ Με γνώση της παραγωγικότητας κάθε ζώνης, οι γεωργικές πρακτικές μπορούν να προσαρμοστούν ώστε να διασφαλιστεί η διατήρηση της υψηλής παραγωγικότητας των ζωνών υψηλής απόδοσης, ενώ οι ζώνες χαμηλής παραγωγικότητας υποστηρίζονται ή προσφέρονται ανάλογα την ανάγκη.

# Χάρτες Παραγωγής





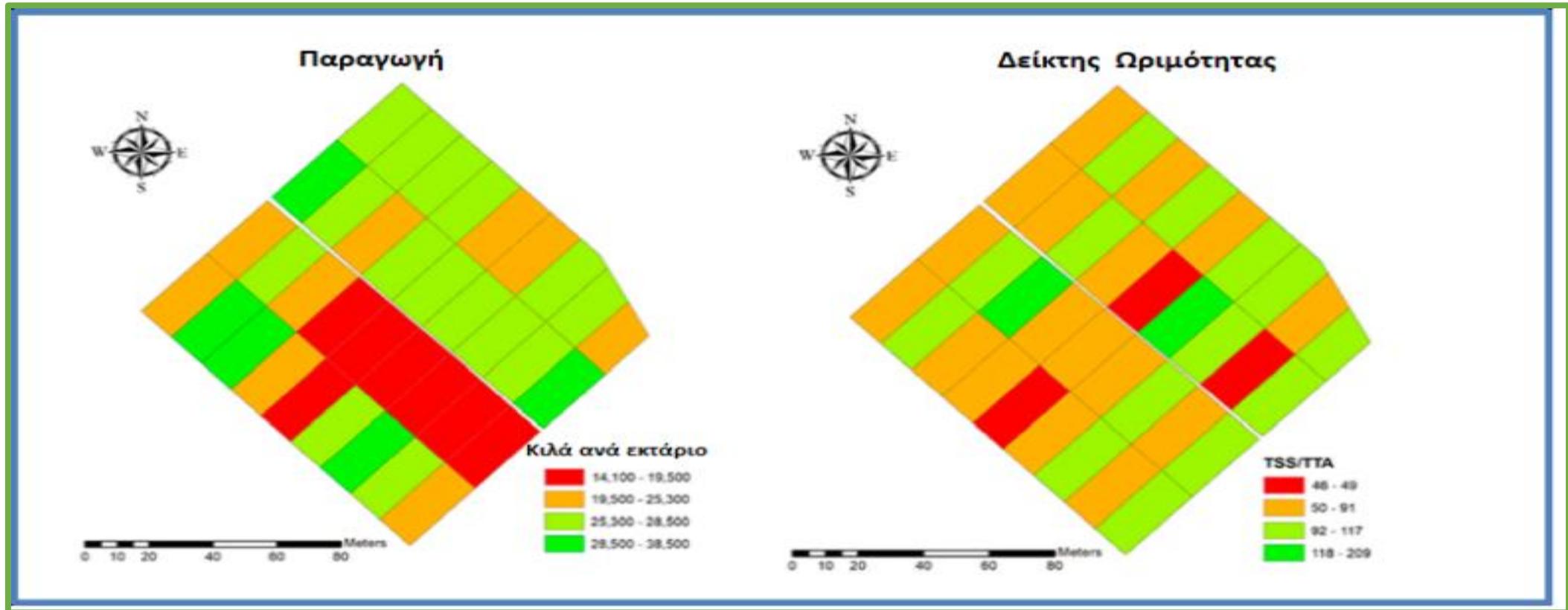
# Χάρτες Παραγωγής

- Τα δεδομένα απόδοσης με γεω-αναφορά είναι από τις πιο προσβάσιμες και πολύτιμες πληροφορίες που μπορεί να λάβει ένας γεωργός.
- Οι χάρτες απόδοσης και τα απλά ημερολόγια καλλιεργειών από διαφορετικά έτη μπορούν εύκολα να υποδείξουν παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για τη μείωση ή την αύξηση της απόδοσης, δημιουργώντας παράλληλα μια εξαιρετικά πολύτιμη ιστορική βάση δεδομένων.

## Χάρτες Παραγωγής

- Η μεθοδολογία είναι ότι το χωράφι χωρίζεται σε μικρότερα γεωαναφερόμενα τμήματα (grids).
- Στη συνέχεια μετριέται η απόδοση σε κάθε τμήμα και συλλέγονται επίσης δείγματα από κάθε αγροτεμάχιο.
- Τέλος αναλύονται τα δείγματα για να ληφθούν πληροφορίες σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της απόδοσης, έτσι ώστε να μπορούν να μελετηθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων.

# Χάρτες Παραγωγής



Source: Anastasiou et al., 2018  
[doi.org/10.3390/agriculture8070094](https://doi.org/10.3390/agriculture8070094)

# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

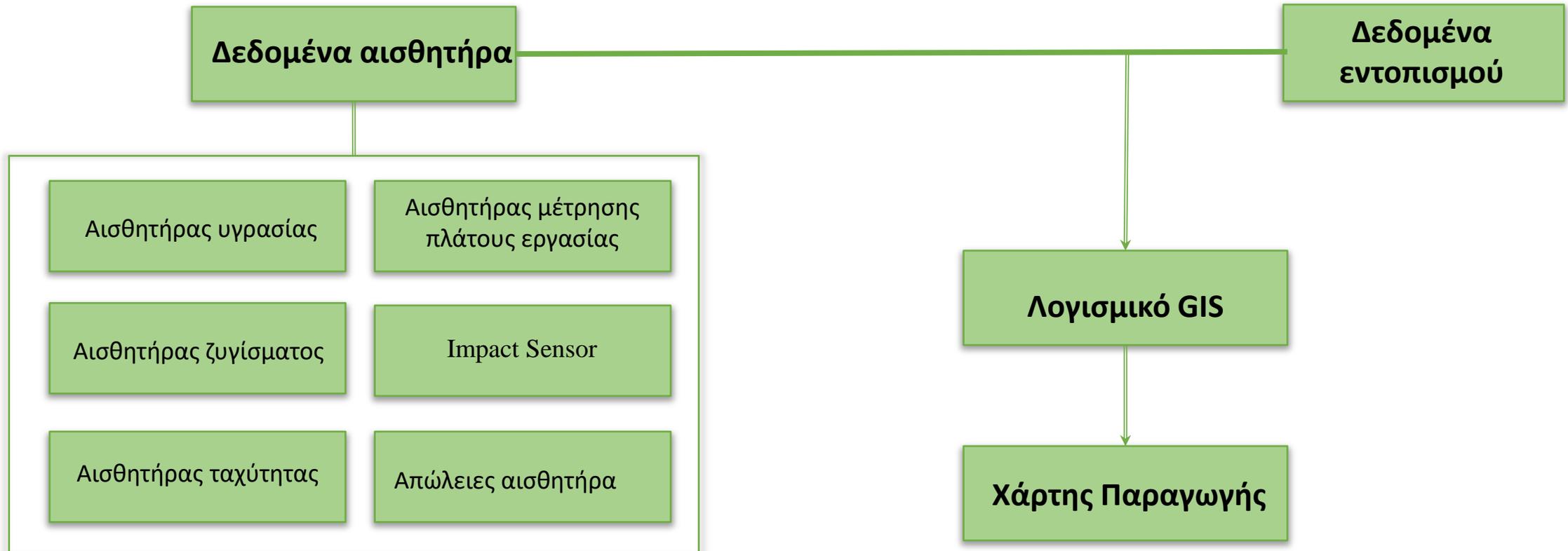
- ❑ Τα συστήματα χαρτογράφησης της παραγωγής βασίζονται σε αισθητήρες παραγωγής τοποθετημένους μέσα σε θεριζοαλωνιστικές μηχανές.
- ❑ Χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αισθητήρων, από κιβώτια φόρτωσης στον ανελκυστήρα σιτηρών μέχρι οπτικούς αισθητήρες που εκτιμούν τη ροή όγκου και τα χαρακτηριστικά απόδοσης.
- ❑ Τα δεδομένα αισθητήρων και τα δεδομένα θέσης συνδυάζονται από την Κεντρική Μονάδα Υπολογιστή και δημιουργούνται χάρτες απόδοσης.

# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

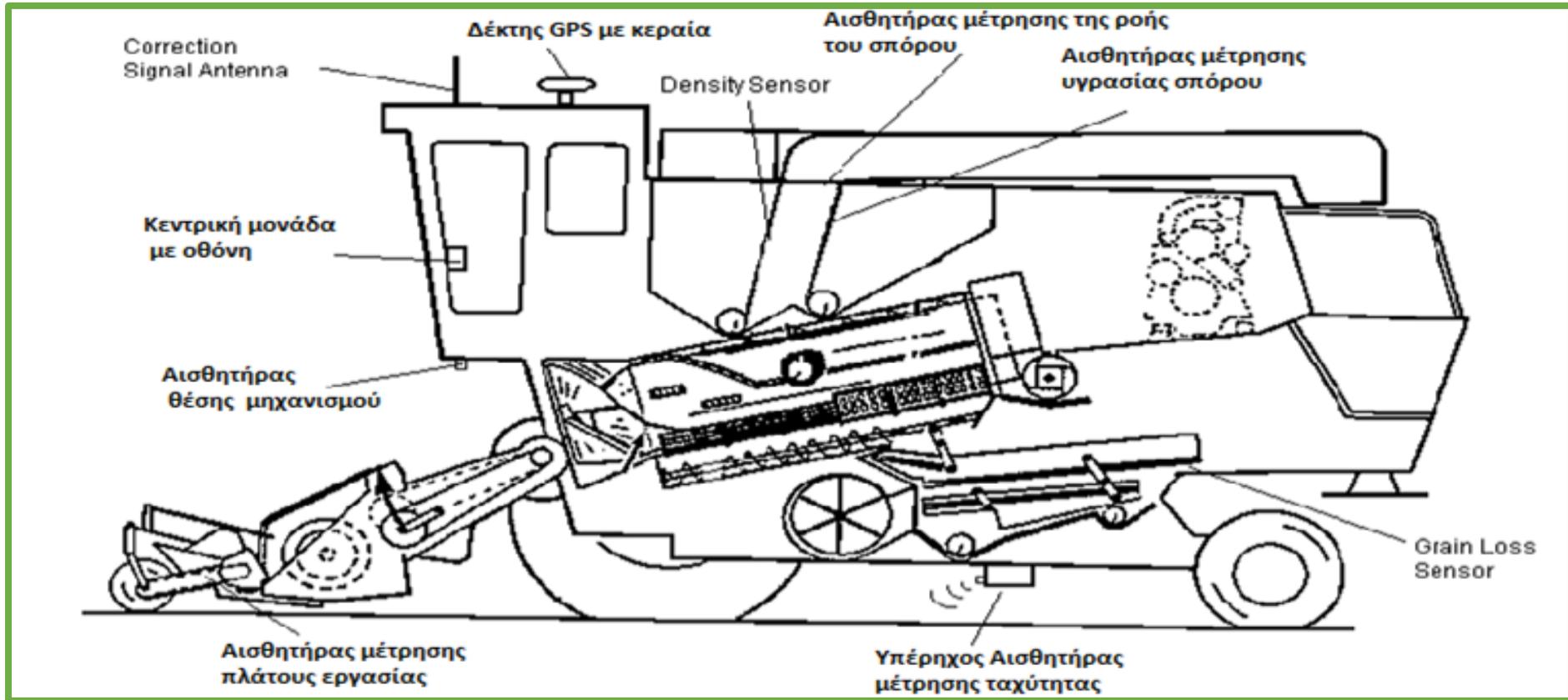
## Αρχές λειτουργίας:

- Μετρήσεις ζύγισης (π.χ. ζυγιστής ροής, ζυγιστής δεξαμενής σπόρων σιτηρών και ιμάντας μεταφοράς)
- Μετρήσεις όγκου (π.χ. επίπεδο πλήρωσης δεξαμενής σπόρων)
- Μέτρηση πρόσκρουσης (π.χ. πλάκα κρούσης)
- Έμμεσες μέθοδοι (π.χ. αισθητήρες NIR)

# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής



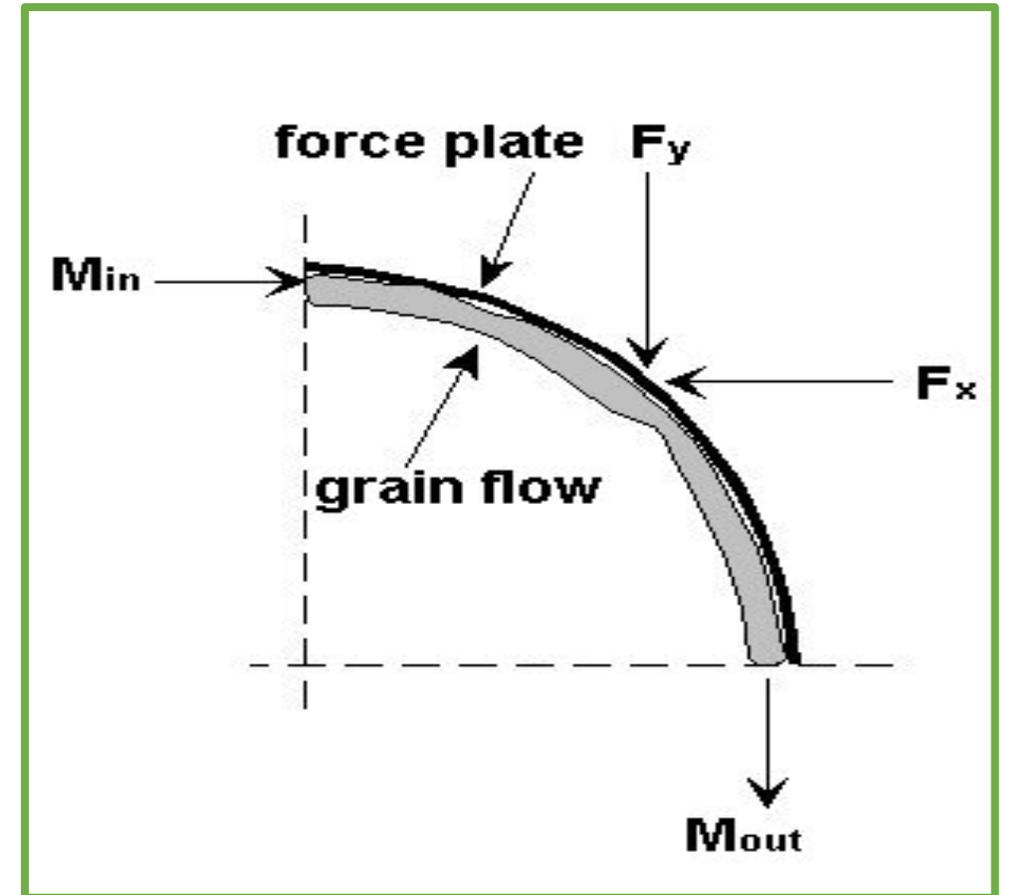
# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής



Source: Keshin et al., 1999

# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

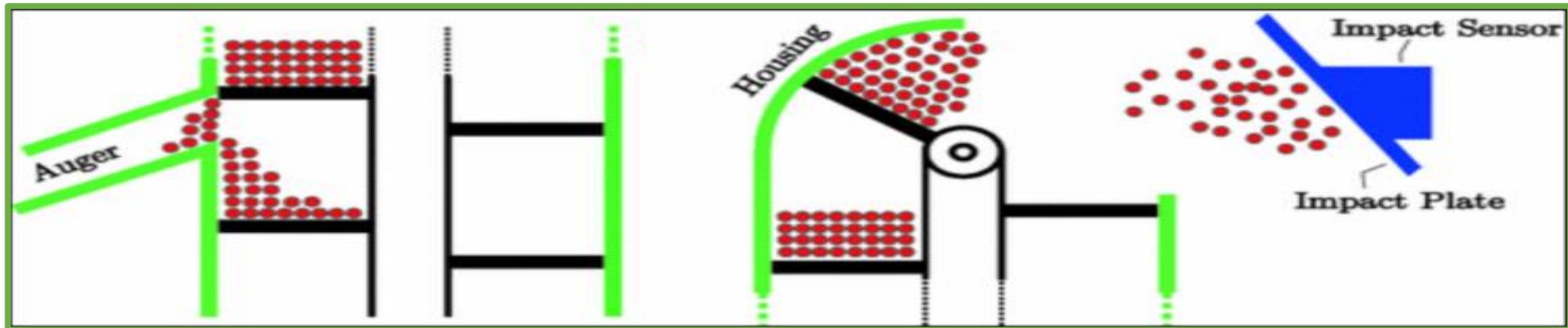
- Οι πλάκες δυναμομέτρησης είναι ένας από τους πιο ευρέως χρησιμοποιημένους τύπους αισθητήρων χαρτογράφησης παραγωγής σιτηρών στον κόσμο.
- Μετράνε τη δύναμη των σπόρων των σιτηρών που ρίχνονται από το καθαρό ανελκυστήρα σιτηρών και υπολογίζει την παραγωγή.
- Η μετρούμενη δύναμη είναι προφανώς βαθμονομημένη σχετικά με το βάρος των σπόρων. Η σωστή βαθμονόμηση στους αισθητήρες χαρτογράφησης παραγωγής είναι πολύ σημαντική.





# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

Τα δοχεία του ανελκυστήρα συνδέονται με μια αλυσίδα που τα περιστρέφει, και ωθεί τους σπόρους προς μια πλάκα δυναμομέτρησης που μετρά τη δύναμη πρόσκρουσης.



Source: Reinke et al., 2011.  
[doi.org/10.1007/s11119-010-9215-0](https://doi.org/10.1007/s11119-010-9215-0)

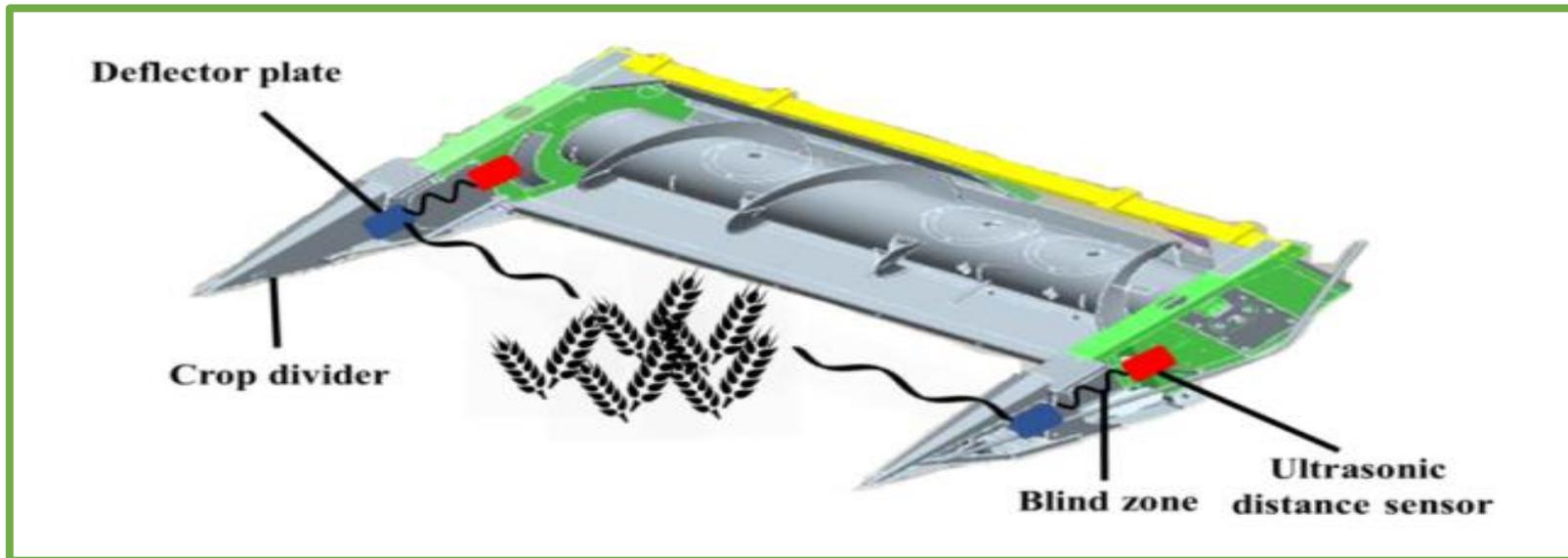
# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

- ❑ Το περιεχόμενο υγρασίας των σιτηρών αποδίδει την περιεκτικότητα της παραγωγής σε νερό. Οι αισθητήρες μπορεί να έχουν λεπίδα ή επίπεδη επιφάνεια και είναι κυρίως τοποθετημένοι στην επιφάνεια του μεταφορέα των σπόρων.
- ❑ Οι αισθητήρες υγρασίας μετρούν την ποσότητα ρεύματος που ρέει μέσω του σιτηρού, το οποίο που κρατείται μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων του συστήματος.



# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

Στους αισθητήρες μέτρησης πλάτους εργασίας, ο χρόνος που απαιτείται για τη μετακίνηση του σήματος υπερήχων από τον πομπό στο δέκτη χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του πλάτους κοπής.



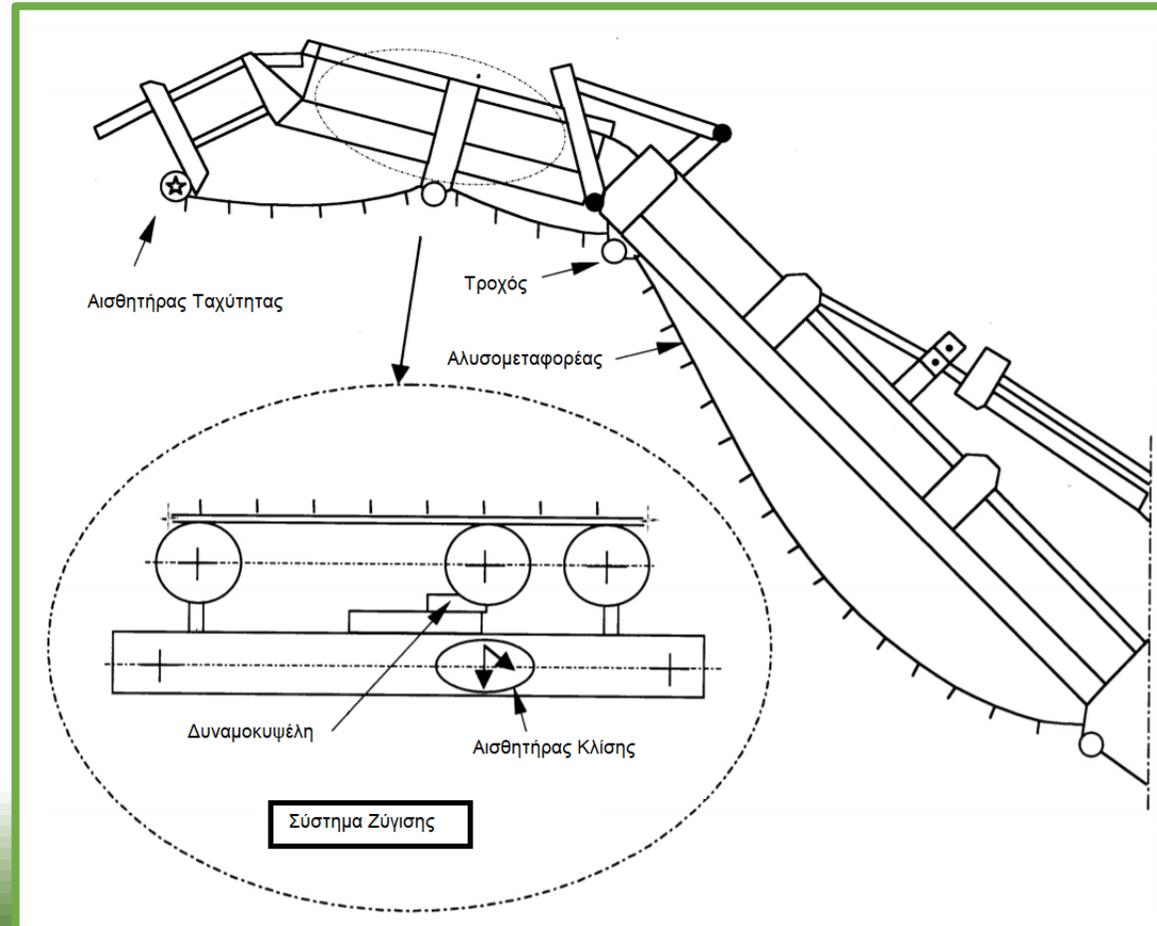
Source: Chung et al., 2006.  
[doi.org/10.5307/JBE.2016.41.4.408](https://doi.org/10.5307/JBE.2016.41.4.408)

# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

- Η χαρτογράφηση της παραγωγής στις οπωροκηπευτικές καλλιέργειες πραγματοποιείται κυρίως με συστήματα ζύγισης εγκατεστημένα στους μεταφορικούς μάντες των μηχανημάτων συγκομιδής.
- Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν συνεχείς συστήματα ζύγισης τοποθετημένα στη ζώνη του ανελκυστήρα των μηχανημάτων συγκομιδής.

# Αισθητήρες Χαρτογράφησης Παραγωγής

Ένα σύστημα χαρτογράφησης παραγωγής σε τομάτα καλλιέργεια ντομάτας



## Σταθεροί αισθητήρες

- Οι σταθεροί αισθητήρες μπορεί να διαφέρουν, από απλούς μετεωρολογικούς σταθμούς που καταγράφουν ατμοσφαιρική θερμοκρασία και βροχοπτώσεις, έως πλατφόρμες αιχμής που ενσωματώνουν μια μεγάλη ποικιλία αισθητήρων που προορίζονται για τη συνεχή παρακολούθηση των μεταβλητών του περιβάλλοντος καλλιέργειας σε γεωργικές περιοχές.
- Αυτά τα συστήματα ανίχνευσης επικεντρώνονται στη συλλογή ατμοσφαιρικών και ηλιακών μετρήσεων, καθώς και σε μετρήσεις σχετικά με τις παραμέτρους του εδάφους της καλλιέργειας και άλλες αβιοτικές παραμέτρους που σχετίζονται με τις παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών.

## Ατμοσφαιρικοί

- Θερμοκρασία
- Σχετική υγρασία
- Βαρομετρική πίεση
- Κατεύθυνση ανέμου
- Ταχύτητα ανέμου
- Ηλιακή ακτινοβολία

## Εδαφικοί

- Υγρασία
- Αλατότητα/ Αγωγιμότητα
- Θερμοκρασία
- Υγρασία φύλλων

# Σταθεροί αισθητήρες

Σταθμοί IoT Gaiasense με αισθητήρες εδάφους  
(Neuropublic S.A.)





# Σταθεροί αισθητήρες

- Σταθεροί αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την καταγραφή μιας συγκεκριμένης παραμέτρου καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Εγκαθίστανται μέσα σε καλλιεργημένα χωράφια και αφήνονται εκεί για χρόνια με ελάχιστη ή, αν είναι δυνατόν, καμία συντήρηση.
- Αυτό σημαίνει ότι θα παραμείνουν εκτεθειμένοι στο χωράφι κατά τη διάρκεια των έντονων βροχοπτώσεων και για παρατεταμένες περιόδους που πλήττονται άμεσα από το ηλιακό φως, το οποίο θα πρέπει να είναι σε θέση να αντέξουν.

## Σταθεροί αισθητήρες



Ως εκ τούτου, θα πρέπει να δοθεί μεγάλη σημασία στα **τμήματα του σταθμού**, δεδομένου ότι όλα τα εξαρτήματα θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις σχετικά με την αντοχή στις συνθήκες χωραφιού ή/και κλίμα της κάθε περιοχής.

# Σταθεροί αισθητήρες

Οι απαιτήσεις αντοχής των αισθητήρων εξαρτώνται φυσικά από διάφορους παράγοντες, όπως το κλίμα / μικροκλίμα κάθε χωραφιού. Ωστόσο, όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες και τις γενικές εξωτερικές συνθήκες, όλα τα εκτεθειμένα μέρη θα πρέπει να είναι σε θέση να αντέξουν:

- Θερμοκρασίες που κυμαίνονται (δηλαδή από -15 έως +50°C).
- Έκθεση σε άμεσο ηλιακό φως για παρατεταμένες χρονικές περιόδους, περίπου 10 χρόνια (αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία).
- Παρατεταμένη λειτουργία υπό υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία (100%).
- Ακραίες βροχοπτώσεις και χαλάζι.
- Υψηλές ταχύτητες ανέμου (πάνω από 100 km/h).

Η εργασία αυτή υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Ευφυής Γεωργία και Κυκλική Βιοοικονομία-SmartBIC» (MIS5047106) που εντάσσεται στη Δράση «Ενίσχυση των Υποδομών Έρευνας και Καινοτομίας» και χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία» στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2014-2020, με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης).

