



Funded by
the European Union



Ακαδημία Βιώσιμης Γεωργίας

Γεωργία Ακριβείας

ΕΝΟΤΗΤΑ 1 · ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ



Έξυπνη Γεωργία για την Περιβαλλοντική
Βιωσιμότητα και τον Διασυνοριακό
Επιχειρηματικό Διάλογο

Αρ. σύμβασης TR2021/W1T7/A02/OT02-2/041 (TEBD II)





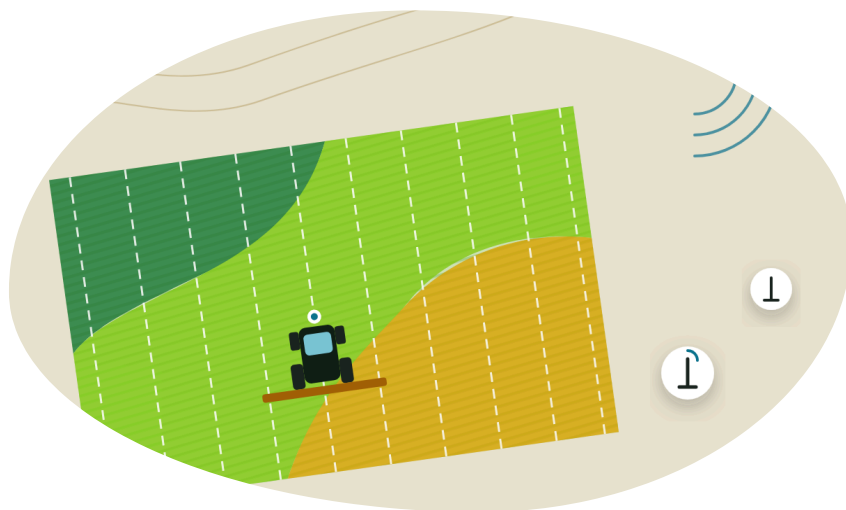
Funded by
the European Union



Ακαδημία Βιώσιμης Γεωργίας

ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Ενότητα 1 • Εγχειρίδιο



Έργο «Εξυπνη Γεωργία για την Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα και τον Διασυννοριακό Επιχειρηματικό Διάλογο»

TR2021/W1T7/A02/OT02-2/041 (TEBD II)

Το παρόν εγχειρίδιο εκπονήθηκε στο πλαίσιο του έργου «Εξυπνη Γεωργία για την Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα και τον Διασυννοριακό Επιχειρηματικό Διάλογο» ως έντυπο υλικό αναφοράς της ενότητας «Γεωργία Ακριβείας» της Ακαδημίας Βιώσιμης Γεωργίας.





Funded by
the European Union



Περιεχόμενα

- Σχετικά με την ενότητα

- 1 Ο ορισμός και η σημασία της γεωργίας ακριβείας

- 2 Τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας: θέση, μηχανή, αισθητήρας και εικόνα

- 3 Ανάλυση δεδομένων και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων

- 4 Βιώσιμη γεωργία: έννοια και στόχοι

- 5 Παραδοσιακή και γεωργία ακριβείας: κόστος και όφελος

- 6 Διαχείριση εδάφους και λίπανση μεταβλητής δόσης

- 7 Διαχείριση νερού και σχεδιασμός άρδευσης

- 8 Διαχείριση αποβλήτων και πρόληψη της γεωργικής ρύπανσης

- 9 Γεωργία ακριβείας στην Κοζάν και στη Λάρισα: δύο περιοχές, κοινές λύσεις

- Όροι



Funded by
the European Union



Σχετικά με την ενότητα

Αυτή η ενότητα παρουσιάζει τη γεωργία ακριβείας όχι ως μια λίστα μηχανημάτων, αλλά ως έναν κύκλο διαχείρισης που επαναλαμβάνεται κάθε καλλιεργητική περίοδο: μετρήστε τη διαφοροποίηση στο χωράφι, καταγράψτε τα δεδομένα με τη θέση τους, αναλύστε, αποφασίστε, εφαρμόστε και αξιολογήστε το αποτέλεσμα. Θα μάθετε σε τι χρησιμεύουν το GNSS και το RTK, η αυτόματη διεύθυνση, η εφαρμογή μεταβλητής δόσης, οι αισθητήρες και οι δορυφορικές εικόνες, καθώς και πώς τα δεδομένα μετατρέπονται σε απόφαση.

Στο δεύτερο και τρίτο μέρος εξετάζετε τους στόχους βιωσιμότητας, το κόστος και το όφελος της παραδοσιακής και της γεωργίας ακριβείας, καθώς και τη διαχείριση εδάφους, νερού και αποβλήτων. Στο τελευταίο μέρος εφαρμόζετε όσα μάθατε μέσα από σενάρια λήψης αποφάσεων σε έναν κήπο εσπεριδοειδών στο Κοζάν και σε ένα χωράφι βαμβακιού στη Λάρισα. Κάθε μάθημα περιλαμβάνει ένα βίντεο, ένα κείμενο ανάγνωσης και δραστηριότητες που παίζονται στον περιηγητή: προσομοίωση άρδευσης, χρωματισμός χάρτη λίπανσης, ανάγνωση πίνακα δεδομένων, υπολογιστής κόστους-οφέλους και άλλα.

Τα μαθήματα χρησιμοποιούν επίσης τα ευρήματα της έρευνας αναγκών που πραγματοποίησε το Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν στο πλαίσιο του έργου με 103 αγρότες και εκπροσώπους ΜμΕ. Στην έρευνα, το πρόβλημα που ανέφεραν συχνότερα οι συμμετέχοντες ήταν το κόστος, ενώ το στοιχείο στο οποίο δαπανούσαν τα περισσότερα ήταν το λίπασμα.

Χρονικό πλάνο: 187 λεπτά





Funded by
the European Union



Μαθησιακά αποτελέσματα

Ο συμμετέχων που ολοκληρώνει την ενότητα:

- Ορίζει τη γεωργία ακριβείας και απαριθμεί τα βήματα του κύκλου διαχείρισης.
- Εξηγεί τις λειτουργίες του GNSS/RTK, της αυτόματης καθοδήγησης, της εφαρμογής μεταβλητής δόσης (VRA/VRT), των αισθητήρων και της τηλεπισκόπησης.
- Διαβάζει έναν πίνακα δεδομένων και έναν χάρτη NDVI, ώστε να αποφασίσει για επιτόπιο έλεγχο και άρδευση.
- Διακρίνει τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις της βιώσιμης γεωργίας με παραδείγματα.
- Εκτιμά τον χρόνο απόσβεσης μιας επένδυσης σε γεωργία ακριβείας με έναν απλό υπολογισμό κόστους-οφέλους.
- Καταρτίζει χάρτη λίπανσης μεταβλητής δόσης από δειγματοληψία εδάφους σε πλέγμα.
- Προγραμματίζει την άρδευση με δεδομένα υγρασίας εδάφους και ΕΤΟ, και επιλέγει μέτρα που μειώνουν τη γεωργική ρύπανση.

Σε ποιους απευθύνεται

- Αγρότες και νέοι παραγωγοί στο Κοζάν, την Τσουκούροβα, τη Λάρισα και τη Θεσσαλία
- Αγροτικοί συνεταιρισμοί, ενώσεις παραγωγών και αγροτικές ΜμΕ
- Γεωπόνοι, σύμβουλοι και φοιτητές
- Επιχειρηματίες που σκέφτονται να επενδύσουν στη γεωργία ακριβείας ή προσφέρουν σχετικές υπηρεσίες

Προαπαιτούμενα

- Δεν απαιτούνται προαπαιτούμενες γνώσεις· βασική εμπειρία στη γεωργία είναι χρήσιμη.
- Να μπορείτε να χρησιμοποιείτε πρόγραμμα περιήγησης internet σε τηλέφωνο, tablet ή υπολογιστή.

Το βιβλίο αυτό είναι έντυπη σύνοψη των μαθημάτων της ακαδημίας· τα βίντεο, οι δραστηριότητες και η εξέταση γίνονται διαδικτυακά.



Funded by
the European Union



Μάθημα 1

Ο ορισμός και η σημασία της γεωργίας ακριβείας

15 λεπτά

Ένα χωράφι από απόσταση φαίνεται σαν ένα κομμάτι. Ωστόσο, σε μια γωνία του ίδιου χωραφιού το χώμα είναι αργιλώδες και κρατάει το νερό για μεγάλο διάστημα· μια άλλη γωνία είναι αμμώδης και στεγνώνει γρήγορα. Σε ένα τμήμα η απόδοση είναι κάθε χρόνο υψηλή, ενώ σε ένα άλλο είναι χρόνια χαμηλή. Η παραδοσιακή διαχείριση παρακάμπτει αυτή τη διαφορά με τον μέσο όρο: ίδια δόση, ίδιο πότισμα σε όλο το χωράφι. Η γεωργία ακριβείας αντίθετα μετρά τη διαφορά, προσπαθεί να κατανοήσει την αιτία της και παίρνει τις αποφάσεις της ανάλογα. Αυτό το μάθημα παρουσιάζει τις βασικές έννοιες που θα χρησιμοποιήσουμε στην υπόλοιπη ενότητα.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα μάθετε τον διεθνώς αναγνωρισμένο ορισμό της γεωργίας ακριβείας.
- ✓ Θα δείτε από πού προέρχεται η χωρική και χρονική μεταβλητότητα μέσα στο χωράφι.
- ✓ Θα ταξινομήσετε τα βήματα του κύκλου της γεωργίας ακριβείας.
- ✓ Θα αξιολογήσετε γιατί είναι σημαντική η γεωργία ακριβείας και ποια είναι τα εμπόδια στη διάδοσή της.

Τι είναι η γεωργία ακριβείας;

Η Διεθνής Εταιρεία Γεωργίας Ακριβείας (ISPA), στον ορισμό που επικαιροποίησε το 2024, ορίζει τη γεωργία ακριβείας ως εξής: Η γεωργία ακριβείας είναι μια στρατηγική διαχείρισης που συλλέγει, επεξεργάζεται και αναλύει χρονικά, χωρικά δεδομένα καθώς και δεδομένα μεμονωμένων φυτών και ζώων, τα συνδυάζει με άλλες πληροφορίες και υποστηρίζει τις αποφάσεις διαχείρισης σύμφωνα με την εκτιμώμενη μεταβλητότητα. Σκοπός της είναι να αυξήσει την αποδοτικότητα στη χρήση των πόρων, την παραγωγικότητα, την ποιότητα, την κερδοφορία και τη βιωσιμότητα της γεωργικής παραγωγής.

Σε αυτόν τον ορισμό δύο σημεία είναι σημαντικά. Πρώτον, η γεωργία ακριβείας δεν είναι μια συσκευή ή ένα μηχάνημα, αλλά μια **στρατηγική διαχείρισης**. Το drone, ο αισθητήρας ή η



Funded by
the European Union



δορυφορική εικόνα είναι απλά εργαλεία. Δεύτερον, στο κέντρο της στρατηγικής βρίσκεται η **μεταβλητότητα**: συνθήκες που μεταβάλλονται από σημείο σε σημείο και από στιγμή σε στιγμή μέσα στο χωράφι. Και ο FAO, στην έκθεσή του του 2022, χρησιμοποιεί τον ίδιο ορισμό και προσθέτει σε αυτόν την εφαρμογή των αποφάσεων με ακρίβεια από μηχανές.

Χωρική μεταβλητότητα	Η διαφορά ανάμεσα σε διαφορετικά σημεία του ίδιου χωραφιού: δομή εδάφους, υγρασία, θρεπτικά στοιχεία, απόδοση.
Χρονική μεταβλητότητα	Η διαφορά που δημιουργείται με τον χρόνο στο ίδιο σημείο: υγρασία από εβδομάδα σε εβδομάδα, απόδοση από χρόνο σε χρόνο.
Ζώνη διαχείρισης	Περιοχή μέσα στο χωράφι που εμφανίζει όμοια χαρακτηριστικά και διαχειρίζεται με τον ίδιο τρόπο.
Εφαρμογή μεταβλητής δόσης	Η αλλαγή της δόσης λιπάσματος, σπόρου, φυτοπροστατευτικού ή νερού μέσα στο χωράφι ανάλογα με τη ζώνη.

Η αρχή των τεσσάρων ορθών

Η πρακτική περίληψη της γεωργίας ακριβείας είναι τέσσερις ερωτήσεις: το **σωστή εισροή**, στο **σωστό μέρος**, στη **σωστή στιγμή** και στη **σωστή ποσότητα**; Σε μια απόφαση λίπανσης αυτό σημαίνει ποιο θρεπτικό στοιχείο, σε ποιο τμήμα του χωραφιού, σε ποιο στάδιο ανάπτυξης του φυτού και πόσο θα δοθεί. Στο πότισμα πάλι, σε ποιο αγρόκτημα, ποια ημέρα και πόσα χιλιοστά νερού θα δοθούν.



Funded by
the European Union



Από πού προέρχεται η μεταβλητότητα;

Έδαφος

Ποσοστό αργίλου, άμμου και οργανικής ύλης· ικανότητα κατακράτησης νερού· αλατότητα και ασβέστιο.

Αγρόκτημα

Κλίση, βαθουλώματα, αποστράγγιση· σημεία όπου συγκεντρώνεται ή απομακρύνεται γρήγορα το νερό.

Παλιά χρήση

Παλιά σημεία αλωνισμού, ενωμένα αγροτεμάχια, διαφορετικό ιστορικό λίπανσης.

Διαχείριση

Άτακτο πότισμα, φραγμένοι σταλάκτες, λωρίδες που επικαλύπτονται ή παραλείπονται από το μηχάνημα.

Βιολογικοί παράγοντες

Εστίες εχθρών και ασθενειών, κηλίδες ζιζανίων.

Ο κύκλος της γεωργίας ακριβείας

Η γεωργία ακριβείας δεν είναι μια εφάπαξ εργασία. Είναι ένας κύκλος που επαναλαμβάνεται κάθε καλλιεργητική περίοδο και κάθε γύρος τροφοδοτείται από τα δεδομένα του προηγούμενου.

1

Παρατηρήστε και μετρήστε

Δειγματοληψία εδάφους, μετρήσεις αισθητήρων, δορυφορική ή drone εικόνα, μέτρηση απόδοσης.

2

Καταγράψτε με θέση

Κάθε μέτρηση αποθηκεύεται μαζί με τη θέση GNSS· έτσι μπορεί να μετατραπεί σε χάρτη.



Funded by
the European Union



3

Αναλύστε

Τα δεδομένα καθαρίζονται, συνδυάζονται και αποτυπώνονται σε χάρτη· καθορίζονται οι ζώνες διαχείρισης.

4

Αποφασίστε

Για κάθε ζώνη καθορίζεται το εισόδημα, η δόση και ο χρόνος. Εδώ μπαίνει στο παιχνίδι η εμπειρία του παραγωγού και η γνώση του συμβούλου.

5

Εφαρμόστε

Η απόφαση εφαρμόζεται με μηχανήμα μεταβλητής δόσης ή με το χέρι, ανάλογα με τη ζώνη.

6

Αξιολογήστε

Το αποτέλεσμα μετράται και μεταφέρεται στην απόφαση της επόμενης καλλιεργητικής περιόδου.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Ο κύκλος της γεωργίας ακριβείας

Η γεωργία ακριβείας δεν είναι μια εφάπαξ εργασία, αλλά ένας κύκλος που επαναλαμβάνεται κάθε σεζόν.

Βάλτε τα βήματα του κύκλου στη σωστή σειρά.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Πώς λειτουργεί ο κύκλος σε ένα περιβάλλον;

Σκεφτείτε ένα υποθετικό παράδειγμα: σε ένα περιβάλλον πορτοκαλιάς 30 στρεμμάτων, ο παραγωγός παρατηρεί ότι τα δέντρα στο κάτω μέρος του περιβολιού δίνουν κάθε χρόνο μικρότερους καρπούς. Στο βήμα της **μέτρησης**, χωρίζει το περιβάλλον σε τρεις ζώνες, παίρνει δείγμα εδάφους από κάθε ζώνη και τοποθετεί αισθητήρα υγρασίας σε δύο ζώνες. Στο βήμα της **καταγραφής**, σημειώνει τη θέση



Funded by
the European Union



των σημείων δειγματοληψίας με το τηλέφωνό του. Στο βήμα της **ανάλυσης**, αποκαλύπτεται ότι το έδαφος της κάτω ζώνης είναι πιο αργιλώδες και παραμένει υγρό για μεγάλο διάστημα μετά το πότισμα. Στο βήμα της **απόφασης**, μειώνει τον χρόνο ποτίσματος εκείνης της ζώνης, αλλά δεν αλλάζει τη δόση λιπάσματος. Στο βήμα της **εφαρμογής**, χωρίζει τη γραμμή στάγδην άρδευσης σε δύο ξεχωριστές βάνες. Στο βήμα της **αξιολόγησης**, στη συγκομιδή ζυγίζει ξεχωριστά την απόδοση κάθε ζώνης και τις συγκρίνει. Τον επόμενο χρόνο ο κύκλος ξαναρχίζει με αυτά τα δεδομένα. Στο παράδειγμα δεν υπάρχει ακριβό μηχάνημα· η ουσιαστική αλλαγή είναι να βλέπουμε το περιβάλλον όχι ως μία ενιαία μονάδα, αλλά ως αρκετές ζώνες.

Γιατί είναι σημαντική;

Σύμφωνα με την ομάδα εστίασης EIP-AGRI της ΕΕ για τη γεωργία ακριβείας, τα πιθανά οφέλη της γεωργίας ακριβείας είναι η αύξηση της απόδοσης, η μείωση του κόστους και του εργατικού δυναμικού, και η αποδοτικότερη χρήση των εισοδημάτων· όλα αυτά αυξάνουν την κερδοφορία. Η ίδια έκθεση τονίζει επίσης ότι η γεωργία ακριβείας πρέπει να αυξήσει την ασφάλεια στην εργασία και να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωργίας. Κάνει και μια ειδική επισήμανση για τη μεσογειακή γεωργία: η περιοδική λειψυδρία κάνει τις μεθόδους άρδευσης, και ιδιαίτερα την άρδευση ακριβείας, βασική προϋπόθεση της καλής διαχείρισης.

Ωστόσο, η γεωργία ακριβείας δεν είναι ακόμη διαδεδομένη παντού. Σύμφωνα με την ίδια έκθεση, στην αροτραία γεωργία τη γεωργία ακριβείας την έχουν υιοθετήσει κυρίως μεγάλες εκμεταλλεύσεις στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, στις ΗΠΑ και στην Αυστραλία· σε αυτές τις εκμεταλλεύσεις οι πιο επιτυχημένες εφαρμογές είναι απλές λύσεις όπως η αυτόματη καθοδήγηση και η ελεγχόμενη κυκλοφορία. Η έκθεση του FAO του 2022 απαριθμεί ως τα μεγαλύτερα εμπόδια για τους μικρούς παραγωγούς τον χαμηλό ψηφιακό αλφαριθμητισμό στην ύπαιθρο, την έλλειψη τεχνολογιών κατάλληλων για μικρής κλίμακας παραγωγή και το σχετικά υψηλό κόστος.

Από πού ξεκινούν οι μικρές εκμεταλλεύσεις; Η EIP-AGRI αναφέρει ότι οι πρώτες λύσεις που προσφέρονται στις μικρές εκμεταλλεύσεις πρέπει να είναι απλές, οικονομικές και ανθεκτικές. Η ανάλυση εδάφους, οι δωρεάν δορυφορικές



Funded by
the European Union



εικόνες, μερικοί αισθητήρες υγρασίας και η τακτική καταγραφή στοιχείων ανταποκρίνονται σε αυτόν τον ορισμό. Ο ακριβός εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιείται από κοινού με τον συνεταιρισμό ή να αγοράζεται ως υπηρεσία.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Το πορτοκάλι Κοζάν καταχωρήθηκε το 2020 ως ονομασία προέλευσης με αίτηση του Εμπορικού Επιμελητηρίου Κοζάν (ΚΟΖΤΟ). Το πιστοποιητικό καταχώρισης καθορίζει τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά του καρπού: βάρος καρπού 146-190 g, διαλυτά στερεά σε νερό 10-11%, αριθμός σπόρων 11-14. Σε ένα προϊόν με γεωγραφική ένδειξη πρέπει αυτές οι τιμές να επιτυγχάνονται κάθε χρόνο και σε όλα τα σημεία του περιβολιού. Η μέτρηση και ο εντοπισμός δέντρων με προβληματικό πότισμα ή διαφορετικό έδαφος είναι η πρώτη συμβολή της γεωργίας ακριβείας στην ποιότητα.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Το ενωσιακό έργο FATIMA εξέτασε ως πιλοτική περιοχή τη λεκάνη του Πηνειού, στην οποία βρίσκεται και η Λάρισα. Σύμφωνα με τα ευρήματα του έργου, η οργανική ύλη των εδαφών στον κάμπο είναι χαμηλή (κάτω από 1,8%), ενώ το λίπασμα και το φυτοπροστατευτικό εφαρμόζονται παντού με την ίδια και υπερβολική δόση, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η διαφορά του εδάφους. Οι εκμεταλλεύσεις είναι κατά μέσο όρο περίπου 5 εκτάρια, ενώ τα μεμονωμένα αγροτεμάχια είναι περίπου 1 εκτάριο. Αυτή η εικόνα είναι ακριβώς ο ορισμός του προβλήματος που προσπαθεί να λύσει η γεωργία ακριβείας: ενιαία δόση σε χωράφι με μεταβλητότητα.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Γρήγορος έλεγχος: η ουσία της γεωργίας ακριβείας

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Συνοπτικά

- Η γεωργία ακριβείας είναι μια στρατηγική διαχείρισης που υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων ανάλογα με τη μεταβλητότητα μέσα στο χωράφι· οι τεχνολογίες είναι τα εργαλεία αυτής της στρατηγικής.
- Η μεταβλητότητα είναι χωρική (από σημείο σε σημείο) και χρονική (από στιγμή σε στιγμή).
- Κύκλος: μετρήστε, καταγράψτε με θέση, αναλύστε, αποφασίστε, εφαρμόστε, αξιολογήστε.
- Τα οφέλη είναι η αποδοτικότητα των πόρων, η κερδοφορία και η προστασία του περιβάλλοντος· για τις μικρές εκμεταλλεύσεις το κόστος και η γνώση είναι τα μεγαλύτερα εμπόδια.

1. International Society of Precision Agriculture (ISPA) (2024). **Precision Agriculture Definition.**
2. FAO (2022). **The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems.**
3. EIP-AGRI (2015). **Focus Group Precision Farming: Final Report.**
4. Τουρκικό Ινστιτούτο Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας και Εμπορικών Σημάτων (2020). **Kozan Portakalı, coğrafi işaret tescil no 534.**
5. FATIMA H2020 projesi (2019). **Greece: Thessaly pilot** (αντίγραφο αρχείου).



Funded by
the European Union



Μάθημα 2

Τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας: θέση, μηχανή, αισθητήρας και εικόνα

18 λεπτά

Σε κάθε βήμα του κύκλου της γεωργίας ακριβείας λειτουργεί μια τεχνολογία: οι δορυφόροι που καθορίζουν τη θέση, το σύστημα κατεύθυνσης που καθοδηγεί το μηχάνημα, ο διανομέας που μεταβάλλει τη δόση, οι αισθητήρες που μετρούν το έδαφος και τον αέρα, οι δορυφορικές κάμερες και οι κάμερες drone που βλέπουν το χωράφι από ψηλά. Σε αυτό το μάθημα θα μάθετε σε τι χρησιμεύει το καθένα, πόσο ακριβές είναι και πώς συνδέεται με τα άλλα. Η κοινή γλώσσα που τα συνδέει όλα είναι η θέση: μια μέτρηση μπορεί να μετατραπεί σε χάρτη μόνο αν είναι γνωστό πού έγινε.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα μάθετε την αρχή λειτουργίας του GNSS και του RTK και τα επίπεδα ακρίβειας τους.
- ✓ Θα διακρίνετε τη διαφορά ανάμεσα στην αυτόματη κατεύθυνση, τον έλεγχο τμημάτων και την εφαρμογή μεταβλητής δόσης.
- ✓ Θα γνωρίσετε τους κύριους τύπους αισθητήρων που χρησιμοποιούνται στο χωράφι.
- ✓ Θα συγκρίνετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των δορυφορικών εικόνων και των εικόνων drone.

Θέση: GNSS και RTK

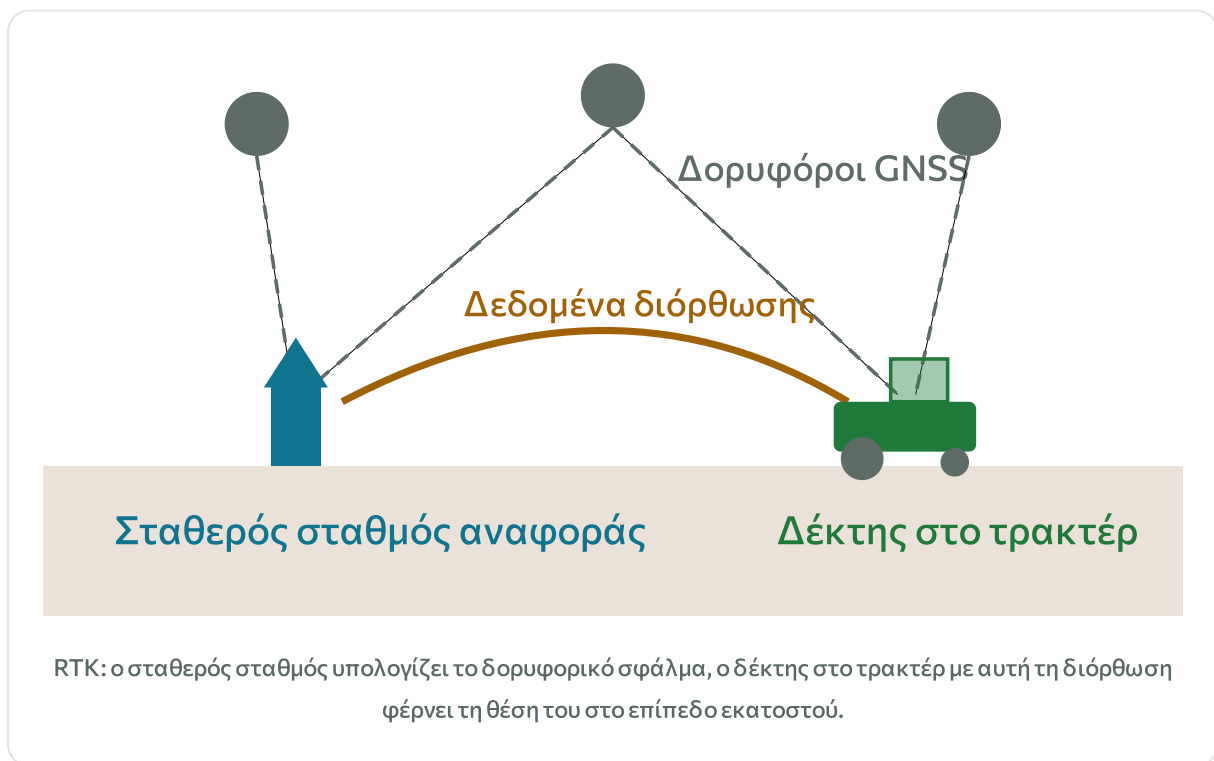
Το **GNSS** (Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης) είναι η κοινή ονομασία δορυφορικών συστημάτων όπως το GPS (ΗΠΑ), το GLONASS (Ρωσία), το Galileo (ΕΕ) και το BeiDou (Κίνα). Ένας δέκτης που χρησιμοποιείται μόνος του δίνει ακρίβεια σε επίπεδο μέτρου: σύμφωνα με τη σελίδα GPS της κυβέρνησης των ΗΠΑ, τα smartphone με GPS είναι συνήθως ακριβή σε μια ακτίνα 4,9 μέτρων υπό ανοιχτό ουρανό. Αυτό μπορεί να είναι αρκετό για να χαράξετε κατά προσέγγιση τα όρια ενός χωραφιού με μια εφαρμογή κινητού, αλλά δεν αρκεί για να οδηγήσετε το τρακτέρ ανάμεσα στις σειρές με ακρίβεια εκατοστού.



Funded by
the European Union



Το **RTK** (πραγματικού χρόνου κινηματικό) διορθώνει αυτό το σφάλμα. Ένας σταθερός σταθμός αναφοράς με πολύ καλά γνωστή θέση υπολογίζει το σφάλμα στα δορυφορικά σήματα και στέλνει αυτή τη διόρθωση μέσω ασυρμάτου ή κινητού διαδικτύου στον δέκτη του τρακτέρ. Σύμφωνα με την έκθεση του 2025 του Οργανισμού της ΕΕ για το Διαστημικό Πρόγραμμα (EUSPA), η αυτόματη κατεύθυνση βασισμένη σε RTK παρέχει επαναληπτική ακρίβεια έως 2,5 εκ. Η ίδια έκθεση αναφέρει ότι η δωρεάν Υπηρεσία Υψηλής Ακρίβειας (HAS) του Galileo, που ξεκίνησε το 2023, δίνει ακρίβεια κάτω από 20 εκ. υπό κανονικές συνθήκες.



Δεν είναι απαραίτητο κάθε παραγωγός να εγκαταστήσει τον δικό του σταθμό αναφοράς. Στο δίκτυο **TUSAGA-Aktif** που λειτουργεί η Γενική Διεύθυνση Κτηματολογίου και Χωρομετρίας μαζί με τη Γενική Διεύθυνση Χαρτογράφησης της Τουρκίας, υπάρχουν 194 σταθεροί σταθμοί GNSS σε όλη την Τουρκία και το ψευδοκράτος στη Βόρεια Κύπρο, και το δίκτυο παρέχει πληροφορία θέσης πραγματικού χρόνου με ακρίβεια εκατοστού. Στην Ελλάδα ανάλογη υπηρεσία παρέχει το δίκτυο **HEPOS** που λειτουργεί το Ελληνικό Κτηματολόγιο (Κτηματολόγιο): 98 μόνιμοι σταθμοί αναφοράς υποστηρίζουν τέσσερα δορυφορικά συστήματα και το δίκτυο βρίσκεται σε λειτουργία από τον Φεβρουάριο του 2008.



Funded by
the European Union



Κατεύθυνση του μηχανήματος: αυτόματη κατεύθυνση και έλεγχος τμημάτων

Το σύστημα **αυτόματης κατεύθυνσης** αποτελείται από δέκτη GNSS, τερματικό στο θάλαμο, ελεγκτή και μονάδα κίνησης που γυρίζει το τιμόνι. Ο χειριστής παρακολουθεί τις στροφές, ενώ στα περάσματα μέσα στο χωράφι το σύστημα κρατά το τιμόνι. Η έκθεση της EUSPA δίνει την τιμή αυτών των συστημάτων στο εύρος 10.000-40.000 €. Στην χειροκίνητη οδήγηση κάθε πέρασμα επικαλύπτει λίγο το προηγούμενο (επικάλυψη) ή αφήνει κενό ανάμεσα. Στη λωρίδα επικάλυψης ο σπόρος, το λίπασμα και το φυτοφάρμακο εφαρμόζονται δύο φορές, ενώ στο κενό καθόλου. Η αυτόματη κατεύθυνση μειώνει αυτές τις απώλειες, κάνει δυνατή την εργασία τη νύχτα και σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας, και επιτρέπει στον χειριστή να επικεντρωθεί στην παρακολούθηση της εφαρμογής.

Ο **έλεγχος τμημάτων** κλείνει αυτόματα τα τμήματα της ράμπας ψεκασμού ή της σπαρτικής μηχανής όταν περνούν πάνω από περιοχή που έχει ήδη εφαρμοστεί ή πάνω από την άκρη του χωραφιού. Αποτρέπει τη διπλή εφαρμογή σε χωράφια ανώμαλου σχήματος και στις άκρες τους.

Μεταβολή της δόσης: εφαρμογή μεταβλητής δόσης

Η εφαρμογή μεταβλητής δόσης (VRA) μεταβάλλει τη δόση λιπάσματος, σπόρου, ασβεστίου ή φυτοφαρμάκου από περιοχή σε περιοχή μέσα στο χωράφι. Έχει δύο βασικούς τρόπους:

Βασισμένη σε χάρτη

Ένας χάρτης συνταγής που έχει προετοιμαστεί εκ των προτέρων (από εδαφολογική ανάλυση, χάρτη απόδοσης ή δορυφορικό χάρτη) φορτώνεται στο τερματικό. Το μηχάνημα γνωρίζει τη θέση του μέσω GNSS και εφαρμόζει τη δόση που αναγράφεται στον χάρτη.

Βασισμένη σε αισθητήρα

Ο αισθητήρας πάνω στο μηχάνημα μετρά το φυτό ή το έδαφος κατά τη διάρκεια του περάσματος και η δόση προσαρμόζεται στη στιγμή. Δεν απαιτείται χάρτης εκ των προτέρων.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Τεχνολογία και λειτουργία της

Αντιστοιχίστε κάθε τεχνολογία με τη λειτουργία της στο χωράφι.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Μέτρηση: αισθητήρες

- **Αισθητήρες εδαφικής υγρασίας:** μετρούν το νερό στη ζώνη ρίζας ως ποσοστό όγκου ή ως τάση κράτησης νερού στο έδαφος. Είναι το βασικό εργαλείο του προγραμματισμού της άρδευσης.
- **Μετεωρολογικός σταθμός:** μετρά θερμοκρασία, υγρασία, άνεμο, ηλιακή ακτινοβολία και βροχόπτωση. Είναι είσοδος για την απαίτηση εξατμισοδιαπνοής (ΕΤΟ) και για μοντέλα κινδύνου ασθενειών.
- **Αισθητήρες φυτών:** μετρώντας το φως που ανακλά το φύλλο, εκτιμούν τη ζωτικότητα του φυτού και την κατάσταση αζώτου· χρησιμοποιούνται στη λίπανση μεταβλητής δόσης βασισμένη σε αισθητήρα.
- **Μόνιτορ απόδοσης:** μετρά τη ροή του προϊόντος στην αλωνιστική μηχανή ή στη μηχανή συγκομιδής βαμβακιού· σε συνδυασμό με το GNSS προκύπτει χάρτης απόδοσης.

Οι περισσότεροι αισθητήρες σήμερα στέλνουν τα δεδομένα ασύρματα στο νέφος. Αυτή η δομή ονομάζεται διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT). Η αξία της μέτρησης εξαρτάται από την ορθή τοποθέτηση της συσκευής: ένας μετεωρολογικός σταθμός στη σκιά δέντρου ή ένας αισθητήρας υγρασίας θαμμένος μακριά από τη γραμμή στάγδην άρδευσης παράγουν παραπλανητικά δεδομένα ακόμη και αν λειτουργούν σωστά.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Η σωστή συσκευή, στη σωστή θέση

Εγκαθιστάτε συσκευές γεωργίας ακριβείας σε μια εκμετάλλευση. Τοποθετήστε κάθε συσκευή στη θέση όπου πρέπει να λειτουργήσει.

Τοποθετήστε τις πέντε συσκευές στις σωστές περιοχές της σκηνής.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Παρατήρηση από ψηλά: δορυφόρος και drone

Οι δορυφόροι **Sentinel-2** του ευρωπαϊκού προγράμματος Copernicus λαμβάνουν εικόνες σε 13 φασματικές ζώνες. Τέσσερις από αυτές, δηλαδή οι ζώνες μπλε, πράσινο, κόκκινο και εγγύς υπέρυθρο, έχουν ανάλυση 10 μέτρων. Οι δύο δορυφόροι μαζί απεικονίζουν την ίδια θέση κάθε πέντε ημέρες και τα δεδομένα είναι δωρεάν. Οι ζώνες κόκκινου και εγγύς υπέρυθρου επιτρέπουν τον υπολογισμό του δείκτη NDVI που δείχνει τη ζωτικότητα του φυτού (στο επόμενο μάθημα). Ένα πίζελ των δέκα μέτρων αντιστοιχεί στο ένα δέκατο ενός στρέμματος: δείχνει τις μεγάλες διαφορές μέσα στο χωράφι, αλλά δεν μπορεί να ξεχωρίσει μεμονωμένα δέντρα. Επίσης, δεν λαμβάνεται εικόνα τις μέρες με σύννεφα.

Το **drone**, επειδή πετά χαμηλά, δίνει λεπτομέρεια σε επίπεδο εκατοστού, λειτουργεί κάτω από τα σύννεφα και μπορεί να πετάξει την ημέρα που θέλετε. Από την άλλη, κάθε πτήση απαιτεί εργασία και κόστος και δεν είναι τόσο πρακτικό όσο ο δορυφόρος σε μεγάλες εκτάσεις. Οι πτήσεις drone στην Τουρκία και στην Ελλάδα υπόκεινται σε κανόνες καταγραφής και αδειοδότησης από τις αρχές πολιτικής αεροπορίας· θα εξετάσουμε το θέμα αυτό αναλυτικά στην Ενότητα 4.

Οι τεχνολογίες λειτουργούν μαζί

Καμία από αυτές τις τεχνολογίες δεν είναι επαρκής από μόνη της. Ο δορυφόρος δείχνει τη διαφορά σε μεγάλη έκταση, το drone απεικονίζει αυτή τη διαφορά από κοντά, ο αισθητήρας κάνει στιγμιαία μέτρηση, το GNSS προσθέτει θέση σε κάθε μέτρηση και κάθε πέρασμα του μηχανήματος, και το τερματικό μετατρέπει την απόφαση σε εφαρμογή. Για μια εκμετάλλευση, η σωστή ερώτηση δεν είναι «ποια συσκευή πρέπει να αγοράσω;» αλλά «ποια απόφαση θέλω να βελτιώσω και ποια δεδομένα χρειάζομαι για αυτό;». Για την απόφαση άρδευσης προτεραιότητα έχουν ο αισθητήρας



Funded by
the European Union



υγρασίας και τα μετεωρολογικά δεδομένα, για την απόφαση λίπανσης η εδαφολογική ανάλυση και η δειγματοληψία με θέση, για την απόφαση ψεκασμού η παρατήρηση, η πρόγνωση καιρού και ο έλεγχος τμημάτων.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Ένας παραγωγός στο Κοζάν μπορεί να λάβει διόρθωση RTK μέσω συνδρομής στο TUSAGA-Aktif, χωρίς να εγκαταστήσει τον δικό του σταθμό αναφοράς. Στον πορτοκαλεώνα, η επιλογή τεχνολογίας γίνεται ανάλογα με την κλίμακα: επειδή ένα πίζελ Sentinel-2 των 10 μέτρων καλύπτει πολλά δέντρα ταυτόχρονα, η δορυφορική εικόνα δείχνει τις μεγάλες διαφορές στον οπωρώνα. Το πρόβλημα σε ένα μεμονωμένο δέντρο το εντοπίζει η εικόνα drone, ο αισθητήρας υγρασίας στη γραμμή στάγδην άρδευσης ή η επιτόπια παρατήρηση.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Στα χωράφια βαμβακιού, σιταριού και καλαμποκιού του κάμπου της Λάρισας, η διόρθωση που απαιτείται για την αυτόματη κατεύθυνση με RTK μπορεί να ληφθεί από το δίκτυο HEPOS. Η ελεγχόμενη κυκλοφορία, δηλαδή η εφαρμογή κατά την οποία τα μηχανήματα περνούν πάντα από τα ίδια ίχνη από τη σπορά έως τη συγκομιδή, γίνεται δυνατή χάρη στην κατεύθυνση ακρίβειας εκατοστού και περιορίζει τη συμπίεση του εδάφους στο υπόλοιπο χωράφι.

Συνοπτικά

- Το GNSS από μόνο του δίνει θέση σε επίπεδο μέτρου, ενώ με τη διόρθωση RTK σε επίπεδο εκατοστού· στην Τουρκία αυτή τη διόρθωση παρέχει το δίκτυο TUSAGA-Aktif, στην Ελλάδα το δίκτυο HEPOS.
- Η αυτόματη κατεύθυνση μειώνει τις επικαλύψεις και τα κενά, ο έλεγχος τμημάτων τη διπλή εφαρμογή.
- Η εφαρμογή μεταβλητής δόσης μπορεί να είναι βασισμένη σε χάρτη ή σε αισθητήρα.



Funded by
the European Union



- Οι αισθητήρες και οι εικόνες παράγουν δεδομένα· για να είναι αξιόπιστα, πρέπει να τοποθετούνται στο σωστό σημείο και να καταγράφονται με θέση.

1. GPS.gov, Κυβέρνηση των ΗΠΑ. **GPS Accuracy.**
2. EUSPA (2025). **Report on Agriculture and Forestry User Needs and Requirements.**
3. Γενική Διεύθυνση Κτηματολογίου και Χωρομετρίας, Γενική Διεύθυνση Χαρτογράφησης της Τουρκίας. **TUSAGA-Aktif.**
4. Hellenic Cadastre. **About HEPOS** (αρχειακή αντιγραφή, 10.03.2026).
5. Copernicus, ESA. **Sentinel-2 Mission.**



Funded by
the European Union



Μάθημα 3

Ανάλυση δεδομένων και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων

17 λεπτά

Οι αισθητήρες, οι δορυφόροι και τα μηχανήματα παράγουν κάθε μέρα πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων. Όμως τα δεδομένα από μόνα τους δεν είναι απόφαση. Η ομάδα εστίασης της ΕΕ για τη γεωργία ακριβείας EIP-AGRI το είχε γράψει ξεκάθαρα το 2015: τα δεδομένα από τους αισθητήρες είναι άφθονα, αλλά τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων που μετατρέπουν αυτά τα δεδομένα σε χρήσιμη πληροφορία για την καθημερινή διαχείριση της εκμετάλλευσης εξακολουθούν να είναι ανεπαρκή. Σε αυτό το μάθημα θα μάθετε την αλυσίδα που μετατρέπει τα δεδομένα σε απόφαση, τον πιο συχνά χρησιμοποιούμενο δείκτη βλάστησης NDVI και πώς λειτουργούν τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Στη συνέχεια θα διαβάσετε τον πίνακα δεδομένων ενός οπωρώνα και θα κάνετε ερμηνεία.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα κατηγοριοποιήσετε τους τύπους και τις πηγές δεδομένων που συλλέγονται στη γεωργία ακριβείας.
- ✓ Θα εξηγήσετε τα βήματα από τα δεδομένα προς την απόφαση.
- ✓ Θα μάθετε τι μετρά ο NDVI, ποιοι είναι οι περιορισμοί του και πόσο σημαντική είναι η επιτόπια επαλήθευση.
- ✓ Θα διαβάσετε έναν πίνακα δεδομένων και θα λάβετε απόφαση άρδευσης και ελέγχου.
- ✓ Θα αναγνωρίσετε τα δικαιώματα του παραγωγού πάνω στα δεδομένα του.



Funded by
the European Union



Ποια δεδομένα συλλέγονται;

ΟΜΑΔΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΠΗΓΗ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
Έδαφος	Υφή, pH, οργανική ουσία, θρεπτικά στοιχεία, υγρασία, αλατότητα	Ανάλυση εδάφους, αισθητήρας υγρασίας	Ετήσια ή συνεχής
Φυτό	Στάδιο ανάπτυξης, φυτική ζωτικότητα, καταπόνηση, ασθένεια	Δορυφόρος, drone, αισθητήρας φυτού, παρατήρηση	Εβδομαδιαία ή ημερήσια
Περιβάλλον	Θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος, βροχόπτωση, ζήτηση εξατμισοδιαπνοής	Μετεωρολογικός σταθμός, μετεωρολογική υπηρεσία	Ωριαία
Καταγραφές εκμετάλλευσης	Λίπασμα, φυτοφάρμακο, ποσότητα άρδευσης, εργασία, απόδοση	Τερμινάλ, μόνιτορ απόδοσης, ημερολόγιο καταγραφών	Σε κάθε επέμβαση

Οι καταγραφές της εκμετάλλευσης ξεχνιούνται συχνά, αλλά είναι από τα πιο πολύτιμα δεδομένα. Χωρίς να γνωρίζετε πότε και πόσο λίπασμα και νερό δόθηκε σε κάθε αγροτεμάχιο, δεν είναι δυνατό να κατανοήσετε τι λειτούργησε την επόμενη καλλιεργητική περίοδο.

Από τα δεδομένα στην απόφαση

1

Συλλογή

Οι αισθητήρες, οι εικόνες και οι καταγραφές συλλέγονται με πληροφορία θέσης και χρόνου.

2

Καθαρισμός



Funded by
the European Union



Απομακρύνονται οι εσφαλμένες μετρήσεις: χαλασμένος αισθητήρας, νεφελώδης εικόνα, ένδειξη απόδοσης από την περιστροφή του θεριζοαλωνιστικού στην άκρη του χωραφιού κ.λπ.

3

Συνδυασμός

Οι διαφορετικές πηγές τοποθετούνται η μία πάνω στην άλλη, στον ίδιο χάρτη και το ίδιο χρονικό πλαίσιο.

4

Ερμηνεία

Το νόημα εξάγεται με όρια, μοντέλα και συγκρίσεις: «Αυτή η περιοχή έχει χαμηλή απόδοση για τρίτη συνεχή χρονιά», «Η υγρασία έπεσε κάτω από το όριο».

5

Πρόταση και απόφαση

Το σύστημα δίνει μια πρόταση· την απόφαση την παίρνει ο παραγωγός ή ο σύμβουλος.

6

Εφαρμογή και μέτρηση

Η επέμβαση που εφαρμόστηκε καταγράφεται και το αποτέλεσμα της γίνεται δεδομένο για τον επόμενο κύκλο.

Τρεις συνήθειες για την ποιότητα των δεδομένων

Συγκρίνετε τους αισθητήρες μετά την εγκατάσταση και στην αρχή κάθε καλλιεργητικής περιόδου με μια χειροκίνητη μέτρηση. Ελέγχετε τακτικά την μπαταρία, την κεραία και τη μετάδοση δεδομένων της συσκευής· σημειώνετε τις ημέρες με κενά. Καταγράφετε τα δεδομένα του ίδιου χωραφιού κάθε χρόνο με



Funded by
the European Union



το ίδιο όνομα αγροτεμαχίου και τις ίδιες μονάδες· μόνο έτσι είναι δυνατή η σύγκριση μετά από χρόνια.

NDVI: παρακολούθηση της φυτικής ζωτικότητας από το διάστημα

Η χλωροφύλλη του υγιούς φύλλου απορροφά έντονα το ορατό φως (0,4-0,7 μικρόμετρα) για τη φωτοσύνθεση. Η κυτταρική δομή του φύλλου αντίθετα ανακλά έντονα το εγγύς υπέρυθρο φως (0,7-1,1 μικρόμετρα). Ο **NDVI** (Δείκτης Κανονικοποιημένης Διαφοράς Βλάστησης) μετατρέπει αυτή τη διαφορά σε έναν μοναδικό αριθμό:

$$\text{NDVI} = (\text{Εγγύς υπέρυθρο} - \text{Ερυθρό}) / (\text{Εγγύς υπέρυθρο} + \text{Ερυθρό})$$

Σύμφωνα με την επεξήγηση της NASA, ο NDVI κυμαίνεται από -1 έως +1. Τιμές 0,1 και κάτω αντιστοιχούν σε γυμνές επιφάνειες όπως βράχο, άμμο ή χιόνι· τιμές 0,2-0,3 αντιστοιχούν σε θάμνους και λιβάδι. Το μηδέν σημαίνει απουσία βλάστησης· τιμές κοντά στο +1 (0,8-0,9) δείχνουν την πυκνότερη πράσινη φυλλική κάλυψη. Στο χωράφι, περισσότερο σημασία έχουν οι διαφορές εντός του ίδιου χωραφιού και η μεταβολή στον χρόνο, παρά η απόλυτη τιμή του NDVI.

Ο NDVI δεν λέει την αιτία Χαμηλός NDVI μπορεί να σημαίνει έλλειψη νερού, έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, ασθένεια, εχθρό, συμπίεση εδάφους, λίμνασμα νερού ή αργή βλάστηση. Σε αραιή φυτική κάλυψη, η σκιά νεφών και το ίδιο το έδαφος επηρεάζουν την τιμή. Σε πολύ πυκνή φυτική κάλυψη ο NDVI κορεσμό φτάνει και δεν δείχνει τις διαφορές. Ο χάρτης σας δείχνει **πού να κοιτάξετε**· η απάντηση στο **γιατί** βρίσκεται στο χωράφι, με επιτόπιο έλεγχο.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Περιοχές καταπόνησης στον χάρτη NDVI

Χάρτης NDVI ενός χωραφιού σιταριού στις αρχές Μαΐου (παράδειγμα). Το σκούρο πράσινο δείχνει υψηλή, το καφέ χαμηλή φυτική ζωτικότητα.

Επισημάνετε τις 3 περιοχές καταπόνησης που πρέπει να ελεγχθούν επιτόπου.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων

Το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ) είναι λογισμικό που επεξεργάζεται τα δεδομένα με μοντέλα και κανόνες και δίνει στον χρήστη μια συγκεκριμένη πρόταση. Η πρόταση δεν είναι η απόφαση του συστήματος· ο παραγωγός την αξιολογεί με τη δική του παρατήρηση και εμπειρία. Μερικά παραδείγματα:



Funded by
the European Union



Προγραμματισμός άρδευσης

Υπολογίζει τη ζήτηση εξατμισοδιαπνοής από τα μετεωρολογικά δεδομένα και την κατανάλωση νερού από τα δεδομένα εδάφους και φυτού· προτείνει πότε και πόσα χιλιοστά να αρδεύσετε. Ο φυτικός συντελεστής, η υδατοϊκανότητα του εδάφους και οι ενδείξεις αισθητήρων είναι άλλα δεδομένα εισόδου του υπολογισμού.

Διαχείριση θρεπτικών στοιχείων

Στην ΕΕ, τα κράτη μέλη οφείλουν, στο πλαίσιο των υπηρεσιών γεωργικών συμβούλων, να παρέχουν στους αγρότες το αργότερο από το 2024 ένα εργαλείο διαχείρισης θρεπτικών στοιχείων με την ονομασία FaST. Το εργαλείο, με βάση τα δεδομένα του αγρότη, καταρτίζει σχέδιο διαχείρισης θρεπτικών στοιχείων και πρόταση λίπανσης.

Κίνδυνος ασθένειας και εχθρών

Υπολογίζει τον κίνδυνο εμφάνισης ασθένειας ή εχθρού με βάση τη θερμοκρασία, την υγρασία φυλλώματος και την υγρασία· βοηθά στον προγραμματισμό του ψεκασμού με βάση τον κίνδυνο και όχι το ημερολόγιο.

Ανάγνωση ενός πίνακα δεδομένων

Τα περισσότερα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων παρουσιάζουν τα δεδομένα σε έναν πίνακα (dashboard). Όταν διαβάζετε τον πίνακα, θέστε τρεις ερωτήσεις: Πού βρίσκεται η τιμή σε σχέση με το όριο; Ποιος είναι ο ρυθμός μεταβολής; Οι διαφορετικές μετρήσεις επιβεβαιώνουν η μία την άλλη; Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζεται η υγρασία εδάφους σε δύο βάθη και η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ΕΤΟ), δηλαδή η ζήτηση εξατμίσεως της ατμόσφαιρας, για έναν πορτοκαλέωνα με στάγδην άρδευση στο Κοζάν. Θα δείτε αναλυτικά πώς υπολογίζεται η τιμή του ορίου στο μάθημα διαχείρισης νερού.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Διαβάστε τον πίνακα του οπωρώνα

Δεδομένα 1-14 Ιουλίου από έναν πορτοκαλεώνα με στάγδην άρδευση στο Κοζάν (παράδειγμα δεδομένων). Για αυτό το έδαφος, το κατώφλι άρδευσης στα 30 cm είναι 29% κατ' όγκο.

Εξετάστε το γράφημα και απαντήστε στις ερωτήσεις.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Σε ποιον ανήκουν τα δεδομένα;

Τα τερμινάλ τρακτέρ, τα δίκτυα αισθητήρων και οι εφαρμογές μεταφέρουν τα δεδομένα της εκμετάλλευσης στους διακομιστές των εταιρειών παραγωγής. Οι εκπρόσωποι του αγροτικού τομέα στην Ευρώπη υπέγραψαν το 2018 ένα κείμενο κώδικα δεοντολογίας γι' αυτό το θέμα. Σύμφωνα με το κείμενο, ο αγρότης παραμένει στο κέντρο της συλλογής, της επεξεργασίας και της διαχείρισης των γεωργικών δεδομένων. Η χρήση των δεδομένων είναι δυνατή μόνο με ρητή και ενημερωμένη συγκατάθεση που δίνεται συμβατικά από τον πάροχο των δεδομένων. Ο πάροχος των δεδομένων έχει επίσης το δικαίωμα να μεταφέρει τα δεδομένα του σε άλλο χρήστη. Όταν αγοράζετε μια συσκευή ή μια εφαρμογή, ρωτήστε στη σύμβαση σε ποιον ανήκουν τα δεδομένα, με ποιους θα μοιραστούν και πώς θα ανακτηθούν τα δεδομένα όταν λήξει η υπηρεσία.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Η δωρεάν σελίδα Γεωργικής Πρόγνωσης Καιρού της Τουρκικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας παρέχει, σε επίπεδο επαρχίας, πρόγνωση πέντε ημερών μαζί με πληροφορίες για κίνδυνο γεωργικού παγετού, συνολική εξατμίσωση, καταλληλότητα για ψεκασμό και κατάλληλο χρόνο σπόρου. Ένας παραγωγός εσπεριδοειδών στο Κοζάν, αν χρησιμοποιήσει αυτή την πρόγνωση σε συνδυασμό με την ένδειξη του αισθητήρα υγρασίας στον οπωρώνα του, έχει στην ουσία δημιουργήσει ένα απλό αλλά αποτελεσματικό σύστημα υποστήριξης αποφάσεων: η πρόγνωση εξατμίσωσης δείχνει πότε θα χρειαστεί άρδευση, ενώ η καταλληλότητα για ψεκασμό δείχνει πώς να αποφύγει ημέρες με άνεμο ή βροχή.



Funded by
the European Union



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Σύμφωνα με τους κανόνες της ΕΕ, και η Ελλάδα οφείλει, στο πλαίσιο των υπηρεσιών γεωργικών συμβούλων, να παρέχει στους αγρότες ένα εργαλείο διαχείρισης θρεπτικών στοιχείων τύπου FaST. Για έναν παραγωγό βαμβακιού ή σιταριού στη Λάρισα, αυτό σημαίνει ένα εργαλείο στο οποίο μπορεί να καταχωρίσει την ανάλυση εδάφους και τα στοιχεία του αγροτεμαχίου του και να λάβει πρόταση λίπανσης. Η αξία της πρότασης εξαρτάται από την ακρίβεια των δεδομένων που καταχωρίστηκαν: χωρίς επίκαιρη ανάλυση εδάφους, η πρόταση παραμένει στο επίπεδο της εκτίμησης.

Σύνοψη

- Οι καταγραφές εδάφους, φυτού, περιβάλλοντος και εκμετάλλευσης αποκτούν νόημα όταν χρησιμοποιούνται μαζί.
- Η αλυσίδα από τα δεδομένα στην απόφαση: συλλογή, καθαρισμός, συνδυασμός, ερμηνεία, πρόταση και απόφαση, εφαρμογή και μέτρηση.
- Ο NDVI δείχνει τη διαφορά στη φυτική ζωτικότητα, όχι την αιτία της· η επιτόπια επαλήθευση είναι απαραίτητη.
- Το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων προτείνει, την απόφαση την παίρνει ο παραγωγός.
- Τα δεδομένα ανήκουν στον παραγωγό· η κοινοποίησή τους πρέπει να γίνεται με ρητή συγκατάθεση και σύμβαση.

1. EIP-AGRI (2015). **Focus Group Precision Farming: Final Report.**
2. Weier, J., Herring, D. / NASA Earth Observatory (2000). **Measuring Vegetation (NDVI and EVI).**
3. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, DG AGRI. **Nutrients: Farm Sustainability Tool for nutrients (FaST).**
4. Copa-Cogeca, CEMA και άλλοι (2018). **EU Code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement.**
5. Τουρκική Μετεωρολογική Υπηρεσία (MGM). **Tarimsal Hava Tahmini.**



Funded by
the European Union



Μάθημα 4

Βιώσιμη γεωργία: έννοια και στόχοι

18 λεπτά

Το έδαφος, το νερό και η βιοποικιλότητα μπορούν να αναγεννηθούν, αλλά αυτή η ικανότητα έχει ένα όριο. Αν ένας αγρός καλλιεργείται επί σειρά ετών με υπερβολική κατεργασία, υπερλίπανση ή υπερβολική άρδευση, η απόδοσή του πρώτα μειώνεται αργά και μετά απότομα. Επειδή η γεωργία είναι ο πρώτος κρίκος της αλυσίδας τροφίμων, ο αγρός είναι και ο τόπος όπου δοκιμάζεται περισσότερο η αντίληψη της βιώσιμης παραγωγής. Σε αυτό το μάθημα εξετάζουμε τι σημαίνει βιώσιμη γεωργία, γιατί σήμερα είναι πιο επιτακτική από ποτέ και πώς η γεωργία ακριβείας εξυπηρετεί αυτούς τους στόχους.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα ορίσετε τις έννοιες της βιώσιμης ανάπτυξης και της βιώσιμης γεωργίας.
- ✓ Θα διακρίνετε με παραδείγματα τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις της βιωσιμότητας.
- ✓ Θα ερμηνεύσετε βασικά παγκόσμια δεδομένα για το έδαφος και το κλίμα.
- ✓ Θα μάθετε τους στόχους πολιτικής στην ΕΕ και στην Τουρκία και τη σύνδεσή τους με τη γεωργία ακριβείας.

Τι σημαίνει βιωσιμότητα;

Η βιωσιμότητα, με την πιο γενική έννοια, είναι η κάλυψη των σημερινών αναγκών χωρίς να εξαντλείται η δυνατότητα των επόμενων γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Ο FAO εφαρμόζει αυτή την αρχή στη γεωργία ως εξής: για να είναι βιώσιμη, η γεωργία πρέπει, καλύπτοντας τις ανάγκες της σημερινής και των επόμενων γενεών, να διαφυλάττει ταυτόχρονα την **κερδοφορία, την υγεία του περιβάλλοντος και την κοινωνική και οικονομική δικαιοσύνη**. Τα τρία αυτά στοιχεία του ορισμού αντιστοιχούν στις τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας.

Ο FAO επισημαίνει ότι τα συστήματα τροφίμων και γεωργίας δοκιμάζονται σήμερα σε βαθμό άνευ προηγουμένου από την αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων, την πείνα και τον υποσιτισμό, τις αρνητικές



Funded by
the European Union



επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, την υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων, την απώλεια βιοποικιλότητας και την απώλεια και σπατάλη τροφίμων.

Οι τρεις διαστάσεις και η διακυβέρνηση

Περιβαλλοντική διάσταση

Προστασία του
εδάφους, του νερού, του
αέρα και της
βιοποικιλότητας·
μείωση της ρύπανσης
και των εκπομπών
αερίων του
θερμοκηπίου.

Οικονομική διάσταση

Κερδοφορία της
εκμετάλλευσης, έλεγχος
του κόστους εισροών,
μια εισοδηματική
διάρθρωση που μπορεί
να ανθίξει σε δύσκολα
χρόνια.

Κοινωνική διάσταση

Υγεία και ασφάλεια του
παραγωγού και των
εργαζομένων,
απασχόληση στην
ύπαιθρο, επισιτιστική
ασφάλεια, ισότιμη
πρόσβαση σε γνώση και
ευκαιρίες.

Ο FAO συγκεκριμενοποιεί αυτές τις διαστάσεις με πέντε αρχές:

1. Αύξηση της παραγωγικότητας, της απασχόλησης και της προστιθέμενης αξίας στα συστήματα τροφίμων.
2. Προστασία και βελτίωση των φυσικών πόρων.
3. Βελτίωση των μέσων διαβίωσης και στήριξη μιας συμπεριληπτικής οικονομικής ανάπτυξης.
4. Ενίσχυση της ανθεκτικότητας ανθρώπων, κοινοτήτων και οικοσυστημάτων.
5. Προσαρμογή της διακυβέρνησης στα νέα προβλήματα.

Η πέμπτη αρχή είναι σημαντική: χωρίς διαφανή λήψη αποφάσεων, σαφή κατανομή ευθυνών και εφαρμογή κανόνων, ούτε οι άλλες διαστάσεις μπορούν να διατηρηθούν σε βάθος χρόνου.

Οι διαστάσεις αλληλοτροφοδοτούνται. Η στάγδην άρδευση εξοικονομεί νερό (περιβαλλοντική), μειώνει το λογαριασμό ενέργειας της αντλίας (οικονομική) και εξασφαλίζει την επιβίωση της εκμετάλλευσης σε μια ξηρή χρονιά (κοινωνική). Κάποιες φορές όμως συγκρούονται: μια πρακτική



Funded by
the European Union



που φαίνεται πιο κερδοφόρα βραχυπρόθεσμα μπορεί να εξαντλήσει το έδαφος. Η βιωσιμότητα είναι το έργο της εξισορρόπησης αυτών των παραγόντων.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Οι τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας

Μια πρακτική συχνά συμβάλλει σε περισσότερες από μία διαστάσεις. Εδώ τοποθετήστε κάθε πρακτική στη διάσταση στην οποία συμβάλλει πιο άμεσα.

Χωρίστε τις πρακτικές σε περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική διάσταση.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Γιατί είναι πιο επιτακτική τώρα;

95%

Ποσοστό της παγκόσμιας
παραγωγής τροφίμων που
εξαρτάται από το έδαφος
(FAO)

1/3

Ποσοστό των εδαφών που
είναι ήδη υποβαθμισμένα
(FAO)

10%

Απώλεια παραγωγής που
μπορεί να προκαλέσει η
διάβρωση του εδάφους έως το
2050 (FAO)

74%

Ποσοστό του γλυκού νερού που χρησιμοποιείται στη γεωργία στην Τουρκία (Σχέδιο Δράσης Πράσινης
Συμφωνίας)

Σύμφωνα με τον FAO, το 95% της παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων εξαρτάται από το έδαφος και το ένα τρίτο των εδαφών είναι ήδη υποβαθμισμένο. Οι ειδικοί εκτιμούν ότι η διάβρωση του εδάφους μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια 10% της φυτικής παραγωγής έως το 2050. Όταν το έδαφος χαθεί, χρειάζεται πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα για να αποκατασταθεί· γι' αυτό η προστασία του εδάφους σημαίνει προστασία της μελλοντικής παραγωγής.



Funded by
the European Union



Η εικόνα είναι ανάλογη και στο νερό. Το Σχέδιο Δράσης της Πράσινης Συμφωνίας της Τουρκίας αναφέρει ότι το μεγαλύτερο μέρος (74%) των πηγών γλυκού νερού της χώρας χρησιμοποιείται για γεωργικούς σκοπούς. Δηλαδή η αποτελεσματική χρήση νερού στη γεωργία είναι καθοριστική και για την υδατική ασφάλεια της χώρας. Την ανάλογη πίεση νερού στον κάμπο της Θεσσαλίας θα τη δείτε αναλυτικά στο μάθημα διαχείρισης νερού.

Πλαίσιο πολιτικής

Ευρωπαϊκή Ένωση

Η στρατηγική «Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο» (2020), στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ, θέτει τους ακόλουθους στόχους για το 2030:

- Μείωση κατά 50% της χρήσης και του κινδύνου των χημικών φυτοφαρμάκων.
- Μείωση κατά τουλάχιστον 50% των απωλειών θρεπτικών στοιχείων και κατά τουλάχιστον 20% της χρήσης λιπασμάτων, χωρίς μείωση της γονιμότητας του εδάφους.
- Βιολογική γεωργία σε τουλάχιστον το 25% της γεωργικής γης.

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της ΕΕ συνδέει αυτούς τους στόχους με τις πληρωμές στους παραγωγούς· την αντίστοιχη εφαρμογή στην Ελλάδα θα τη δείτε στο παράδειγμα περιφέρειας παρακάτω.

Τουρκία

Στο **Σχέδιο Δράσης Πράσινης Συμφωνίας**, που καταρτίστηκε το 2021 με συντονισμό του Υπουργείου Εμπορίου, περιλαμβάνεται ενότητα με τίτλο «Βιώσιμη Γεωργία». Στο σχέδιο αναφέρεται ότι, λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους της ΕΕ, θα υλοποιηθούν δράσεις για τη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων και χημικών λιπασμάτων· αρμόδιος φορέας είναι το Υπουργείο Γεωργίας και Δασών της Τουρκίας. Το σχέδιο θεωρεί αυτή την εναρμόνιση προϋπόθεση για τη διαφύλαξη της διεθνούς ανταγωνιστικότητας της Τουρκίας, η οποία διεξάγει σχεδόν το ήμισυ του εμπορίου της με την ΕΕ. Αυτό αφορά άμεσα και τον παραγωγό στο Κοζάν που πωλεί προϊόντα στην ΕΕ.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Κάρτες εννοιών βιωσιμότητας

Αγγίξτε τις κάρτες για να διαβάσετε την πίσω όψη τους. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται όταν τις γυρίσετε όλες.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Η συμβολή της γεωργίας ακριβείας στη βιωσιμότητα

ΣΤΟΧΟΣ	ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	ΠΩΣ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ;
Μείωση απωλειών θρεπτικών στοιχείων	Ανάλυση εδάφους, λίπανση μεταβλητής δόσης, φερτιγκέσιον	Το λίπασμα δίνεται μόνο στο σημείο και στη χρονική στιγμή που χρειάζεται.
Μείωση χρήσης και κινδύνου φυτοφαρμάκων	Έλεγχος τμημάτων (section control), στοχευμένος ψεκασμός, μοντέλα κινδύνου ασθενειών	Αποφεύγονται η διπλή εφαρμογή και ο περιττός ψεκασμός.
Προστασία νερού	Αισθητήρας υγρασίας, σχεδιασμός άρδευσης βάσει ΕΤΟ	Το νερό δίνεται στην ποσότητα που χρειάζεται το φυτό και τη σωστή ημέρα.
Διαφύλαξη κερδοφορίας	Καταγραφή, παρακολούθηση κόστους, κοινός εξοπλισμός	Μετριέται ποια πρακτική αποδίδει οικονομικά.

Η γεωργία ακριβείας δεν είναι η ίδια η βιωσιμότητα, αλλά ένα από τα εργαλεία για την επίτευξή της. Η χορήγηση εισροών μόνο στην απαιτούμενη ποσότητα και στο σημείο που χρειάζεται εξυπηρετεί άμεσα τους στόχους της στρατηγικής «Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο» για τις απώλειες θρεπτικών στοιχείων και τα φυτοφάρμακα. Η καταγραφή και η μέτρηση επιτρέπουν να αποδειχθεί αν μια πρακτική όντως αποδίδει. Ωστόσο η τεχνολογία από μόνη της δεν αρκεί: ένα σύστημα στάγδην άρδευσης που λειτουργεί με υπερβολικό νερό ή ένας διανομέας μεταβλητής δόσης που



Funded by
the European Union



Λειτουργεί με λάθος συνταγή απλώς εφαρμόζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια μια λανθασμένη απόφαση.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Στην περίοδο 2023-2027 της ΚΑΠ, το 25% των άμεσων πληρωμών διατίθεται για **οικολογικά προγράμματα (eco-schemes)**. Τα οικολογικά προγράμματα είναι υποχρεωτικά στο σχέδιο κάθε χώρας της ΕΕ, ενώ για τους παραγωγούς είναι προαιρετικά· γι' αυτό περιλαμβάνονται και στο ελληνικό σχέδιο. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναφέρει, μεταξύ των πρακτικών που μπορούν να στηριχθούν από αυτά τα προγράμματα, τη βιολογική γεωργία, τις αγροοικολογικές πρακτικές, τη γεωργία άνθρακα και τη **γεωργία ακριβείας**. Δηλαδή για έναν παραγωγό στη Λάρισα, η βιώσιμη πρακτική δεν αφορά μόνο το περιβάλλον αλλά μπορεί να συμβάλει και στο εισόδημά του, αν συμμετέχει σε κατάλληλο οικολογικό πρόγραμμα.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Το Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν πραγματοποιεί στο πλαίσιο αυτού του έργου έρευνα αναγκών με 103 παραγωγούς και εκπροσώπους ΜμΕ και ρώτησε τους συμμετέχοντες σχετικά με τέσσερις στόχους της Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ. Η ισχυρότερη υποστήριξη δόθηκε στη βιώσιμη χρήση νερού: 77 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι συμφωνούν ή συμφωνούν πλήρως με αυτόν τον στόχο. Ο αριθμός αυτός ήταν 73 για την αύξηση της βιολογικής γεωργίας, 67 για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα και 55 για τη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων. Μεταξύ των δυσκολιών στη διαδικασία εναρμόνισης, τη μεγαλύτερη αναγνώριση είχαν η έλλειψη πληροφόρησης (66 συμμετέχοντες), η αβεβαιότητα της αγοράς (65) και η έλλειψη χρηματοδότησης (63). Δηλαδή οι στόχοι απολαμβάνουν ευρεία υποστήριξη· τα εμπόδια στην εναρμόνιση σχετίζονται περισσότερο με την πληροφόρηση, την αγορά και τη χρηματοδότηση.

Πού πηγαίνει η εξοικονόμηση; Αν το νερό που εξοικονομείται με την άρδευση ακριβείας χρησιμοποιηθεί για επέκταση της



Funded by
the European Union



αρδευόμενης έκτασης στην εκμετάλλευση, η συνολική κατανάλωση νερού στη λεκάνη απορροής μπορεί να μη μειωθεί, ή και να αυξηθεί. Ομοίως, η εξοικονόμηση λιπασμάτων μπορεί να αντισταθμιστεί από τη μετάβαση σε μια καλλιέργεια με μεγαλύτερες απαιτήσεις εισροών. Γι' αυτό η βιωσιμότητα πρέπει να παρακολουθείται όχι μόνο με βάση την κατανάλωση ανά στρέμμα, αλλά και με βάση τη συνολική κατανάλωση της εκμετάλλευσης και της λεκάνης απορροής. Τα δεδομένα που καταγράφει η γεωργία ακριβείας κάνουν δυνατή αυτή την παρακολούθηση.

Συνοπτικά

- Η βιώσιμη γεωργία διαφυλάττει ταυτόχρονα την κερδοφορία, την υγεία του περιβάλλοντος και την κοινωνική δικαιοσύνη· οι πέντε αρχές του FAO συγκεκριμενοποιούν αυτή την ισορροπία.
- Η υποβάθμιση του εδάφους, η λειψυδρία και η κλιματική αλλαγή κάνουν τη βιωσιμότητα πιο επιτακτική σήμερα.
- Οι στόχοι της ΕΕ για το 2030 είναι μείωση 50% στα φυτοφάρμακα, 50% στις απώλειες θρεπτικών στοιχείων και 20% στα λιπάσματα· το Σχέδιο Δράσης Πράσινης Συμφωνίας της Τουρκίας ακολουθεί την ίδια κατεύθυνση.
- Η γεωργία ακριβείας είναι ισχυρό εργαλείο για την επίτευξη αυτών των στόχων, αλλά δεν αντικαθιστά τη σωστή απόφαση.

1. FAO. **Sustainable Food and Agriculture.**
2. FAO (2022). **Agricultural soils under threat** (δελτίο τύπου).
3. Ευρωπαϊκή Ένωση, EUR-Lex (2020). **Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system** (σύνοψη).
4. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, DG AGRI. **Eco-schemes.**
5. Υπουργείο Εμπορίου της Τουρκίας (2021). **Yeşil Mutabakat Eylem Planı.**



Funded by
the European Union



6. Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu**, Πίνακες 3 και 4.





Funded by
the European Union



Μάθημα 5

Παραδοσιακή και γεωργία ακριβείας: κόστος και όφελος

21 λεπτά

Στη παραδοσιακή γεωργία το χωράφι διαχειρίζεται σαν μία ενιαία μονάδα: σε όλο το χωράφι ο ίδιος σπόρος, η ίδια δόση λιπάσματος, η ίδια άρδευση. Στη γεωργία ακριβείας, αντίθετα, το χωράφι χωρίζεται σε ζώνες και κάθε ζώνη διαχειρίζεται σύμφωνα με τη δική της ανάγκη. Στο ερώτημα ποια μέθοδος είναι καλύτερη δεν υπάρχει μία και μόνη απάντηση. Η απάντηση εξαρτάται από το πόση διαφοροποίηση παρουσιάζει το χωράφι, από το μέγεθος της εκμετάλλευσης, από τις τιμές των εισροών και από το αν τα δεδομένα που συλλέγονται μετατρέπονται όντως σε απόφαση. Σε αυτό το μάθημα συγκρίνετε τις δύο προσεγγίσεις και δοκιμάζετε με έναν υπολογιστή κάτω από ποιες συνθήκες η επένδυση αποσβένεται.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα συγκρίνετε την παραδοσιακή γεωργία και τη γεωργία ακριβείας ως προς τις εισροές, την απόδοση, το περιβάλλον και το κόστος.
- ✓ Θα μάθετε τι δείχνουν οι έρευνες σχετικά με την οικονομική επίδραση της γεωργίας ακριβείας.
- ✓ Θα δοκιμάσετε με έναν υπολογισμό κόστους-οφέλους τους παράγοντες που επηρεάζουν τον χρόνο απόσβεσης.
- ✓ Θα αξιολογήσετε επιλογές κοινής χρήσης και αγοράς υπηρεσίας για μικρές εκμεταλλεύσεις.

Δύο προσεγγίσεις, δύο διαφορετικά ερωτήματα

Το ερώτημα της παραδοσιακής προσέγγισης είναι: «Πόσο λίπασμα χρειάζεται κατά μέσο όρο αυτό το χωράφι;» Το ερώτημα της γεωργίας ακριβείας είναι: «Πόσο λίπασμα χρειάζεται κάθε τμήμα αυτού του χωραφιού;» Το πρώτο ερώτημα βασίζεται στην εμπειρία και την παρατήρηση, η εφαρμογή του είναι απλή και δεν απαιτεί επιπλέον επένδυση. Ωστόσο, αν μέσα στο χωράφι



Funded by
the European Union



υπάρχουν παραγωγικές και μη παραγωγικές ζώνες, η μέση δόση κάπου περισσεύει και κάπου δεν επαρκεί. Η περίσσεια σπαταλιέται και καταλήγει στο περιβάλλον· η ανεπάρκεια μειώνει την απόδοση.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ
Μονάδα απόφασης	Ολόκληρο το χωράφι	Ζώνη, γραμμή ή δέντρο μέσα στο χωράφι
Χρήση εισροών	Ίδια δόση παντού	Η δόση μεταβάλλεται σύμφωνα με μετρήσεις και χάρτη
Βάση απόφασης	Εμπειρία, παρατήρηση, συνήθεια	Εμπειρία μαζί με μετρήσεις, χάρτες και καταγραφές
Χρήση μηχανημάτων	Χειροκίνητη οδήγηση, με επικαλύψεις και κενά	Καθοδήγηση με GNSS, μειωμένες επικαλύψεις
Περιβαλλοντική επίδραση	Η περίσσεια εισροών μπορεί να καταλήξει στο νερό και τον αέρα	Η εισροή χρησιμοποιείται όσο χρειάζεται, μειώνοντας τον κίνδυνο
Αρχικό κόστος	Χαμηλό	Απαιτεί εξοπλισμό, συνδρομές και εκπαίδευση
Ανάγκη γνώσης	Αρκεί η τοπική εμπειρία	Απαιτείται ικανότητα ανάγνωσης και ερμηνείας δεδομένων

Η γεωργία ακριβείας δεν αποκλείει την εμπειρία

Ο χάρτης σας δείχνει μια διαφοροποίηση, αλλά τον λόγο τις περισσότερες φορές τον γνωρίζει ο παραγωγός που ξέρει το χωράφι εδώ και χρόνια: «Εκεί παλιά πλημμύριζε», «Αυτή η γωνία ήταν παλιό αλώνι» και ούτω καθεξής. Το καλύτερο αποτέλεσμα προκύπτει



Funded by
the European Union



όταν η μέτρηση και η τοπική γνώση
χρησιμοποιούνται μαζί.

Το κόστος της γεωργίας ακριβείας

Το κόστος της γεωργίας ακριβείας δεν αποτελείται μόνο από την τιμή του εξοπλισμού. Τυπικά κονδύλια είναι τα εξής:

- **Εξοπλισμός:** δέκτης GNSS, τερμινάλ καμπίνας, κιτ αυτόματης καθοδήγησης, έλεγχος τμημάτων, αισθητήρες.
- **Ετήσια έξοδα:** συνδρομή διόρθωσης RTK, άδεια λογισμικού, γραμμή δεδομένων αισθητήρων, συντήρηση και βαθμονόμηση.
- **Εργασία και γνώση:** εγκατάσταση, εκπαίδευση, τακτική ανάγνωση δεδομένων, αναλύσεις εδάφους.

Σύμφωνα με μια μελέτη του JRC για το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (σε τιμές 2014), ένα απλό σύστημα καθοδήγησης με ράβδο φωτισμού κόστιζε περίπου 10.000 €, ενώ ένα σύστημα αυτόματης καθοδήγησης βασισμένο σε RTK κόστιζε περίπου 40.000 €. Σύμφωνα με την ίδια μελέτη, για να αποσβεστεί η επένδυση απαιτούνταν τουλάχιστον 100-130 εκτάρια για τη ράβδο φωτισμού και 300-450 εκτάρια για την αυτόματη καθοδήγηση. Οι τιμές έχουν αλλάξει από τότε και πριν από την απόφαση επένδυσης πρέπει να ζητηθεί επικαιροποιημένη προσφορά· ωστόσο η βασική αρχή παραμένει η ίδια: **η επένδυση αποσβένεται ταχύτερα όσο μεγαλύτερη είναι η έκταση στην οποία εργάζεται.**

Τι λένε οι έρευνες;

Τα οφέλη της γεωργίας ακριβείας είναι πραγματικά, αλλά το μέγεθός τους διαφέρει από χωράφι σε χωράφι και από χώρα σε χώρα. Μερικά παραδείγματα:



Funded by
the European Union



5-13%

Ποσοστό επικάλυψης στη χειροκίνητη οδήγηση· με την αυτόματη καθοδήγηση αυτό το ποσοστό εξαφανίζεται σε μεγάλο βαθμό (Cornell, 2017)

13%

Μέση μείωση στη χρήση εντομοκτόνων με ψεκασμό ανά ζώνη μέσω αισθητήρων (JRC, 2014)

10-25 €/ha

Εξοικονόμηση από την εφαρμογή μεταβλητής δόσης αζώτου στη Γερμανία (JRC, 2014)

25%

Εξοικονόμηση νερού στη Νότια Ισπανία με ελεγχόμενη έλλειψη άρδευσης υποστηριζόμενη από τηλεπισκόπηση, χωρίς απώλεια απόδοσης (JRC, 2014)

Η ίδια μελέτη του JRC σημειώνει επίσης ότι, σύμφωνα με έρευνες στη Δανία, η εφαρμογή μεταβλητής δόσης αζώτου δεν έφερε σημαντικό οικονομικό όφελος. Δηλαδή το αποτέλεσμα δεν είναι το ίδιο παντού. Γι' αυτό η απόδοση μιας επένδυσης πρέπει να υπολογίζεται από τη διαφοροποίηση του δικού σας χωραφιού και από τα δικά σας έξοδα εισροών, όχι από το αποτέλεσμα σε άλλη χώρα.

Από πού προέρχεται το μετρούμενο όφελος; Στα παραπάνω παραδείγματα, το μεγαλύτερο μέρος του κέρδους προέρχεται από τη μείωση της επικάλυψης, την αποφυγή περιττού ψεκασμού και τη χορήγηση νερού σύμφωνα με την ανάγκη. Η αύξηση της απόδοσης, αντίθετα, διαφέρει πολύ ανάλογα με το χωράφι, το έτος και την καλλιέργεια. Μη βασίζετε μια επένδυση αποκλειστικά στην προσδοκία αύξησης απόδοσης.



Funded by
the European Union



Ρεαλιστικός δρόμος για τις μικρές εκμεταλλεύσεις

Στην Τουρκία, το 80,7% των γεωργικών εκμεταλλεύσεων είναι μικρότερες από 100 στρέμματα. Κατά μέσο όρο υπάρχουν 5,9 αγροτεμάχια ανά εκμετάλλευση και το κάθε αγροτεμάχιο έχει μέση έκταση 12,9 στρεμμάτων (TÜİK, έρευνα διάρθρωσης 2016). Σε αυτή την κλίμακα είναι δύσκολο μια μεμονωμένη εκμετάλλευση να αγοράσει μόνη της ένα ακριβό σύστημα αυτόματης καθοδήγησης και να το αποσβέσει σε σύντομο χρονικό διάστημα. Για αυτό τον λόγο και η ομάδα εστίασης της ΕΕ για τη γεωργία ακριβείας (EIP-AGRI) προτείνει, για τις μικρές και μεσαίες εκμεταλλεύσεις, την **κοινή χρήση εξοπλισμού ή την αγορά του ως υπηρεσίας**.

Και στην Κοζάν οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις είναι σε αυτή την κλίμακα. Στην έρευνα αναγκών που πραγματοποίησε το Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν στο πλαίσιο του έργου με 103 αγρότες και εκπροσώπους ΜμΕ, οι 75 συμμετέχοντες καλλιεργούν έκταση 100 στρεμμάτων ή μικρότερη· στους 54 η έκταση δεν ξεπερνά τα 50 στρέμματα. Στην ερώτηση για το πρόβλημα που επηρεάζει περισσότερο την αγροτική παραγωγή, η συχνότερη απάντηση ήταν το κόστος (57 συμμετέχοντες)· η κλιματική κρίση ήρθε δεύτερη με 34 συμμετέχοντες.

Κοινός εξοπλισμός μέσω συνεργατικού

Ένα κιτ αυτόματης καθοδήγησης ή ένας διανομέας λιπάσματος μεταβλητής δόσης λειτουργεί στα χωράφια αρκετών μελών, και το κόστος μοιράζεται.

Αγορά υπηρεσίας

Η δειγματοληψία εδάφους, η απεικόνιση με drone ή η κατάρτιση χάρτη δόσης αγοράζονται από μια εταιρεία με χρέωση ανά στρέμμα.

Χαμηλού κόστους ξεκίνημα

Η ανάλυση εδάφους, οι δωρεάν δορυφορικές εικόνες, μερικοί αισθητήρες υγρασίας και η τακτική καταγραφή δεν απαιτούν μεγάλη επένδυση.

Παραδοχές του υπολογιστή

Ο παρακάτω υπολογιστής εκτιμά για μια φυτική εκμετάλλευση δύο κονδύλια: τη μείωση της επικάλυψης με αυτόματη καθοδήγηση και την εξοικονόμηση λιπάσματος με λίπανση μεταβλητής



Funded by
the European Union



δόσης. Τα ποσά είναι σε ευρώ (€) ώστε να είναι εύκολη η σύγκριση μεταξύ Τουρκίας και Ελλάδας. Οι παραδοχές είναι οι εξής:

- **Ποσοστό επικάλυψης:** Στη μελέτη επιμόρφωσης του Πανεπιστημίου Cornell η επικάλυψη στη χειροκίνητη οδήγηση λήφθηκε μεταξύ 5-13%, και στην αυτόματη καθοδήγηση θεωρήθηκε μηδενική. Εμείς, με μεγαλύτερη επιφύλαξη, αφήσαμε μια επικάλυψη 1% στην αυτόματη καθοδήγηση. Όσο η επικάλυψη, τόσο εισροή (σπόρος, λίπασμα, φυτοφάρμακο, καύσιμο) δεν σπαταλιέται.
- **Εξοικονόμηση λιπάσματος:** Στη μελέτη του JRC η εφαρμογή μεταβλητής δόσης αύξησε την αποδοτικότητα χρήσης αζώτου κατά 10-15%. Η προεπιλεγμένη τιμή είναι 10%· αν η διαφοροποίηση μέσα στο χωράφι είναι μικρή, αυτό το ποσοστό μειώνεται.
- **Επένδυση:** Η προεπιλεγμένη τιμή 20.000 € επιλέχθηκε με βάση το εύρος 10.000-40.000 € του JRC και το σύστημα εισαγωγικού επιπέδου των 12.000 δολαρίων στο παράδειγμα του Cornell.
- **Ετήσιο έξοδο:** Τα 500 € για συνδρομή RTK και συντήρηση είναι ενδεικτική τιμή· αντικαταστήστε την με τη δική σας προσφορά.
- **Δεν υπολογίζονται:** πιθανή αύξηση απόδοσης, εξοικονόμηση εργασίας, τόκοι και φόροι. Ο υπολογισμός δίνει τον απλό χρόνο απόσβεσης: επένδυση διά ετήσιο καθαρό κέρδος.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Αυτόματη πηδαλιούχηση και λίπανση μεταβλητής δόσης: πότε αποσβαίνεται;

Παράδειγμα εκμετάλλευσης αροτραίων καλλιεργειών (βαμβάκι, σιτάρι, καλαμπόκι). Οι παραδοχές εξηγήθηκαν στο κείμενο του μαθήματος με τις πηγές τους· αντικαταστήστε τις με τα δικά σας νούμερα.

Αλλάξτε τις εισόδους και αναζητήστε τρόπους να επιτύχετε τους δύο στόχους.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Παίζοντας με τον υπολογιστή θα πρέπει να έχετε παρατηρήσει ότι αναδεικνύονται δύο δρόμοι: είτε η έκταση στην οποία λειτουργεί ο εξοπλισμός πρέπει να μεγαλώσει, είτε η επένδυση πρέπει να μοιραστεί με κοινή χρήση. Στο παράδειγμα του Cornell, με 500 acre (περίπου 200 εκτάρια) και 10%



Funded by
the European Union



επικάλυψη η επένδυση ήταν κερδοφόρα, ενώ με 250 acre και 5% επικάλυψη το ετήσιο αποτέλεσμα έπεφτε στο αρνητικό.



Παράδειγμα από την Κοζάν

Ένα υποθετικό παράδειγμα: Πέντε γειτονικοί παραγωγοί στην Κοζάν, ο καθένας με περίπου 300 στρέμματα σιταριού και καλαμποκιού, συζητούν να αγοράσουν από κοινού ένα κιτ αυτόματης καθοδήγησης με RTK και έναν διανομέα λιπάσματος μεταβλητής δόσης. Στον υπολογιστή, ορίστε την έκταση στα 300 στρέμματα και τον αριθμό εκμεταλλεύσεων που κάνουν κοινή χρήση στο 5: η επένδυση που αναλογεί σε κάθε παραγωγό πέφτει στα 4.000 € και, με τις προεπιλεγμένες τιμές, ο χρόνος απόσβεσης πέφτει κάτω από τέσσερα χρόνια. Αν ο ίδιος παραγωγός αγοράζε το κιτ μόνος του, αυτός ο χρόνος θα ξεπερνούσε τα δέκα χρόνια. Η κοινή χρήση έχει και πρακτικές προϋποθέσεις: πρέπει να συμφωνηθεί εκ των προτέρων και γραπτώς ποια μέρα θα βρίσκεται το μηχάνημα σε ποιον, ζητήματα συντήρησης και ασφάλισης, και σε ποιον θα ανήκουν τα δεδομένα.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 600.000 γεωργικές εκμεταλλεύσεις και η μέση εκμετάλλευση έχει έκταση 7 εκταρίων (70 στρέμματα). Το Στρατηγικό Σχέδιο της ΚΑΠ για την Ελλάδα θέτει ως στόχο μια ανθεκτική, πράσινη και ψηφιακή γεωργία και τη διάδοση νέων τεχνολογιών. Για έναν μεσαίου μεγέθους παραγωγό βαμβακιού στη Λάρισα, ο πιο ρεαλιστικός δρόμος είναι, αντί να αγοράσει ακριβό εξοπλισμό, να αγοράσει ως υπηρεσία, με χρέωση ανά στρέμμα, εργασίες όπως δειγματοληψία εδάφους, χάρτη δόσης ή σπορά με RTK.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Γρήγορος έλεγχος: πότε αποσβάζεται η επένδυση;

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>



Funded by
the European Union



Συνοπτικά

- Η παραδοσιακή γεωργία διαχειρίζεται το χωράφι σαν μία ενιαία μονάδα, ενώ η γεωργία ακριβείας το διαχειρίζεται χωρίζοντάς το σε ζώνες.
- Τα μετρημένα οφέλη της γεωργίας ακριβείας είναι πραγματικά, αλλά διαφέρουν από τόπο σε τόπο· σημαντικό μέρος του κέρδους προέρχεται από την εξοικονόμηση εισροών και νερού.
- Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης εξαρτάται από το μέγεθος της έκτασης, τη διαφοροποίηση μέσα στο χωράφι, τις τιμές των εισροών και την κοινή χρήση.
- Για τις μικρές εκμεταλλεύσεις, ο κοινός εξοπλισμός μέσω συνεργατικού, η αγορά υπηρεσίας και η χαμηλού κόστους μέτρηση αποτελούν ρεαλιστικά ξεκινήματα.

1. Zarco-Tejada, P., Hubbard, N., Loudjani, P. / JRC, Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2014). **Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers, Potential Support with the CAP 2014-2020.**
2. Haas, J., Hanchar, J. / Cornell Cooperative Extension (2017). **Benefits and Costs of Entry Level Precision Agriculture Technologies.**
3. TÜİK (2018). **Tarımsal İşletme Yapı Araştırması, 2016.**
4. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. **CAP Strategic Plan: Greece.**
5. EIP-AGRI (2015). **Focus Group Precision Farming: Final Report.**
6. Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Σχήμα 6 και 12.**



Funded by
the European Union



Μάθημα 6

Διαχείριση εδάφους και λίπανση μεταβλητής δόσης

19 λεπτά

Το έδαφος είναι το κεφάλαιο της αγροτικής παραγωγής. Αν διαχειρίζεται σωστά, αποδίδει κάθε χρόνο· αν διαχειρίζεται λάθος, η οργανική του ουσία μειώνεται, συμπυκνώνεται, αλατίζεται ή παρασύρεται από τη διάβρωση, και η επαναφόρτίσή του παίρνει χρόνια. Η συμβολή της γεωργίας ακριβείας στο έδαφος είναι διπλή: μετρώντας το έδαφος, αναδεικνύει την πραγματική ανάγκη κάθε περιοχής και κατανέμει το λίπασμα ανάλογα με αυτή την ανάγκη. Σε αυτό το μάθημα θα μάθετε την ανάλυση εδάφους, τη δειγματοληψία με πλέγμα και πώς προκύπτει ένας χάρτης εφαρμογής μεταβλητής δόσης λίπανσης. Στη συνέχεια θα σχεδιάσετε τον δικό σας χάρτη συνταγής.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα εξηγήσετε ποια χαρακτηριστικά μετρά η ανάλυση εδάφους και γιατί είναι σημαντικά.
- ✓ Θα ξεχωρίσετε τη διαφορά μεταξύ δειγματοληψίας με πλέγμα και δειγματοληψίας ζώνης διαχείρισης.
- ✓ Θα ετοιμάσετε έναν χάρτη εφαρμογής μεταβλητής δόσης λίπανσης από τιμές ανάλυσης εδάφους.
- ✓ Θα απαριθμήσετε τις βασικές πρακτικές που προστατεύουν το έδαφος.

Τι μας λέει η ανάλυση εδάφους;

Μια έκθεση ανάλυσης εδάφους είναι σαν η «εξέταση αίματος» του χωραφιού. Μια τυπική έκθεση περιλαμβάνει τις παρακάτω τιμές:

Σύσταση (υφή)

Το ποσοστό άμμου, ιλύος και αργίλου. Καθορίζει την κατακράτηση νερού, τον αερισμό και την ευκολία επεξεργασίας.



Funded by
the European Union



pH και ανθρακικό ασβέστιο	Η οξύτητα ή η αλκαλικότητα του εδάφους. Επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στο φυτό· σε ασβεστούχα εδάφη ο φώσφορος, ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος προσλαμβάνονται πιο δύσκολα.
Οργανική ουσία	Το μέρος που προέρχεται από φυτικά και ζωικά υπολείμματα. Στηρίζει τη δομή του εδάφους, την κατακράτηση νερού και τη ζωή του εδάφους.
Μακρο και μικρο θρεπτικά	Η ποσότητα αζώτου, φωσφόρου, καλίου καθώς και στοιχείων όπως ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος.
Αλατότητα (EC)	Η ποσότητα διαλυμένων αλάτων στο έδαφος. Η υψηλή αλατότητα δυσχεραίνει την πρόσληψη νερού από το φυτό.

Στην Τουρκία, η οργανική ουσία είναι ένας από τους πιο αδύναμους κρίκους. Σύμφωνα με τη μελέτη εδαφικών πόρων του 2003 του TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası (Επμελητηρίου Γεωπόνων Μηχανικών της Τουρκίας), στο 21,5% των γεωργικών εδαφών η οργανική ουσία είναι «πολύ χαμηλή», στο 43,8% «χαμηλή»· δηλαδή σε σχεδόν τα δύο τρίτα η οργανική ουσία είναι κάτω από 2%. Σύμφωνα με τις κατηγορίες που χρησιμοποιήθηκαν στην ίδια μελέτη, το 0-1% θεωρείται πολύ χαμηλό, το 1-2% χαμηλό, το 2-3% μέτριο, το 3-4% καλό και πάνω από 4% υψηλό.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη, το 63% των γεωργικών εδαφών στην περιοχή Άδανα (συμπεριλαμβανομένου του Osmaniye) είναι αργιλοπηλώδη, ενώ το 32% έχει σύσταση πηλού. Το 83% των εδαφών έχει αλκαλική αντίδραση και στο 83% υπάρχει περίσσεια ανθρακικού ασβεστίου· η οργανική ουσία στο μισό είναι χαμηλή ή πολύ χαμηλή. Σε περίπου 110.000 εκτάρια υπάρχει πρόβλημα αλατότητας ή νατρίότητας· οι κύριες αιτίες είναι ο υψηλός και αλμυρός υδροφόρος ορίζοντας και η εξάτμιση. Γι' αυτό στο



Funded by
the European Union



Κοζάν, πριν από τον σχεδιασμό λίπανσης για έναν οπωρώνα, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να ελέγχονται το pH, το ανθρακικό ασβέστιο, τα άλατα και η οργανική ουσία.

Χαρτογράφηση του χωραφιού: δειγματοληψία με πλέγμα και δειγματοληψία ζώνης

Στην παραδοσιακή μέθοδο, λαμβάνεται ένα μοναδικό μεικτό δείγμα από όλο το χωράφι. Αυτό δίνει τον μέσο όρο του χωραφιού, αλλά δεν δείχνει πού υπάρχει έλλειψη και πού περισσεια. Στη γεωργία ακριβείας υπάρχουν δύο τρόποι:

Δειγματοληψία με πλέγμα

Το χωράφι χωρίζεται σε ίσα τετράγωνα και λαμβάνεται δείγμα από το κέντρο κάθε τετραγώνου. Το ενημερωτικό δελτίο γεωργίας ακριβείας του Πανεπιστημίου του Nebraska δίνει ως άριστο ένα δείγμα ανά acre (περίπου 0,4 ha) και ως αποδεκτό όριο ένα δείγμα ανά 2-2,5 acre (περίπου 0,8-1 ha)· δεν προτείνει πιο αραιό πλέγμα. Σε κάθε σημείο λαμβάνονται και αναμειγνύονται 4-5 υποδείγματα από περιοχή 2,5-3 μέτρων γύρω από το σημείο, μέχρι βάθος 20 cm.

Δειγματοληψία ζώνης διαχείρισης

Το χωράφι χωρίζεται σε παρόμοιες ζώνες με βάση χάρτες απόδοσης, χάρτη εδάφους ή δορυφορικές εικόνες· από κάθε ζώνη λαμβάνονται 10-15 υποδείγματα. Το ίδιο δελτίο αναφέρει ότι γενικά 3-6 ζώνες είναι επαρκείς και ότι, εάν οι χάρτες απόδοσης είναι σταθεροί στο χρόνο, η δειγματοληψία ζώνης μπορεί να εξεταστεί.

Το ίδιο δελτίο προτείνει δειγματοληψία με πλέγμα σε χωράφια όπου στο παρελθόν έχει εφαρμοστεί εντατικά ζωική κοπριά, έχουν σταθμεύσει ζώα ή έχει γίνει διαμόρφωση για άρδευση· γιατί αυτού του είδους οι διαφορές δεν κρύβονται στην εικόνα αλλά στο έδαφος.



Funded by
the European Union



Διαδίκτυακή δραστηριότητα

Δειγματοληψία εδάφους με πλέγμα βήμα προς βήμα

Εξετάστε τις πέντε σκηνές με τη σειρά. Όταν τις δείτε όλες, η δραστηριότητα ολοκληρώνεται.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Από την ανάλυση στη συνταγή

Αφού τα εργαστηριακά αποτελέσματα ενσωματωθούν στον χάρτη, καθορίζεται μια δόση για κάθε ζώνη. Ας δούμε το παράδειγμα του φωσφόρου. Ο οδηγός ερμηνείας εδαφικής εξέτασης του Oregon State University δίνει τις παρακάτω κατηγορίες για τον φώσφορο που μετριέται με τη μέθοδο Olsen: κάτω από 10 mg/kg χαμηλό, 10-25 μέτριο, 25-50 υψηλό, πάνω από 50 υπερβολικό. Σε ζώνη χαμηλή, το φυτό αντιδρά στον φώσφορο και απαιτείται υψηλότερη δόση. Σε ζώνη υψηλή, αρκεί μόνο μια «δόση συντήρησης» ίση με όσο απομακρύνει η καλλιέργεια· η περίσσεια είναι τόσο απώλεια χρημάτων όσο και αυξημένος κίνδυνος μεταφοράς με τη διάβρωση στο νερό.

Αυτός ο υπολογισμός αποτελεί άμεσο ζήτημα κόστους για τους παραγωγούς στο Κοζάν. Στην έρευνα αναγκών που πραγματοποίησε το Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν στο πλαίσιο του έργου με 103 αγρότες και εκπροσώπους ΜμΕ, οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν σε ποιο κονδύλι δαπανούν περισσότερα: 69 συμμετέχοντες ανέφεραν το λίπασμα. Μόνο 3 ανέφεραν έξοδα εξοπλισμού και εργαλείων, και μόνο 1 συμμετέχων ανέφερε τον σπόρο. Η κατανομή του λιπάσματος με βάση την ανάλυση εδάφους αγγίζει, λοιπόν, άμεσα το κονδύλι όπου η πλειονότητα των συμμετεχόντων δαπανά τα περισσότερα.

Ο οδηγός του Oregon State University αναφέρει τρεις προϋποθέσεις για να έχει νόημα η εδαφική εξέταση: το δείγμα πρέπει να λαμβάνεται σωστά, πρέπει να λαμβάνεται την ίδια περίοδο κάθε χρόνο και τα αρχεία πρέπει να διατηρούνται. Ο οδηγός προτείνει επίσης την ανάγνωση των αποτελεσμάτων της εξέτασης σε τρεις ομάδες: σε «χαμηλό» αποτέλεσμα το λίπασμα κατά πάσα πιθανότητα αυξάνει την απόδοση, σε «υψηλό» αποτέλεσμα κατά πάσα πιθανότητα δεν την αυξάνει, ενώ σε «μέτριο» αποτέλεσμα μπορεί να την αυξήσει. Επειδή οι εργαστηριακές μέθοδοι διαφέρουν, τα όρια επάρκειας ισχύουν μόνο για τις μεθόδους που αναφέρονται σε αυτόν τον οδηγό. Γι' αυτό μη συγκρίνετε αποτελέσματα διαφορετικών εργαστηρίων με τις ίδιες κατηγορίες.



Funded by
the European Union



Οι κατηγορίες πρέπει να είναι τοπικές Οι κατηγορίες ερμηνείας διαφέρουν ανάλογα με την καλλιέργεια, το έδαφος και τη μέθοδο που χρησιμοποιεί το εργαστήριο. Η παρακάτω άσκηση αποσκοπεί στη διδασκαλία της μεθόδου. Για το δικό σας χωράφι χρησιμοποιήστε τα όρια που προτείνει το εργαστήριο και ο σύμβουλός σας.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Χρωματίστε τον χάρτη συνταγής φωσφόρου

Με δειγματοληψία πλέγματος μετρήθηκε ο διαθέσιμος για το φυτό φώσφορος σε 96 σημεία (μέθοδος Olsen, mg/kg). Οι τιμές είναι ενδεικτικές.

Χρωματίστε κάθε κελί με την κλάση δόσης: κάτω από 10 υψηλή δόση, 10-25 μεσαία δόση, 25 και άνω δόση συντήρησης. Επιλέξτε παλέτα και αγγίξτε ή σύρετε στα κελιά.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Προστασία του εδάφους

Η σωστή λίπανση είναι μόνο μία πλευρά του εδάφους. Η προσέγγιση της συντηρητικής γεωργίας του FAO βασίζεται σε τρεις αρχές:

1

Ελάχιστη κατεργασία του εδάφους

Η περιττή άροση οδηγεί σε ταχεία αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και υποβάθμιση της δομής του εδάφους.

2

Διατήρηση συνεχούς εδαφοκάλυψης



Funded by
the European Union



3

Ποικιλία καλλιεργειών και αμειψισπορά

Μια αμειψισπορά με τουλάχιστον τρεις διαφορετικές καλλιέργειες σπάει τον κύκλο ασθενειών και εχθρών και τρέφει το έδαφος με διαφορετικά βάθη ρίζας.

Σε αυτά πρέπει να προστεθούν δύο προειδοποιήσεις. Πρώτον, η **εργασία με βαρύ μηχανικό εξοπλισμό σε υγρό έδαφος** συμπυκνώνει το έδαφος· σε συμπυκνωμένο έδαφος οι ρίζες δεν μπορούν να κατέβουν σε βάθος και το νερό δεν μπορεί να διαπεράσει. Η εφαρμογή ελεγχόμενης κυκλοφορίας στη γεωργία ακριβείας περιορίζει τη συμπύκνωση περνώντας τα μηχανήματα κάθε χρόνο από τα ίδια ίχνη. Δεύτερον, το **κάψιμο των καλαμιών** καταστρέφει την οργανική ουσία που θα μπορούσε να επιστρέψει στο έδαφος. Η ενσωμάτωση υπολειμμάτων συγκομιδής και κλαδέματος στο έδαφος ή η κομποστοποίησή τους είναι ο πιο οικονομικός τρόπος για την αύξηση της οργανικής ουσίας.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Το ενωσιακό έργο FATIMA διαπίστωσε ότι η οργανική ουσία των εδαφών στη λεκάνη του Πηνειού είναι γενικά χαμηλή (κάτω από 1,8%) και ότι αυτό επηρεάζει τόσο την απόδοση όσο και την ανθεκτικότητα του εδάφους. Το έργο σημείωσε ότι το λίπασμα και το φυτοφάρμακο εφαρμόζονταν παντού με την ίδια και υπερβολική δόση, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η ετερογένεια του εδάφους, ενώ η υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο ήταν επίσης συχνή και περιόριζε την απόδοση. Η προτεινόμενη λύση του έργου ήταν ακριβώς το θέμα αυτού του μαθήματος: η παραγωγή χάρτη αναγκών λίπανσης και άρδευσης από δορυφορικά και αισθητήρια δεδομένα.

Συνοπτικά

- Η ανάλυση εδάφους μετρά τη σύσταση, το pH, το ανθρακικό ασβέστιο, την οργανική ουσία, τα θρεπτικά στοιχεία και την αλατότητα· στα εδάφη της Τουρκίας η οργανική ουσία είναι γενικά



Funded by
the European Union



χαμηλή.

- Η δειγματοληψία με πλέγμα δημιουργεί τον χάρτη θρεπτικών του χωραφιού: περίπου ένα σημείο ανά εκτάριο, 4-5 υποδείγματα σε κάθε σημείο, 0-20 cm.
- Ο χάρτης συνταγής κατανέμει το λίπασμα ανάλογα με την ανάγκη, δίνοντας περισσότερο στη χαμηλή ζώνη και δόση συντήρησης στην υψηλή ζώνη.
- Η ελάχιστη κατεργασία, η συνεχής εδαφοκάλυψη και η αμειψισπορά προστατεύουν το έδαφος· ο βαρύς εξοπλισμός σε υγρό έδαφος και το κάψιμο των καλαμιών το βλάπτουν.

1. Ferguson, R., Hergert, G. / University of Nebraska-Lincoln Extension (2009). **Soil Sampling for Precision Agriculture (EC154)**.
2. Horneck, D. ve ark. / Oregon State University Extension (gözden geçirilmiş 2019). **Soil Test Interpretation Guide (EC 1478)**.
3. TMMOB Επιμελητήριο Γεωπόνων Μηχανικών της Τουρκίας (2003). **Türkiye'nin Toprak Kaynakları**.
4. FAO. **Conservation Agriculture**.
5. FATİMA H2020 projesi (2019). **Greece: Thessaly pilot** (αντίγραφο αρχείου).
6. Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu**, Şekil 22.



Funded by
the European Union



Μάθημα 7

Διαχείριση νερού και σχεδιασμός άρδευσης

24 λεπτά

Τόσο οι πορτοκαλιώνες στο Κοζάν όσο και τα βαμβακοχώραφα στη Λάρισα εξαρτώνται το καλοκαίρι από την άρδευση: τους καλοκαιρινούς μήνες οι βροχοπτώσεις είναι πολύ λίγες, ενώ η απαίτηση εξατμισοδιαπνοής βρίσκεται στο υψηλότερο επίπεδο. Καθώς το νερό γίνεται σπάνιο και ακριβό, δύο ερωτήματα έρχονται στο προσκήνιο: **πότε** πρέπει να αρδεύσετε και **πόσο**; Σε αυτό το μάθημα θα μάθετε την υδατική δεξαμενή του εδάφους, πώς υπολογίζεται η κατανάλωση νερού από το φυτό και τη διαφορά ανάμεσα στις μεθόδους άρδευσης. Στη συνέχεια θα διαχειριστείτε έναν μήνα Ιούλιο σε προσομοίωση, προσπαθώντας να ολοκληρώσετε την περίοδο με το λιγότερο δυνατό νερό χωρίς να καταπονήσετε τον περιβολή σας.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα εξηγήσετε τις έννοιες της υδατοϊκανότητας, του σημείου μόνιμης μάρανσης και του εύκολα αξιοποιήσιμου νερού.
- ✓ Θα υπολογίσετε την ημερήσια κατανάλωση νερού του φυτού με τη χρήση του ΕΤΟ και του φυτικού συντελεστή.
- ✓ Θα καθορίσετε τον χρόνο και τη δόση άρδευσης με βάση δεδομένα υγρασίας εδάφους.
- ✓ Θα συγκρίνετε τις μεθόδους άρδευσης ως προς την απόδοση και τα πεδία χρήσης τους.

Η υδατική δεξαμενή του εδάφους

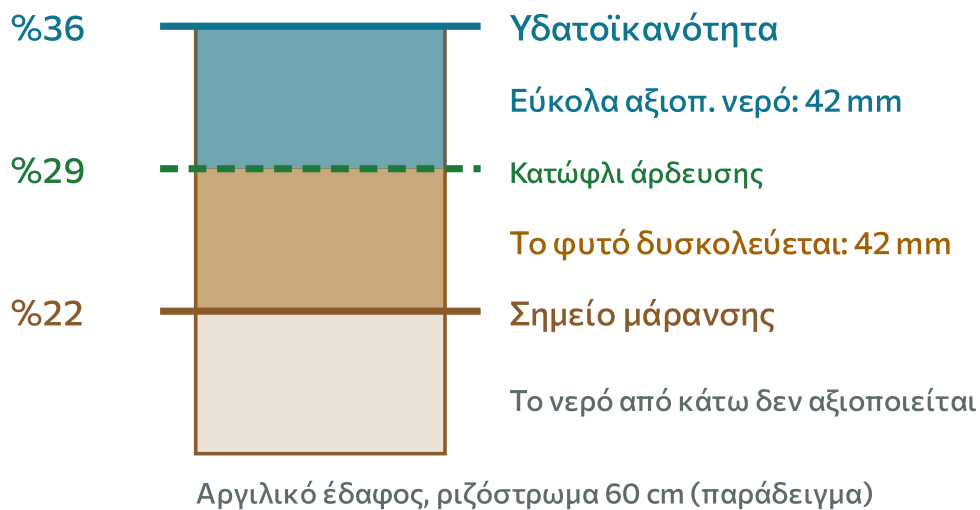
Μπορείτε να φανταστείτε το έδαφος σαν μια δεξαμενή νερού. Μετά τη βροχή ή την άρδευση, το επιπλέον νερό διαπερνά προς τα κάτω· το ανώτατο επίπεδο υγρασίας που μπορεί να κρατήσει το έδαφος ονομάζεται **υδατοϊκανότητα**. Καθώς το φυτό καταναλώνει νερό, η δεξαμενή αδειάζει. Έρχεται μια στιγμή που το έδαφος κρατά το νερό τόσο σφιχτά που το φυτό δεν μπορεί πλέον να το απορροφήσει και μαραζώνει μόνιμα: αυτό ονομάζεται **σημείο μόνιμης μάρανσης**. Το νερό ανάμεσα στα δύο αυτά επίπεδα είναι το **συνολικό νερό** που μπορεί να χρησιμοποιήσει το φυτό.



Funded by
the European Union



Ωστόσο, το φυτό δεν μπορεί να απορροφήσει όλο αυτό το νερό με την ίδια ευκολία. Όταν η δεξαμενή αδειάσει κατά το μισό, οι ρίζες αρχίζουν να καταπονούνται. Ο οδηγός άρδευσης του FAO (FAO-56) ορίζει το τμήμα που μπορεί να απορροφηθεί χωρίς καταπόνηση ως **εύκολα αξιοποιήσιμο νερό** και δίνει για κάθε φυτό μια αναλογία (p): 0,50 για τα εσπεριδοειδή, 0,65 για το βαμβάκι. Η άρδευση πρέπει να γίνεται πριν η υγρασία κατεβεί σε αυτό το όριο.



Παράδειγμα: από τα εύρη που δίνει το FAO-56 για την κατηγορία αργίλου επιλέχθηκε υδατοϊκανότητα κατ' όγκο 36% και σημείο μόνιμης μάρανσης 22%. Στο ριζόστρωμα των 60 cm, το συνολικό αξιοποιήσιμο νερό είναι $(0,36 - 0,22) \times 600 \text{ mm} = 84 \text{ mm}$ · καθώς για τα εσπεριδοειδή $p = 0,50$, το εύκολα αξιοποιήσιμο νερό είναι 42 mm και το κατώφλι άρδευσης 29%.

Σύμφωνα με το FAO-56, στα εδάφη της κατηγορίας αργίλου η υδατοϊκανότητα κυμαίνεται κατ' όγκο μεταξύ 32-40%, ενώ το σημείο μόνιμης μάρανσης μεταξύ 20-24%. Τα αμμώδη εδάφη κρατούν πολύ λιγότερο νερό· γι' αυτό σε ένα ίδιο χωράφι το αμμώδες τμήμα ξεραίνεται πριν από το αργιλικό. Αυτή είναι η βασική ιδέα της γεωργίας ακριβείας στην άρδευση: η δεξαμενή δεν έχει το ίδιο μέγεθος παντού.

Πόσο νερό χρησιμοποιεί το φυτό;

Η κατανάλωση νερού του φυτού υπολογίζεται από το γινόμενο δύο αριθμών:



Funded by
the European Union



$$ET_c = K_c \times ETO$$

- **ETO (εξατμισοδιαπνοή αναφοράς):** είναι η απαίτηση εξάτμισης της ατμόσφαιρας· υπολογίζεται από τη θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, τον άνεμο και την υγρασία. Σύμφωνα με τον κανονικό χάρτη 1981-2010 της Τουρκικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (MGM), στον κάμπο της Άδανα τον Ιούλιο η ETO είναι 160-170 mm τον μήνα, δηλαδή περίπου 5,2-5,5 mm την ημέρα.
- **K_c (φυτικός συντελεστής):** δείχνει πόσο νερό χρησιμοποιεί το φυτό σε σχέση με μια επιφάνεια αναφοράς χλόης. Σύμφωνα με το FAO-56, για εσπεριδοειδή με κάλυψη κόμης 70%, στα μέσα του καλοκαιριού ο K_c είναι 0,65-0,70, ενώ για το βαμβάκι 1,15-1,20.

Με βάση αυτά, στο Κοζάν τον Ιούλιο ένας πορτοκαλιώνας καταναλώνει περίπου $0,7 \times 5,3 \approx 3,7$ mm νερό την ημέρα· αυτό σημαίνει περίπου 3,7 m³ ανά στρέμμα. Στις ίδιες καιρικές συνθήκες, το βαμβάκι στο στάδιο της άνθισης καταναλώνει περίπου 1,7 φορές περισσότερο. Οι συντελεστές του FAO-56 αφορούν ημιύγρο κλίμα· σε πολύ ξηρά και ανεμώδη καλοκαίρια μπορεί να απαιτείται τοπική διόρθωση.

Πότε πρέπει να αρδεύετε;

Χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι μαζί. Η πρώτη είναι το **υδατικό ισοζύγιο**: κάθε μέρα αφαιρείται από τη δεξαμενή ποσό ίσο με το ETC, και όταν η δεξαμενή φτάσει στο κατώφλι γίνεται άρδευση. Η δεύτερη είναι η **μέτρηση**: ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους δείχνει την πραγματική κατάσταση της δεξαμενής και διορθώνει τα σφάλματα του ισοζυγίου. Απαιτείται ακόμη μία πληροφορία: σε ποιο στάδιο το φυτό είναι πιο ευαίσθητο στο νερό. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο προγραμματισμού άρδευσης του FAO, στα εσπεριδοειδή η άνθιση και ο καρπώδεσμος είναι πιο ευαίσθητα στάδια από την ανάπτυξη του καρπού· στο βαμβάκι το πιο ευαίσθητο στάδιο είναι η άνθιση και ο σχηματισμός κάψας. Στα χρόνια που το νερό είναι περιορισμένο, το νερό φυλάσσεται για αυτά τα στάδια· η σκόπιμη παροχή λιγότερου νερού στα λιγότερο ευαίσθητα στάδια ονομάζεται **ελλειμματική άρδευση**.

Πού πρέπει να τοποθετηθεί ο αισθητήρας;

Σε έναν περιβολή με στάγδην άρδευση, ο αισθητήρας τοποθετείται μέσα στην περιοχή που βρέχει ο σταλάκτης και στο βάθος όπου είναι πυκνές οι ρίζες. Η χρήση δύο βαθών (π.χ. 30 και 60 cm) δίνει περισσότερη πληροφορία: ο πάνω αισθητήρας δείχνει τον χρόνο άρδευσης, ενώ ο κάτω



Funded by
the European Union



αισθητήρας δείχνει πόσο βαθιά κατεβαίνει το νερό. Αν ο κάτω αισθητήρας βρέχεται μετά από κάθε άρδευση, το νερό μπορεί να διαφεύγει κάτω από το ριζόστρωμα· αν δεν βρέχεται καθόλου, οι βαθύτερες ρίζες μπορεί να μένουν χωρίς νερό. Η τοποθέτηση ενός αισθητήρα σε κάθε διαφορετική εδαφική ζώνη του περιβολιού είναι πιο αξιόπιστη από την υπόθεση ότι ένας μόνο αισθητήρας αντιπροσωπεύει ολόκληρο τον περιβολή.

Συμβουλές προσομοίωσης Συγκρίνετε κάθε μέρα την υγρασία με το κατώφλι. Όταν η ΕΤΟ είναι υψηλή, η δεξαμενή αδειάζει ταχύτερα. Η απόδοση του συστήματος στάγδην άρδευσης είναι 90%: όταν δίνετε 30 mm, περίπου 27 mm φτάνουν στο ριζόστρωμα. Το νερό που ξεπερνά την υδατοϊκανότητα διαπερνά προς τα κάτω και χάνεται.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Ποτίστε τον πορτοκαλεώνα τον Ιούλιο

Ένας πορτοκαλεώνας με στάγδην άρδευση στο Κοζάν, περίοδος 21 ημερών τον Ιούλιο. Κάθε μέρα βλέπετε την υγρασία του εδάφους και τα δεδομένα καιρού και επιλέγετε τη δόση άρδευσης της ημέρας. Στόχος: να χρησιμοποιήσετε το λιγότερο δυνατό νερό χωρίς να καταπονήσετε το φυτό.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Μέθοδοι άρδευσης και απόδοση

Η αναλογία του νερού που φτάνει στο ριζόστρωμα ονομάζεται **απόδοση εφαρμογής**. Το εγχειρίδιο του FAO δίνει τις ακόλουθες μέσες τιμές:



Funded by
the European Union



60%

Επιφανειακή άρδευση
(αυλάκια, λεκάνες,
κατάκλιση)

75%

Άρδευση με καταιονισμό

90%

Στάγδην άρδευση

Για να φτάσουν 27 mm καθαρού νερού στο ριζόστρωμα, στο σύστημα στάγδην άρδευσης πρέπει να δοθούν $27 / 0,90 = 30$ mm, ενώ στην άρδευση με αυλάκια $27 / 0,60 = 45$ mm. Το ίδιο εγχειρίδιο σημειώνει ότι σε κακοσυντηρημένα κανάλια η απόδοση μεταφοράς του νερού μπορεί να μειωθεί κατά το μισό. Γι' αυτό ο καθαρισμός φίλτρων, ο έλεγχος των σταλακτών και η επισκευή διαρροών είναι εξίσου σημαντικά για την εξοικονόμηση νερού όσο και η επιλογή της μεθόδου.

Η γεωργία ακριβείας προσθέτει στις μεθόδους αυτές: την **υπόγεια στάγδην άρδευση** για τη μείωση της επιφανειακής εξάτμισης, τη **λίπανση μέσω άρδευσης (fertigation)** για τη χορήγηση λιπάσματος σε μικρές δόσεις μαζί με το νερό, και σε συστήματα ρίνοτ ή γραμμικά συστήματα την **εφαρμογή μεταβλητής δόσης άρδευσης** για διαφορετική ποσότητα νερού στα αμώδη και τα αργιλικά τμήματα του χωραφιού.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Μέθοδοι άρδευσης

Αντιστοιχίστε κάθε μέθοδο ή τεχνική με το σωστό χαρακτηριστικό της.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>



Παράδειγμα από το Κοζάν

Σύμφωνα με δημοσίευμα του Πρακτορείου Anadolu στις 24 Αυγούστου 2025, λόγω ξηρασίας η πληρότητα του φράγματος Κοζάν έπεσε στο 10% στις 21 Αυγούστου 2025· ένα χρόνο πριν, την ίδια ημερομηνία, ήταν 20%. Σύμφωνα με δημοσίευμα του πρακτορείου στις 25 Μαρτίου 2026, το φράγμα έφτασε σε πληρότητα 60% μετά τις χειμερινές και ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις. Στα χρόνια που το νερό από το φράγμα ή το πηγάδι είναι περιορισμένο, ο προγραμματισμός άρδευσης με αισθητήρες και υδατικό



Funded by
the European Union



ισοζύγιο εξασφαλίζει ότι κάθε διαθέσιμο νερό δίνεται στον περιβολή την πιο σωστή ημέρα και ποσότητα.

Το πρόγραμμα διοργάνωσε επίσης εκπαίδευση σχετικά με αυτό το θέμα: στις 28-29 Απριλίου 2026, με τη φιλοξενία του Εμπορικού Επιμελητηρίου Κοζάν (ΚΟΖΤΟ), η Διεύθυνση Γεωργίας και Δασών της Επαρχίας Κοζάν πραγματοποίησε εκπαίδευση για τους αγρότες σχετικά με τα έξυπνα συστήματα άρδευσης. Στην εκπαίδευση παρουσιάστηκαν τεχνολογίες αισθητήρων, αυτόματα συστήματα άρδευσης και μέθοδοι εξοικονόμησης νερού.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Σύμφωνα με το ενημερωτικό σημείωμα του Κοινού Κέντρου Ερευνών (JRC) της ΕΕ για τη λεκάνη του Πηνειού, περισσότερο από το μισό της γεωργικής γης στη λεκάνη αρδεύεται και η άρδευση αντιστοιχεί στο 90-95% της συνολικής χρήσης νερού. Όταν η αρδευόμενη έκταση αυξήθηκε από 105.000 εκτάρια το 1977 σε 242.447 εκτάρια το 1994, η στάθμη του υπόγειου νερού στα κεντρικά τμήματα της λεκάνης κατέβηκε από 2-5 m κάτω από την επιφάνεια σε 10-15 m και βαθύτερα. Για έναν παραγωγό που αρδεύει βαμβάκι με νερό πηγαδιού, κάθε χιλιοστό εξοικονόμησης σημαίνει εξοικονόμηση τόσο σε ενέργεια άντλησης όσο και στον κοινό υπόγειο υδροφόρο.

Συνοπτικά

- Το έδαφος είναι μια υδατική δεξαμενή: μόνο ένα τμήμα του νερού ανάμεσα στην υδατοϊκανότητα και το σημείο μόνιμης μάρανσης είναι εύκολα αξιοποιήσιμο· η άρδευση πρέπει να γίνεται πριν η υγρασία κατεβεί σε αυτό το όριο.
- Η κατανάλωση νερού του φυτού υπολογίζεται με $ET_c = K_c \times ET_0$ · στο Κοζάν τον Ιούλιο το πορτοκάλι καταναλώνει περίπου 3,5-4 mm νερό την ημέρα.
- Ο χρόνος άρδευσης καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη μαζί το υδατικό ισοζύγιο, τις μετρήσεις αισθητήρων και τα ευαίσθητα στάδια του φυτού.
- Η απόδοση της στάγδην άρδευσης είναι περίπου 90%, της άρδευσης με καταιονισμό 75% και της επιφανειακής άρδευσης 60%· η συντήρηση είναι εξίσου σημαντική με την επιλογή της



Funded by
the European Union



μεθόδου.

1. Allen, R. G. και συν. / FAO (1998). **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper 56)**, Πίνακες 12, 19 και 22.
2. Brouwer, C. και συν. / FAO (1989). **Irrigation Water Management: Irrigation Scheduling (Training Manual No. 4)**.
3. Τουρκική Μετεωρολογική Υπηρεσία, TARM. **Referans Toplam Buharlaşma (ETo) Normal Haritaları, 1981-2010**.
4. Πρακτορείο Anadolu (2025). **Adana'da üç barajın doluluk oranı kuraklık nedeniyle düştü**.
5. Πρακτορείο Anadolu (2026). **Adana'da yağışlar barajların doluluk oranını artırdı**.
6. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, JRC (2020). **Fact Sheet: Pinios River Basin**.
7. Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (2026). **Αkıllı Sulama Sistemleri Eğitimi (proje faaliyeti)**.



Funded by
the European Union



Μάθημα 8

Διαχείριση αποβλήτων και πρόληψη της γεωργικής ρύπανσης

18 λεπτά

Κάθε λίπασμα και φυτοφάρμακο που εφαρμόζεται στο χωράφι, ένα μέρος του δεν φτάνει στον στόχο του. Ένα μέρος κατέρχεται με το νερό της βροχής και της άρδευσης προς τα υπόγεια νερά, ένα μέρος μεταφέρεται με το επιφανειακό νερό στα ρέματα, και ένα μέρος παρασύρεται από τον άνεμο εκτός στόχου κατά τον ψεκασμό. Σε αυτά προστίθενται άδειες συσκευασίες, απόβλητα λαδιού και καυσίμου και πλαστικά. Η γεωργική ρύπανση δεν είναι μόνο πρόβλημα του περιβάλλοντος: επηρεάζει το πόσιμο νερό, τα γειτονικά χωράφια, τις μέλισσες και τελικά την ίδια την υγεία και την αγορά του παραγωγού. Σε αυτό το μάθημα θα μάθετε από ποιους δρόμους εξαπλώνεται η ρύπανση, τα νομικά όρια και τα πρακτικά μέτρα που κλείνουν κάθε δρόμο.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα ξεχωρίσετε τους τρεις κύριους δρόμους εξάπλωσης της γεωργικής ρύπανσης.
- ✓ Θα μάθετε τα νομικά όρια για τα νιτρικά στην Τουρκία και στην ΕΕ.
- ✓ Θα απαριθμήσετε τις συνθήκες και τις τεχνικές που μειώνουν τη διασπορά (drift) φυτοφαρμάκων.
- ✓ Θα εφαρμόσετε τη σωστή διαχείριση των άδειων συσκευασιών φυτοφαρμάκων και την τήρηση αρχείων.



Funded by
the European Union



Από ποιους δρόμους εξαπλώνεται η ρύπανση;

Προς τα κάτω: έκπλυση νιτρικών

Το άζωτο που το φυτό δεν μπορεί να απορροφήσει εκείνη τη στιγμή, κατέρχεται ως νιτρικό μαζί με το νερό κάτω από τη ριζόσφαιρα και αναμειγνύεται με τα υπόγεια νερά. Ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος όταν συνυπάρχουν υπερβολική λίπανση και υπερβολική άρδευση.

Από την επιφάνεια: απορροή και διάβρωση

Η βροχή ή η πλημμύρα μεταφέρει το επιφανειακό λίπασμα, το χώμα και τον φώσφορο που είναι συνδεδεμένος με το χώμα σε ρέματα, κανάλια και λίμνες. Το αποτέλεσμα είναι υπερβολική ανάπτυξη φυκών (ευτροφισμός) στο νερό.

Από τον αέρα: διασπορά φυτοφαρμάκου (drift)

Κατά τον ψεκασμό, τα λεπτά σταγονίδια παρασύρονται από τον άνεμο εκτός στόχου: επηρεάζονται γειτονικά χωράφια, μέλισσες, σπίτια και πηγές νερού.

Νιτρικά: όρια και μέτρα

Στην Τουρκία, ο Κανονισμός για την Προστασία των Υδάτων από τη Ρύπανση με Νιτρικά Γεωργικής Προέλευσης, που δημοσιεύθηκε στην Επίσημη Εφημερίδα της 23ης Ιουλίου 2016, χρησιμοποιεί το ίδιο κριτήριο με την Οδηγία της ΕΕ για τα Νιτρικά (91/676/ΕΟΚ): νερά με συγκέντρωση νιτρικών που υπερβαίνει τα 50 mg/l ή που θα μπορούσαν να την υπερβούν χωρίς λήψη μέτρων θεωρούνται ρυπασμένα, και οι περιοχές που απορρέουν σε αυτά τα νερά ορίζονται ως ευπρόσβλητες ζώνες νιτρικών. Στις ευπρόσβλητες ζώνες νιτρικών, το καθαρό άζωτο που μπορεί να δοθεί με ζωική κοπριά περιορίζεται σε το πολύ 170 kg ανά εκτάριο ετησίως.

Οι τρόποι μείωσης της απώλειας νιτρικών συμπίπτουν με τα βασικά εργαλεία της γεωργίας ακριβείας:

- Καθορισμός της δόσης αζώτου με βάση την ανάλυση εδάφους και την αναμενόμενη απόδοση.



Funded by
the European Union



- Χορήγηση αζώτου όχι εφάπαξ αλλά κατανομημένη στις περιόδους που το χρειάζεται το φυτό· χρήση φερτιγκέισον (fertigation) σε σύστημα στάγδην άρδευσης.
- Διαχείριση της άρδευσης με αισθητήρα υγρασίας και υδατικό ισοζύγιο, ώστε να μη διαφεύγει νερό κάτω από τη ριζόσφαιρα.
- Αποφυγή διασποράς λιπάσματος και ζωικής κοπριάς όταν αναμένεται έντονη βροχόπτωση· αποθήκευση της ζωικής κοπριάς σε στεγανές δεξαμενές.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Ποια οδό ρύπανσης κλείνει;

Η γεωργική ρύπανση φτάνει στο νερό μέσα από τρεις κύριες οδούς: με διήθηση προς τα κάτω, με διασπορά (drift) μέσω του αέρα και με επιφανειακή απορροή.

Τοποθετήστε κάθε μέτρο στην οδό ρύπανσης που εμποδίζει περισσότερο.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Διασπορά φυτοφαρμάκου (drift)

Ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει τη διασπορά είναι το μέγεθος του σταγονιδίου. Το ενημερωτικό δελτίο του Πανεπιστημίου της Νεμπράσκα ορίζει ως εύκολα παρασυρόμενα σταγονίδια εκείνα με διάμετρο μικρότερη από 100 μικρόμετρα (περίπου το πάχος μιας τρίχας). Σύμφωνα με τον πίνακα του δελτίου, με άνεμο ταχύτητας 3 μιλίων/ώρα (περίπου 1,3 m/s), ένα σταγονίδιο που πέφτει από ύψος 3 μέτρων παρεκκλίνει πλευρικά κατά:

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΤΑΓΟΝΙΔΙΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΠΑΡΕΚΚΛΙΣΗ
20 μικρόμετρα	Πολύ λεπτό	περίπου 335 m
100 μικρόμετρα	Πολύ λεπτό	περίπου 13 m
240 μικρόμετρα	Μεσαίο	περίπου 8,5 m
400 μικρόμετρα	Χονδρό	περίπου 2,6 m



Funded by
the European Union



ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΤΑΓΟΝΙΔΙΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΠΑΡΕΚΚΛΙΣΗ
1.000 μικρόμετρα	Πολύ χονδρό	περίπου 1,4 m

Το ίδιο δελτίο αναφέρει ότι μια συνήθης σύσταση είναι η διακοπή του ψεκασμού όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι κάτω από 3 μίλια/ώρα (περίπου 1,3 m/s) ή πάνω από 10 μίλια/ώρα (περίπου 4,5 m/s). Και ο πολύ ήρεμος αέρας είναι επικίνδυνος: σε ήσυχα πρωινά με θερμοκρασιακή αναστροφή (inversion), τα λεπτά σταγονίδια μπορούν να παραμείνουν αιωρούμενα στον αέρα και στη συνέχεια να μεταφερθούν προς κάθε κατεύθυνση. Όταν η σχετική υγρασία είναι πάνω από 70%, οι συνθήκες είναι σχεδόν ιδανικές, ενώ κάτω από 50% απαιτείται επιπλέον προσοχή. Πάντα υπερσχύουν τα όρια που αναγράφονται στην ετικέτα του προϊόντος.

Μειώνει τη διασπορά

- Ακροφύσιο που παράγει χονδρά σταγονίδια και μειώνει τη διασπορά
- Διατήρηση του βραχίονα όσο το δυνατόν πιο κοντά στον στόχο
- Ζώνη ανάσχεσης χωρίς ψεκασμό δίπλα σε ευαίσθητες περιοχές
- Μέτρηση και καταγραφή ανέμου και υγρασίας

Αυξάνει τη διασπορά

- Υπερβολικά λεπτό σταγονίδιο, υψηλή πίεση
- Ασταθής ή ψηλός βραχίονας
- Ψεκασμός με άνεμο προς πηγή νερού ή σπίτι
- Ζεστές, ξηρές και άπνοιες μεσημεριανές ώρες

Άδειες συσκευασίες και άλλα απόβλητα

Ο οδηγός του FAO και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας του 2008 περιγράφει το τριπλό ξέπλυμα για τις άδειες συσκευασίες φυτοφαρμάκων: το δοχείο γεμίζεται κατά το ένα τέταρτο με καθαρό νερό, κλείνεται και ανακινείται, το νερό αδειάζεται στο δοχείο του μηχανήματος ψεκασμού και το δοχείο αφήνεται να στραγγίσει για 30 δευτερόλεπτα μετά την έναρξη της στράγγισης. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται τουλάχιστον δύο ακόμη φορές. Σύμφωνα με το παράδειγμα του οδηγού, μετά το τρίτο ξέπλυμα παραμένει στο δοχείο μόνο το 0,00035% του αρχικού υπολείμματος. Η καθαρισμένη συσκευασία τρυπιέται ώστε να μη χρησιμοποιηθεί για άλλο σκοπό



Funded by
the European Union



και μεταφέρεται σε σημείο συλλογής. Ο οδηγός αντιτίθεται στην καύση και στην ενταφιασμό των συσκευασιών στο χωράφι· η καύση προκαλεί τοξικές και μόνιμες εκλύσεις. Οι συσκευασίες δεν πρέπει επίσης να χρησιμοποιούνται ως δοχεία νερού ή τροφής· αυτό μπορεί να προκαλέσει δηλητηριάσεις.

Στην εκμετάλλευση, τα φυτοφάρμακα, τα λιπάσματα, τα λάδια και τα καύσιμα πρέπει να αποθηκεύονται σε κλειδωμένο και σημασμένο χώρο, μακριά από τρόφιμα, ζωοτροφές και πηγές νερού. Τα υπολείμματα κλαδέματος και συγκομιδής μπορούν να γίνουν κομποστ ή να ενσωματωθούν στο έδαφος αντί να καούν.

Η συμβολή της γεωργίας ακριβείας και η τήρηση αρχείων

Η λίπανση μεταβλητής δόσης μειώνει το περιττό άζωτο, ο έλεγχος τμημάτων (section control) αποτρέπει τον διπλό ψεκασμό, η άρδευση με αισθητήρες μειώνει το νερό που διαφεύγει κάτω από τη ριζόσφαιρα. Όμως η κοινή βάση όλων αυτών είναι η καταγραφή. Η σημείωση σε ποιο αγροτεμάχιο, ποια ημέρα, σε ποιες συνθήκες και πόσο προϊόν εφαρμόστηκε, εξασφαλίζει ιχνηλασιμότητα τόσο στον έλεγχο όσο και στις εξαγωγές, και διευκολύνει την εύρεση της αιτίας όταν προκύψει κάποιο πρόβλημα. Στην παρακάτω άσκηση θα συμπληρώσετε ένα αρχείο ψεκασμού.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Συμπληρώστε την καταγραφή ψεκασμού

Κάθε ψεκασμός πρέπει να καταγράφεται: σε ποιο αγροτεμάχιο, πότε, υπό ποιες συνθήκες, πόση ποσότητα προϊόντος χρησιμοποιήθηκε. Η καταγραφή υποστηρίζει τόσο την ιχνηλασιμότητα όσο και την επόμενη απόφαση.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>



Παράδειγμα από το Κοζάν

Σύμφωνα με την Έκθεση Δραστηριοτήτων 2025 της Διεύθυνσης Γεωργίας και Δασών του Νομού Άδανα, για την παρακολούθηση της γεωργικής ρύπανσης από νιτρικά στον νομό παρακολουθούνται τακτικά 92 σταθερά σημεία δειγματοληψίας, εκ των οποίων



Funded by
the European Union



52 πηγάδια και 40 επιφανειακά ύδατα· στα δείγματα μετρώνται 8 παράμετροι, συμπεριλαμβανομένων των νιτρικών, των φωσφορικών, του ολικού αζώτου και του ολικού φωσφόρου. Σύμφωνα με την έκθεση, με την εγκύκλιο για τα νιτρικά που δημοσιεύθηκε στις 12 Οκτωβρίου 2025, οι κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις υποχρεούνται να διαθέτουν λάκκο κοπριάς και σχέδιο χρήσης ζωικής κοπριάς, με στόχο την προστασία των υδάτων από τα νιτρικά γεωργικής προέλευσης.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 2026 σχετικά με την εφαρμογή της Οδηγίας για τα Νιτρικά στην Ελλάδα, οι ευπρόσβλητες ζώνες νιτρικών καλύπτουν το 32% της εθνικής επικράτειας και το 42,9% της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης. Την περίοδο 2020-2023, το 10,5% των σημείων παρακολούθησης υπόγειων υδάτων είχε συγκέντρωση νιτρικών 50 mg/l ή περισσότερο· ανάμεσα στις περιοχές με το υψηλότερο ποσοστό βρίσκεται και η Θεσσαλία (13,4%). Στα επιφανειακά ύδατα, η Θεσσαλία είναι μία από τις τρεις περιοχές με το υψηλότερο ποσοστό σημείων ευτροφικών ή με κίνδυνο ευτροφισμού (37,9%).

Συνοπτικά

- Η γεωργική ρύπανση εξαπλώνεται από τρεις δρόμους: προς τα κάτω (έκπλυση νιτρικών), από την επιφάνεια (απορροή και διάβρωση) και από τον αέρα (διασπορά φυτοφαρμάκου).
- Στην Τουρκία και στην ΕΕ το κριτήριο για τα νιτρικά είναι 50 mg/l· στις ευπρόσβλητες ζώνες νιτρικών επιτρέπεται το πολύ 170 kg N/ha/έτος με ζωική κοπριά.
- Τη διασπορά την καθορίζουν κυρίως το μέγεθος του σταγονιδίου, ο άνεμος και το ύψος του βραχίονα· τα όρια της ετικέτας υπερисχύουν πάντα.
- Οι άδειες συσκευασίες ξεπλένονται τρεις φορές, τρυπιούνται και μεταφέρονται σε σημείο συλλογής· κάθε εφαρμογή καταγράφεται.

1. T.C. Resmî Gazete (23.07.2016, sayı 29779). **Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği.**



Funded by
the European Union



2. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2026). **Member State country fiche on the implementation of the Nitrates Directive: Greece, SWD(2026) 232.**
3. Kruger, G. και συν. / University of Nebraska-Lincoln Extension (2019). **Spray Drift of Pesticides (G1773).**
4. FAO, WHO (2008). **Guidelines on Management Options for Empty Pesticide Containers.**
5. Διεύθυνση Γεωργίας και Δασών Νομού Άδανα (2026). **2025 Yılı Faaliyet Raporu.**





Funded by
the European Union



Μάθημα 9

Γεωργία ακριβείας στην Κοζάν και στη Λάρισα: δύο περιοχές, κοινές λύσεις

17 λεπτά

Ανάμεσα στο Κοζάν και τη Λάρισα υπάρχει περίπου 1.200 χιλιόμετρα σε ευθεία γραμμή και μια θάλασσα, όμως η γεωργία των δύο περιοχών είναι εντυπωσιακά όμοια. Και οι δύο βιώνουν το ζεστό και ξηρό καλοκαίρι του μεσογειακού κλίματος, και οι δύο εξαρτώνται από την άρδευση το καλοκαίρι, και οι δύο αντιμετώπισαν τα τελευταία χρόνια ακραία φαινόμενα όπως κύματα καύσωνα, ξηρασία και έντονες βροχοπτώσεις. Οι διαφορές είναι επίσης διδακτικές: στο Κοζάν ξεχωρίζουν οι εσπεριδοκαλλιέργειες και το νερό του φράγματος, στη Λάρισα το βαμβάκι και τα χωράφια σιταριού μαζί με το υπόγειο νερό. Σε αυτό το τελευταίο μάθημα εφαρμόζετε όσα μάθατε στις πραγματικές συνθήκες των δύο περιοχών και παίρνετε αποφάσεις για δύο παραγωγούς.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα συγκρίνετε τη γεωργία του Κοζάν και της Λάρισας ως προς τις καλλιέργειες, την έκταση και την υδατική πηγή.
- ✓ Θα αξιολογήσετε τους κοινούς κλιματικούς κινδύνους των δύο περιοχών με επίκαιρα δεδομένα.
- ✓ Θα αποφασίσετε με εργαλεία γεωργίας ακριβείας σε ένα σενάριο κύματος καύσωνα και υδατικού περιορισμού.
- ✓ Θα σχεδιάσετε έναν οδικό χάρτη μετάβασης στη γεωργία ακριβείας για μια εκμετάλλευση.

Πορτρέτο των δύο περιοχών

Στην Ελλάδα η μονάδα έκτασης *στρέμμα* ισούται με 1.000 m², δηλαδή με ένα dekar· γι' αυτό τα νούμερα των δύο περιοχών μπορούν να συγκριθούν απευθείας.



Funded by
the European Union



	ΚΟΖΑΝ (ΑΔΑΝΑ)	ΛΑΡΙΣΑ (ΘΕΣΣΑΛΙΑ)
Γεωργική έκταση	598.628 στρ. (2025)	1.993.368 στρ. (2024)
Αρδευόμενη ή αρδεύσιμη έκταση	Σύμφωνα με τον δήμο, 300.000 στρ. αρδεύσιμη· η αρδευόμενη έκταση του φράγματος Κοζάν από τη DSI είναι 10.220 ha (102.200 στρ.)	1.122.794 στρ. αρδευόμενα (περίπου 56%)
Κύριες καλλιέργειες	Σιτάρι 193.504 στρ., εσπεριδοειδή 103.200 στρ. (231.573 τόνοι· εκ των οποίων 112.450 τόνοι πορτοκάλι), ηλίανθος 94.942 στρ., καλαμπόκι σε κόκκο 89.311 στρ., λωτός (kaki) 16.500 στρ.· βαμβάκι μόλις 400 στρ. (2025)	Σκληρό σιτάρι 569.062 στρ., βαμβάκι 195.138 στρ., κριθάρι 175.113 στρ., μηδική (τριφύλλι) 101.102 στρ., καλαμπόκι 77.713 στρ.
Χαρακτηριστικό στοιχείο	Το πορτοκάλι Κοζάν με ονομασία προέλευσης· το Κοζάν κάλυψε το 2025 το 8,5% της τουρκικής παραγωγής πορτοκαλιού και το 30,7% της παραγωγής λωτού (kaki)	Η Θεσσαλία κάλυψε το 2024 το 30% της έκτασης βαμβακιού της Ελλάδας και το 32% της παραγωγής

Τα νούμερα έκτασης και παραγωγής για το Κοζάν προέρχονται από τα δεδομένα επαρχίας του 2025 της TÜİK, η αρδεύσιμη έκταση από τη σελίδα οικονομίας του Δήμου Κοζάν, η αρδευόμενη έκταση του φράγματος από την κάρτα φράγματος της DSI· τα νούμερα για τη Λάρισα προέρχονται από τις γεωργικές στατιστικές του 2024 της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής ELSTAT. Τα δεδομένα του δήμου δεν φέρουν ημερομηνία· πρέπει να χρησιμοποιούνται για να δείξουν την τάση.

Τι λένε οι παραγωγοί στο Κοζάν;

Οι στατιστικές δείχνουν τι παράγεται· τι χρειάζονται οι παραγωγοί το δείχνει καλύτερα μια έρευνα. Το Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν πραγματοποίησε στο πλαίσιο αυτού του έργου μια έρευνα αναγκών με 103 αγρότες και εκπροσώπους ΜμΕ. Οι καλλιέργειες των συμμετεχόντων δείχνουν ένα μοτίβο παρόμοιο με αυτό του πίνακα: καλλιεργούνται κυρίως καλαμπόκι (36 συμμετέχοντες), πορτοκάλι (30), σιτάρι (26) και λεμόνι (24). Οι εκμεταλλεύσεις είναι μικρές και οικογενειακές: 75 συμμετέχοντες καλλιεργούν 100 στρέμματα ή λιγότερα, 63 ασκούν τη γεωργία μαζί με την οικογένειά τους. 52 από τους συμμετέχοντες είναι 51 ετών και άνω, 11 είναι γυναίκες. Η αναφορά



Funded by
the European Union



επισημαίνει επίσης ότι το δείγμα περιορίζεται στα άτομα που ήταν προσεγγίσιμα στο Κοζάν· τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζουν αυτούς τους 103 συμμετέχοντες και όχι το σύνολο της περιοχής.

57

συμμετέχοντες ανέφεραν το κόστος ως το πρόβλημα που επηρεάζει περισσότερο τη γεωργική παραγωγή· 34 ανέφεραν την κλιματική κρίση

43%

αντιμετωπίζει πρόβλημα στην εμπορία του προϊόντος του· κυρίως στο λεμόνι (24 συμμετέχοντες) και στο πορτοκάλι (16)

65%

δεν έχει ασφάλιση καλλιέργειας (67 συμμετέχοντες)

79

συμμετέχοντες δήλωσαν ότι μπορούν να πωλήσουν το προϊόν τους μόνο στην περιοχή τους· 2 δηλώνουν πωλήσεις στην Ευρώπη

Κοινοί κίνδυνοι: καύσωνας, ξηρασία και πλημμύρα

13 ημέρες

το μεγαλύτερο καταγεγραμμένο κύμα καύσωνα στη νοτιοανατολική Ευρώπη τον Ιούλιο του 2024 (Copernicus)

46,7 °C

θερμοκρασία που μετρήθηκε στα Άδανα στις 9 Αυγούστου 2025 (MGM)

27,6%

ποσοστό κατά το οποίο η βροχόπτωση στην Τουρκία έμεινε κάτω από το κανονικό το 2025· η πιο ξηρή χρονιά από το 1964 (MGM)

1.150 km²

έκταση που κατακλύστηκε από την κακοκαιρία Daniel τον Σεπτέμβριο του 2023, στο μεγαλύτερο μέρος της στον κάμπο της Θεσσαλίας (NHESS)



Funded by
the European Union



Κύματα καύσωνα. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Climate Change Service του Copernicus, τον Ιούλιο του 2024 η νοτιοανατολική Ευρώπη βίωσε το μεγαλύτερο καταγεγραμμένο κύμα καύσωνα: το κύμα διάρκεσε 13 ημέρες, η θερμοκρασία ξεπέρασε το κανονικό κατά 9,2 °C και επηρέασε το 55% της περιοχής. Από τις 97 ημέρες μεταξύ 1ης Ιουνίου και 5ης Σεπτεμβρίου, οι 43 είχαν κύμα καύσωνα. Η Λάρισα βρίσκεται εντός της περιοχής αυτής αξιολόγησης. Στην Τουρκία, η κλιματική αναφορά της Τουρκικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (MGM) για το 2025 καταγράφει ότι στα Άδανα μετρήθηκαν 46,7 °C στις 9 Αυγούστου 2025.

Ξηρασία. Σύμφωνα με την ίδια αναφορά, το 2025 ήταν η πιο ξηρή χρονιά στην Τουρκία από το 1964: η επιφανειακή βροχόπτωση έμεινε στα 414,9 mm, δηλαδή 27,6% κάτω από το κανονικό, ενώ στα νότια τμήματα των Αδάνων η βροχόπτωση μειώθηκε πάνω από 60% σε σχέση με το κανονικό.

Έντονη βροχόπτωση και πλημμύρα. Μετά από εβδομάδες ξηρασίας, δασικές πυρκαγιές και έντονο καύσωνα, ήρθε η κακοκαιρία Daniel στις 4-7 Σεπτεμβρίου 2023. Σύμφωνα με το δίκτυο σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, στη Ζαγορά του Πηλίου μετρήθηκαν 754 mm βροχόπτωσης σε μία ημέρα, στις 5 Σεπτεμβρίου· πρόκειται για το ημερήσιο ρεκόρ βροχόπτωσης στην Ελλάδα. Σύμφωνα με μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS), από τα 1.150 km² που κατακλύστηκαν, περίπου 820 km² (70%) ήταν γεωργική έκταση. Η καλλιέργεια που επηρεάστηκε περισσότερο ήταν το βαμβάκι: περίπου 282 km² καλλιέργειας βαμβακιού, δηλαδή το 30,5% της έκτασης βαμβακιού στον κάμπο της Θεσσαλίας, κατακλύστηκαν. Η μελέτη υπενθυμίζει επίσης ότι ο κάμπος της Θεσσαλίας παράγει περίπου το 12,2% της ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας της ελληνικής γεωργίας.

Ο ρόλος της γεωργίας ακριβείας στα ακραία φαινόμενα Η γεωργία ακριβείας δεν μπορεί να αποτρέψει το κύμα καύσωνα ή την πλημμύρα, όμως μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις τους και να διευκολύνει τη διαχείριση μετά το γεγονός: ο αισθητήρας υγρασίας και η πρόγνωση ΕΤΟ μεταφέρουν



Funded by
the European Union



σωστά το νερό στη σωστή
ημέρα κατά τον καύσωνα, η
δορυφορική εικόνα δείχνει
γρήγορα τα κατεστραμμένα
αγροτεμάχια μετά την
πλημμύρα, τα καλά αρχεία
αποτελούν αποδεικτικό
στοιχείο για την εκτίμηση
ζημιάς και την ασφαλιστική
αίτηση.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Καύσωνας και περιορισμός νερού: η απόφαση είναι δική σας

Ένα υποθετικό σενάριο. Πρώτα επιλέξτε την εκμετάλλευση, μετά πάρτε δύο κρίσιμες αποφάσεις.
Κάθε απόφαση φέρνει βαθμούς και ανατροφοδότηση.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:
<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Ομοιότητες και διαφορές

Όταν συγκρίνουμε τις δύο περιοχές, οι ομοιότητες δείχνουν κοινές λύσεις και οι διαφορές δείχνουν την ανάγκη προσαρμογής. Οι ομοιότητες είναι σαφείς: η βροχόπτωση το καλοκαίρι είναι λίγη, η άρδευση είναι προαπαιτούμενο της παραγωγής, τα κύματα καύσωνα γίνονται συχνότερα και στις δύο περιοχές κυριαρχούν μικρές και μεσαίες εκμεταλλεύσεις. Οι διαφορές βρίσκονται στην καλλιέργεια και στην υδατική πηγή. Στο Κοζάν, τα εσπεριδοειδή, ως πολυετής δενδρώδης καλλιέργεια, σημαίνουν δέντρα που παραμένουν στην ίδια θέση για χρόνια· εδώ ξεχωρίζει η διαχείριση άρδευσης και θρέψης σε επίπεδο δέντρου και σειράς. Στη Λάρισα, αντίθετα, οι αροτραίες καλλιέργειες που φυτεύονται εκ νέου κάθε χρόνο κάνουν πιο σημαντικές την αμειψισπορά, τη μεταβολή της δόσης σπόρου και λιπάσματος εντός του χωραφιού και τη



Funded by
the European Union



διαχείριση της κυκλοφορίας των μηχανημάτων. Ο ίδιος κύκλος γεωργίας ακριβείας ισχύει και στις δύο περιοχές· αυτό που αλλάζει είναι ποια δεδομένα και ποιο εργαλείο έχουν προτεραιότητα.

Κοινές λύσεις

1

Άρδευση με μέτρηση

Χρησιμοποιούνται μαζί ο αισθητήρας εδαφικής υγρασίας, η πρόγνωση ΕΤΟ και τα ευαίσθητα στάδια του φυτού. Είναι το βήμα με την ταχύτερη απόδοση στα χρόνια που το νερό του φράγματος στο Κοζάν ή το υπόγειο νερό στη Λάρισα είναι περιορισμένο.

2

Παρακολούθηση με δορυφόρο

Οι δωρεάν εικόνες Sentinel-2 δείχνουν τη διαφοροποίηση στον οπωρώνα και στο χωράφι, το θερμικό στρες και τη ζημιά από πλημμύρα. Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με επιτόπια επαλήθευση.

3

Λίπανση με βάση την εδαφική ανάλυση

Η δειγματοληψία σε πλέγμα και ο χάρτης συνταγής κατανέμουν το λίπασμα σύμφωνα με την ανάγκη· μειώνουν την απώλεια νιτρικών και το κόστος.

4

Κοινή χρήση εξοπλισμού και γνώσης

Οι μικρές εκμεταλλεύσεις μπορούν να χρησιμοποιούν κοινό εξοπλισμό και υπηρεσίες μέσω συνεργατικών σχηματισμών. Σύμφωνα με τη σελίδα του Δήμου Κοζάν, στην επαρχία λειτουργούν δύο αγροτικοί συνεταιρισμοί πώλησης Çukobirlik, ένας αγροτικός πιστωτικός συνεταιρισμός και μία εγκατάσταση συσκευασίας και ψυκτικού θαλάμου εσπεριδοειδών.

5

Καταγραφή και ιχνηλασιμότητα



Funded by
the European Union



Τα προϊόντα με ονομασία προέλευσης και οι εξαγωγικές αγορές απαιτούν τεκμηρίωση του τρόπου παραγωγής. Η ψηφιακή καταγραφή αποτελεί τη βάση αυτής της τεκμηρίωσης.

6

Διασυνοριακή μάθηση

Παραγωγοί με παρόμοιο κλίμα και παρόμοια προβλήματα μαθαίνουν ο ένας από την εμπειρία του άλλου. Αυτή η ακαδημία και το ψηφιακό δίκτυο του ΚΟΖΤΟ και του LACCO δημιουργήθηκαν για αυτόν τον σκοπό. Στην έρευνα του έργου στο Κοζάν, 49 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι θέλουν ανταλλαγή γνώσης με εμπορικά επιμελητήρια στην Ελλάδα ή σε χώρες της ΕΕ, ενώ 34 δήλωσαν ότι θέλουν εν μέρει.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Στο Κοζάν, η καλλιέργεια με τη μεγαλύτερη έκταση είναι το σιτάρι· η έκταση εσπεριδοειδών (103.200 στρ. το 2025) είναι περίπου η μισή αυτής. Όμως η πιο σημαντική και με ονομασία προέλευσης καλλιέργεια της επαρχίας είναι το πορτοκάλι: το Κοζάν κάλυψε το 2025 το 8,5% της τουρκικής παραγωγής πορτοκαλιού. Στους αρδευόμενους πορτοκαλεώνες το καλοκαίρι, το κύμα καύσωνα ανεβάζει τη ζήτηση νερού στο ανώτατο επίπεδο. Γι' αυτό, στο Κοζάν το πιο κατάλληλο σημείο εισόδου στη γεωργία ακριβείας είναι η άρδευση οπωρών: μερικοί αισθητήρες υγρασίας, η αγροτική πρόγνωση της MGM και η τακτική συντήρηση φίλτρων και σταλακτήρων.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Στη Λάρισα ξεχωρίζουν οι αροτραίες καλλιέργειες: σκληρό σιτάρι, βαμβάκι, κριθάρι και μηδική (τριφύλλι). Η αρδευόμενη έκταση ξεπερνά το μισό του συνόλου. Η κακοκαιρία Daniel, μετά από εβδομάδες ξηρασίας και καύσωνα, έδειξε ότι ο ίδιος κάμπος μπορεί να δοκιμαστεί από πλημμύρα μέσα σε λίγες ημέρες. Εδώ οι προτεραιότητες της γεωργίας ακριβείας είναι η άρδευση κατά ζώνη, η λίπανση με βάση την εδαφική ανάλυση και η παρακολούθηση ζημιάς με δορυφόρο. Η αυτόματη



Funded by
the European Union



κατεύθυνση και η ελεγχόμενη κυκλοφορία, όπως είδατε στο μάθημα 5, αποσβένονται μόνο σε επαρκή έκταση ή με κοινή χρήση.

Διαδίκτυακή δραστηριότητα

Οδικός χάρτης μετάβασης στη γεωργία ακριβείας

Πώς μεταβαίνει βήμα προς βήμα μια μικρή ή μεσαία εκμετάλλευση στη γεωργία ακριβείας;

Βάλτε τα βήματα στη πιο λογική σειρά.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία:

<https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Συνοπτικά

- Το Κοζάν και η Λάρισα βιώνουν την ίδια κλιματική πίεση: ζεστά και ξηρά καλοκαίρια, εξάρτηση από την άρδευση και ακραία φαινόμενα.
- Στο Κοζάν ξεχωρίζουν η άρδευση οπωρώνα και το νερό του φράγματος, στη Λάρισα οι αροτραίες καλλιέργειες και το υπόγειο νερό.
- Κοινές λύσεις είναι η άρδευση με μέτρηση, η παρακολούθηση με δορυφόρο, η λίπανση με βάση την εδαφική ανάλυση, η κοινή χρήση εξοπλισμού και η τήρηση αρχείων.
- Η μετάβαση στη γεωργία ακριβείας ξεκινά με μικρά και μετρήσιμα βήματα· η εμπειρία των δύο περιοχών ενισχύει η μία την άλλη.

1. Δήμος Κοζάν. **Ekonomik Durum.**
2. TÜİK. **Merkezi Dağıtım Sistemi, Bitkisel Üretim İstatistikleri (ilçe düzeyi: Adana, Kozan), 2024-2025.**
3. Χρηματιστήριο Εμπορευμάτων Άδανα. **TÜİK bitkisel üretim verileri tablosu.**
4. DSİ. **Kozan Barajı bilgi kartı (αντίγραφο αρχείου).**
5. ELSTAT (2025). **Annual Agricultural Statistical Survey: Areas and production, 2024.**
6. Copernicus Climate Change Service, ECMWF (2025). **European State of the Climate 2024: Heat and drought in southeastern Europe.**
7. Τουρκική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2026). **2025 Yılı İklim Değerlendirmesi.**
8. ERTnews / meteo.gr, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (2023). **Meteo - Κακοκαιρία Daniel: Καταρρίφθηκε το ρεκόρ ημερήσιου ύψους βροχής στη χώρα.**



Funded by
the European Union



9. He, K. και συν. (2024). **Storm Daniel flood impact in Greece in 2023**. Natural Hazards and Earth System Sciences 24, 2375.

10. Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu**, Şekil 1, 2, 6, 9-13, 15, 18 ve 31.





Funded by
the European Union



Όροι

Η τελική εξέταση της ενότητας γίνεται διαδικτυακά στην ακαδημία. Για το πιστοποιητικό απαιτείται επιτυχία στην εξέταση και μέση βαθμολογία τουλάχιστον 60% στις δραστηριότητες.

pH και ανθρακικό ασβέστιο	Η οξύτητα ή η αλκαλικότητα του εδάφους. Επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στο φυτό· σε ασβεστούχα εδάφη ο φώσφορος, ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος προσλαμβάνονται πιο δύσκολα.
Αλατότητα (EC)	Η ποσότητα διαλυμένων αλάτων στο έδαφος. Η υψηλή αλατότητα δυσχεραίνει την πρόσληψη νερού από το φυτό.
Εφαρμογή μεταβλητής δόσης	Η αλλαγή της δόσης λιπάσματος, σπόρου, φυτοπροστατευτικού ή νερού μέσα στο χωράφι ανάλογα με τη ζώνη.
Ζώνη διαχείρισης	Περιοχή μέσα στο χωράφι που εμφανίζει όμοια χαρακτηριστικά και διαχειρίζεται με τον ίδιο τρόπο.
Μακρο και μικρο θρεπτικά	Η ποσότητα αζώτου, φωσφόρου, καλίου καθώς και στοιχείων όπως ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος.
Οργανική ουσία	Το μέρος που προέρχεται από φυτικά και ζωικά υπολείμματα. Στηρίζει τη δομή του εδάφους, την κατακράτηση νερού και τη ζωή του εδάφους.
Σύσταση (υφή)	Το ποσοστό άμμου, ιλύος και αργίλου. Καθορίζει την κατακράτηση νερού, τον αερισμό και την ευκολία επεξεργασίας.
Χρονική μεταβλητότητα	Η διαφορά που δημιουργείται με τον χρόνο στο ίδιο σημείο: υγρασία από εβδομάδα σε εβδομάδα, απόδοση από χρόνο σε χρόνο.
Χωρική μεταβλητότητα	Η διαφορά ανάμεσα σε διαφορετικά σημεία του ίδιου χωραφιού: δομή εδάφους, υγρασία, θρεπτικά στοιχεία, απόδοση.



Funded by
the European Union



Ακαδημία Βιώσιμης Γεωργίας

lms.smartfarmingsolutions.org

Έργο	Έξυπνη Γεωργία για την Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα και τον Διασυνοριακό Επιχειρηματικό Διάλογο
Τίτλος έργου (EN)	Smart Farming for Environmental Sustainability and Cross Border Business Dialogue
Αρ. σύμβασης	TR2021/W1T7/A02/OT02-2/041
Πρόγραμμα	Πρόγραμμα Επιχορηγήσεων Επιχειρηματικού Διαλόγου Τουρκίας-ΕΕ II (TEBD II)
Δικαιούχος επιχορήγησης	Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (ΚΟΖΤΟ)
Εταίρος του έργου	Επιμελητήριο Λάρισας (LACCO)
Ιστότοπος έργου	smartfarmingsolutions.org
Ακαδημία	lms.smartfarmingsolutions.org
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο	info@smartfarmingsolutions.org
Τηλέφωνο	+90 322 515 84 66
Ημερομηνία έκδοσης	Σεπτέμβριος 2026

Το παρόν έργο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το παρόν περιεχόμενο δεν αντικατοπτρίζει τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αποτελεί αποκλειστική ευθύνη των συντακτών.

