



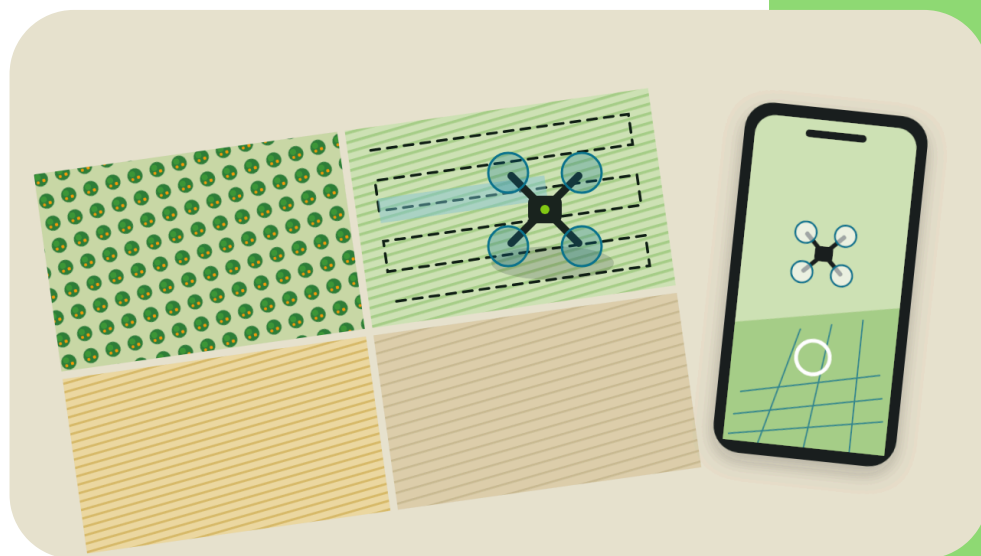
Funded by
the European Union



Ακαδημία Βιώσιμης Γεωργίας

Χρήση Γεωργικού Drone με Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) και Προσομοίωση Πτήσης Drone

ΕΝΟΤΗΤΑ 4 • ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ



Έξυπνη Γεωργία για την Περιβαλλοντική
Βιωσιμότητα και τον Διασυνοριακό
Επιχειρηματικό Διάλογο

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





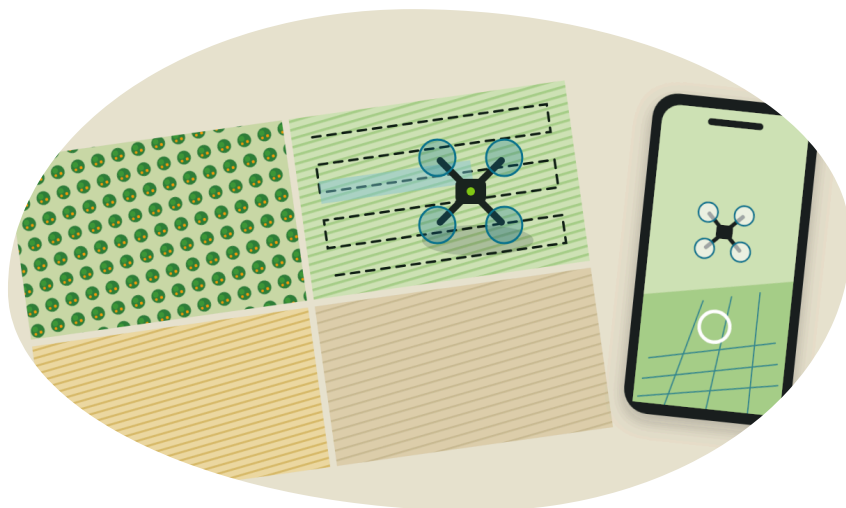
Funded by
the European Union



Ακαδημία Βιώσιμης Γεωργίας

ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ DRONE ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (AR) ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΤΗΣΗΣ DRONE

Ενότητα 4 · Εγχειρίδιο



**Έργο «Εξυπνη Γεωργία για την Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα και
τον Διασυνοριακό 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 Διασυνοριακό Επιχειρηματικό Διάλογο» ως έντυπο υλικό αναφοράς της ενότητας «Χρήση Γεωργικού Drone με Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) και Προσομοίωση Πτήσης Drone» της Ακαδημίας Βιώσιμης Γεωργίας.





Funded by
the European Union



Περιεχόμενα

- Σχετικά με την ενότητα

- 1 Χρήσεις των drone στη γεωργία

- 2 Είδη γεωργικών drone

- 3 Εξαρτήματα drone και αισθητήρες

- 4 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων: από το πλάνο πτήσης στον χάρτη

- 5 Κανόνες ασφαλούς πτήσης και προσομοίωση πτήσης

- 6 Νομικό πλαίσιο: Τουρκία, ΕΕ και Ελλάδα

- 7 Τα βασικά της επαυξημένης πραγματικότητας

- 8 Πρακτική εκμάθηση με AR

- 9 Σενάρια χρήσης drone στη γεωργία ακριβείας

- 10 Συνεδρία 1: Έλεγχος πριν την πτήση και ελεύθερη πτήση

- 11 Συνεδρία 2: Σχεδιασμός και εκτέλεση αποστολής ψεκασμού

- 12 Συνεδρία 3: Αποστολή παρατήρησης και χαρτογράφησης

- 13 Συνεδρία 4: Αποστολή σε λειτουργία AR

- Όροι



Funded by
the European Union



Σχετικά με την ενότητα

Αυτή η ενότητα εξετάζει το γεωργικό drone ως εργαλείο λήψης αποφάσεων. Θα μάθετε ποιες εργασίες εκτελεί το drone στη γεωργία, ποιοι τύποι είναι κατάλληλοι για κάθε εργασία, τα εξαρτήματα και τους αισθητήρες του, καθώς και πώς σχεδιάζεται μια πτήση χαρτογράφησης και πώς αυτή μετατρέπεται σε χάρτη. Οι κανόνες ασφαλούς πτήσης και η διασπορά (drift) εξετάζονται σε συνδυασμό με τη νομοθεσία της Τουρκίας, της ΕΕ και της Ελλάδας.

Η τρίτη ενότητα εξηγεί τα βασικά στοιχεία της επαυξημένης πραγματικότητας, τα ερευνητικά δεδομένα στην εκπαίδευση και τις εφαρμογές της στη γεωργία. Στην τελευταία ενότητα θα εκτελέσετε τέσσερις ειδικές συνεδρίες με έναν προσομοιωτή drone που λειτουργεί στο πρόγραμμα περιήγησης: ελεύθερη πτήση, ψεκασμός σε έναν πορτοκαλεώνα στο Κοζάν, χαρτογράφηση σε ένα χωράφι με βαμβάκι στη Λάρισα και τοπικός ψεκασμός σε λειτουργία AR. Οι τιμές της προσομοίωσης βασίζονται σε εγχειρίδια κατασκευαστών και επιστημονικές πηγές.

Η ενότητα αποτελεί προκαταρκτική εκπαίδευση· δεν αντικαθιστά την άδεια χειριστή και την πρακτική εκπαίδευση που παρέχεται από εξουσιοδοτημένους φορείς.

Χρονικό πλάνο: 188 λεπτά





Funded by
the European Union



Μαθησιακά αποτελέσματα

Ο συμμετέχων που ολοκληρώνει την ενότητα:

- Κατατάσσει τη χρήση γεωργικού drone σε παρατήρηση και εφαρμογή και εξηγεί τους κύριους τομείς χρήσης.
- Συγκρίνει τα πολυκόπτερα, τα σταθερής πτέρυγας και τα VTOL drone βάσει αποστολής και μεγέθους αγροτεμαχίου.
- Αναγνωρίζει τα εξαρτήματα του drone και τις λειτουργίες των αισθητήρων RGB, πολυφασματικών, θερμικών, LiDAR και RTK-GNSS.
- Υπολογίζει την απόσταση δειγματοληψίας εδάφους (GSD) και την απόσταση μεταξύ γραμμών πτήσης, εξισορροπώντας ύψος, ταχύτητα και επικάλυψη.
- Απαριθμεί τους ελέγχους πριν την πτήση· εξηγεί τη σχέση ανέμου, ύψους και διασποράς (drift) και αποφασίζει την επιστροφή βάσει του αποθέματος μπαταρίας.
- Συγκρίνει τους κανόνες της SHGM και του Υπουργείου Γεωργίας και Δασών της Τουρκίας με την απαγόρευση εναέριου ψεκασμού στην ΕΕ και στην Ελλάδα.
- Εξηγεί την αρχή λειτουργίας της AR και ολοκληρώνει στην προσομοίωση τις αποστολές ελεύθερης πτήσης, ψεκασμού και χαρτογράφησης, τηρώντας τους κανόνες ασφάλειας.

Σε ποιους απευθύνεται

- Αγρότες και οργανώσεις παραγωγών που σκέφτονται να λάβουν υπηρεσίες παρατήρησης ή ψεκασμού με drone
- Όσοι θέλουν να γίνουν χειριστές ή εφαρμοστές γεωργικού drone
- Γεωπόνοι, σύμβουλοι και τεχνικό προσωπικό συνεργατικών οργανώσεων
- ΜμΕ που δραστηριοποιούνται στον τομέα της αγροτικής τεχνολογίας

Προαπαιτούμενα

- Συνιστάται η ολοκλήρωση των Ενοτήτων 1-3
- Βασική χρήση smartphone ή υπολογιστή
- Δεν απαιτείται εμπειρία χειρισμού drone
- Για τη λειτουργία AR, προαιρετικά ένα Android τηλέφωνο με υποστήριξη ARCore (οι λειτουργίες 3D και 2D λειτουργούν σε κάθε συσκευή)

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

Χρήσεις των drone στη γεωργία

10 λεπτά

Ένα μικρό αεροσκάφος που πετά πάνω από το χωράφι είναι πλέον μια εικόνα οικεία σε πολλές περιοχές. Αυτά τα οχήματα που χρησιμοποιούνται στη γεωργία λέγονται μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (ΣμηΕΑ) ή, εν συντομία, drone. Σε αυτή την ενότητα εξετάζουμε το drone όχι μόνο ως τεχνολογία, αλλά και ως εργαλείο λήψης αποφάσεων στο χωράφι. Στο πρώτο μάθημα βλέπουμε ποιες εργασίες αναλαμβάνει το drone στη γεωργία και πού συναντά τα όρια του.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

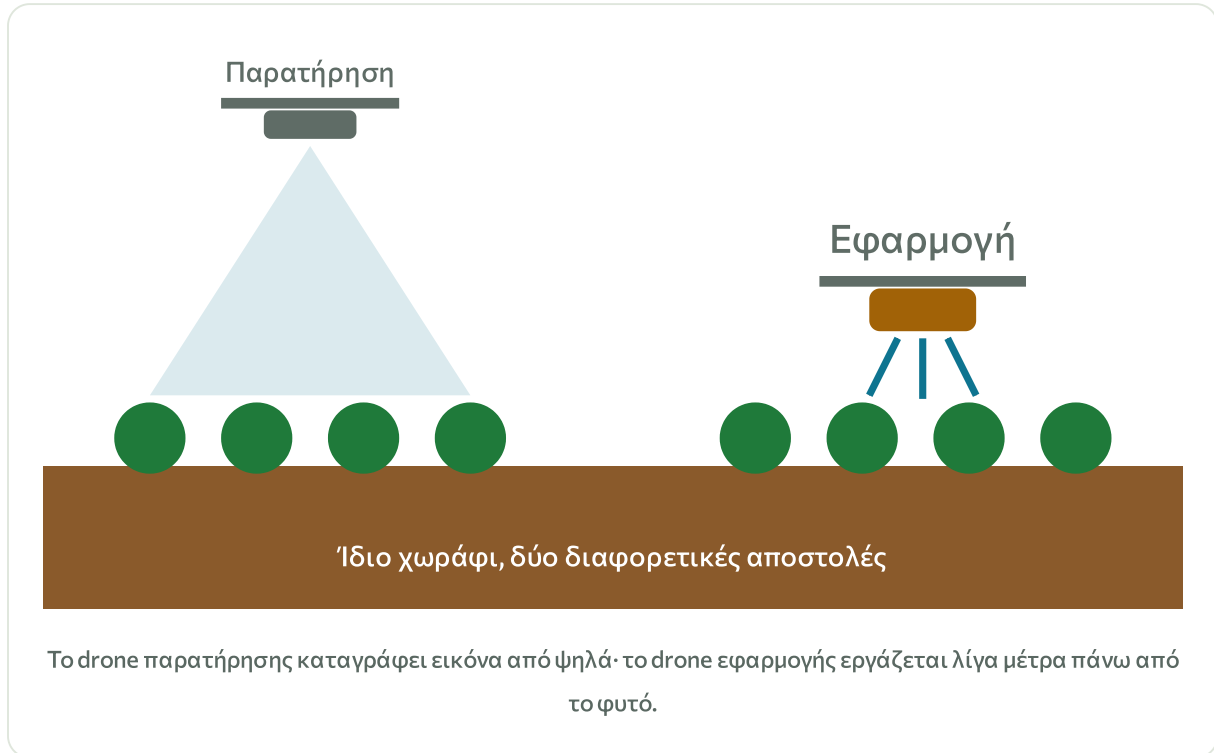
- ✓ Θα διαχωρίσετε τη χρήση του γεωργικού drone σε δύο κύριες ομάδες: παρατήρηση και εφαρμογή.
- ✓ Θα γνωρίσετε τους βασικούς τομείς χρήσης που αναφέρονται σε θεσμικές πηγές.
- ✓ Θα αξιολογήσετε μαζί τα οφέλη που προσφέρει το drone και τους περιορισμούς που αντιμετωπίζει.
- ✓ Θα σκεφτείτε πιθανά παραδείγματα χρήσης ανάλογα με το πρότυπο καλλιέργειών στο Κοζάν και στη Λάρισα.

Δύο κύριες εργασίες: παρατήρηση και εφαρμογή

Οι εργασίες που εκτελούν τα γεωργικά drone μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα είναι η **παρατήρηση και συλλογή δεδομένων**. Η κάμερα ή ο αισθητήρας πάνω στο drone καταγράφει την εικόνα του χωραφιού. Από αυτές τις εικόνες προκύπτουν χάρτες, δείκτες υγείας των φυτών και μετρήσεις δέντρων. Η δεύτερη ομάδα είναι η **εφαρμογή**. Εδώ το drone μεταφέρει ένα δεξαμενή και αφήνει στο χωράφι μια εισροή, όπως φυτοπροστατευτικό προϊόν, υγρό λίπασμα ή σπόρο.



Funded by
the European Union



Τομείς χρήσης σε θεσμικές πηγές

Ο Οργανισμός Επισιτισμού και Γεωργίας του ΟΗΕ (FAO) και η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU), στην έκθεση για τα drone που δημοσίευσαν το 2018, αναφέρουν έξι τομείς χρήσης κατά τη διάρκεια του κύκλου της καλλιέργειας. Αυτοί συνοψίζονται στις παρακάτω κάρτες.



Funded by
the European Union



Ανάλυση εδάφους και αγρού

Ο τρισδιάστατος χάρτης της έκτασης βοηθά στον σχεδιασμό της σποράς και στην εξέταση της θρεπτικής κατάστασης.

Σπορά

Ορισμένα συστήματα ρίχνουν τον σπόρο στο έδαφος μαζί με θρεπτικά στοιχεία.

Ψεκασμός

Το drone ρυθμίζει την απόσταση από το έδαφος προσπαθώντας να διανείμει το υγρό ομοιόμορφα.

Παρακολούθηση καλλιέργειας

Οι χρονοσειρές εικόνων δείχνουν την ανάπτυξη των φυτών και τις περιοχές χαμηλής απόδοσης.

Άρδευση

Θερμικοί ή πολυφασματικοί αισθητήρες δείχνουν τα σημεία του χωραφιού που παραμένουν ξηρά.

Αξιολόγηση υγείας

Η υγεία των φυτών παρακολουθείται συγκρίνοντας το ορατό φως και την ανάκλαση στο κοντινό υπέρυθρο.

Η ίδια έκθεση περιγράφει και την ιστορία των drone ψεκασμού. Αυτή η εφαρμογή ξεκίνησε πρώτη φορά τη δεκαετία του 1980 στην Ιαπωνία, με μη επανδρωμένα ελικόπτερα που μετέφεραν δεξαμενή φυτοφαρμάκου. Η έκθεση αναφέρει ότι ένα τυπικό drone ψεκασμού του 2018 μετέφερε δεξαμενή μεγαλύτερη από δέκα λίτρα και μπορούσε να επεξεργαστεί ένα εκτάριο σε περίπου δέκα λεπτά. Σήμερα η δεξαμενή των μεγάλων μοντέλων της αγοράς έχει φτάσει έως τα 40 λίτρα.

Η έκθεση υπογραμμίζει και ένα σημαντικό σημείο: το πλήρες όφελος του drone ψεκασμού προκύπτει όταν χρησιμοποιείται μαζί με την απεικόνιση και την ανάλυση. Η προβληματική περιοχή εντοπίζεται πρώτα με την εικόνα, και αν η εφαρμογή γίνει μόνο εκεί, η δόση στην επηρεαζόμενη περιοχή είναι πιο ακριβής και η συνολική χρήση χημικών μπορεί να μειωθεί. Αυτή η ενότητα προχωράει με την ίδια λογική: πρώτα θα μάθουμε την παρατήρηση, έπειτα την εφαρμογή.



Funded by
the European Union



Δεκαετία 1980

Πρώτος ψεκασμός με μη
επανδρωμένο ελικόπτερο
στην Ιαπωνία

30 χρόνια+

Εμπορική χρήση στην Κίνα,
την Ιαπωνία και την Κορέα
(OECD, 2021)

40 L

Χωρητικότητα δεξαμενής ενός
σύγχρονου μεγάλου drone
ψεκασμού

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Πεδίο χρήσης και εργασία που κάνει το drone

Αντιστοιχίστε κάθε πεδίο χρήσης με το τι κάνει ακριβώς το drone σε αυτή την εργασία.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>

Οφέλη και περιορισμοί μαζί

Η ανασκόπηση του OECD του 2021 απαριθμεί ως πιθανά οφέλη των drone ψεκασμού τα εξής: μικρότερη έκθεση του χειριστή στο φυτοφάρμακο σε σχέση με τον επωμιζόμενο ψεκαστήρα, ασφαλέστερη εφαρμογή σε δυσπρόσιτες περιοχές όπως ένας κατάφυτος αμπελώνας με κλίση, και τμηματική ή σημειακή εφαρμογή σε συνδυασμό με τη σάρωση του χωραφιού. Η ίδια έκθεση γράφει ρητά ότι αυτά τα οφέλη δεν έχουν επιβεβαιωθεί ακόμη με επαρκή δεδομένα. Για παράδειγμα, στην Ελβετία, περισσότερο από το μισό των 15.700 εκταρίων αμπελώνων έχει τόσο μεγάλη κλίση που δεν μπορεί να εισέλθει τρακτέρ. Σε αυτούς τους αμπελώνες, το drone δοκιμάζεται ως εναλλακτική λύση στα προβλήματα θορύβου και διασποράς (drift) του ελικοπτέρου.

Η έκθεση του FAO απαριθμεί επίσης τους περιορισμούς: την ποιότητα του λογισμικού, τη νομοθεσία που διαφέρει από χώρα σε χώρα, τη μικρή διάρκεια πτήσης, το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, τον εναέριο χώρο που μοιράζεται με επανδρωμένα αεροσκάφη, την ασθενή συνδεσιμότητα στην ύπαιθρο και την εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες.

Πού είναι δυνατό το drone

Πού απαιτείται προσοχή



Funded by
the European Union



- Εργασία σε υγρό ή επικλινές έδαφος χωρίς πάτημα στο χωράφι
- Εικόνα υψηλής ανάλυσης σε μικρό χρόνο
- Διάκριση της προβληματικής περιοχής από το υπόλοιπο χωράφι

- Κίνδυνος διασποράς (drift) σε καιρό με άνεμο
- Μικρή διάρκεια αποστολής λόγω μπαταρίας και δεξαμενής
- Υποχρεώσεις καταχώρισης, τεκμηρίωσης και άδειας



Παράδειγμα από το Κοζάν

Το πορτοκάλι Κοζάν καταχωρίστηκε ως ονομασία προέλευσης το 2020. Σε έναν πορτοκαλεώνα, το drone μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρώτα για παρατήρηση: καταμέτρηση των δέντρων, μέτρηση του μεγέθους της κόμης και εντοπισμός δέντρων που κιτρινίζουν. Αν το πρόβλημα συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένα δέντρα, η εφαρμογή μπορεί να σχεδιαστεί μόνο για εκείνη την περιοχή, αντί για ολόκληρο τον πορτοκαλεώνα.

Στην έρευνα αναγκών που πραγματοποίησε το ΚΟΖΤΟ στο πλαίσιο του έργου με 103 γεωργούς και εκπροσώπους ΜμΕ, το 80 των συμμετεχόντων δήλωσε ότι διαθέτει μηχανήμα ψεκασμού. Στην ίδια έρευνα, 55 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι συμφωνούν ή συμφωνούν απόλυτα με τον στόχο της Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ για τη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων, ενώ 37 δήλωσαν ότι συμφωνούν εν μέρει. Το να βλέπει κανείς πρώτα και έπειτα να εφαρμόζει μόνο στην προβληματική περιοχή εξυπηρετεί άμεσα αυτόν τον στόχο.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Μετά την κακοκαιρία Daniel τον Σεπτέμβριο του 2023, το δορυφορικό ραντάρ έδειξε ότι περίπου 282 km² καλλιεργήσιμης έκτασης βαμβακιού στον κάμπο της Θεσσαλίας βρέθηκαν κάτω από νερό. Αυτό αντιστοιχεί στο 30,5% της έκτασης βαμβακιού στον κάμπο. Ο δορυφόρος δίνει μια εικόνα ευρείας κλίμακας. Το drone, αντίθετα, μπορεί να



Funded by
the European Union



παρέχει μια πιο λεπτομερή εικόνα σε κλίμακα αγροτεμαχίου για την τεκμηρίωση της ζημιάς.

Το έργο περιλαμβάνει και αυτό το θέμα: στο ημερολόγιο δράσεων ανακοινώθηκε ένα πρακτικό εργαστήριο στη Λάρισα στις 8 Μαΐου 2026, για γεωργούς και τον αγροτικό τομέα, με θέμα τη χρήση drone σε γεωργικές εφαρμογές.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Γρήγορος έλεγχος

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>

ΣμηΕΑ	Μη επανδρωμένο εναέριο όχημα. Στη γεωργία τα ονομάζουμε εν συντομία drone.
Drone παρατήρησης	Σχετικά ελαφρύ drone που φέρει κάμερα ή αισθητήρα και συλλέγει δεδομένα από το χωράφι.
Drone ψεκασμού	Drone με δεξαμενή, αντλία και ακροφύσια, που εφαρμόζει φυτοπροστατευτικό προϊόν ή υγρό λίπασμα.
Σημειακή εφαρμογή	Εφαρμογή της εισροής μόνο στην προβληματική περιοχή, αντί σε ολόκληρο το χωράφι.

Συνοπτικά

Το γεωργικό drone κάνει δύο πράγματα: βλέπει το χωράφι και εφαρμόζει εισροές σε αυτό. Το καλύτερο αποτέλεσμα προκύπτει όταν τα δύο συνδέονται μεταξύ τους: πρώτα εντοπίζεται η προβληματική περιοχή με την εικόνα, έπειτα η εφαρμογή γίνεται μόνο σε αυτή την περιοχή. Πέρα από τα οφέλη, υπάρχουν και περιορισμοί, όπως η μικρή διάρκεια πτήσης, οι καιρικές συνθήκες και η νομοθεσία. Στα επόμενα μαθήματα θα εξετάσουμε αυτούς τους περιορισμούς έναν προς έναν.



Funded by
the European Union



1. FAO ve ITU (2018). **E-agriculture in Action: Drones for Agriculture.**
2. OECD (2021). **Report on the State of the Knowledge: Literature Review on Unmanned Aerial Spray Systems in Agriculture.** Series on Pesticides No. 105.
3. TÜRKPATENT (2020). **Kozan Portakalı, coğrafi işaret tescil no. 534.**
4. He, K. και άλλοι (2024). **Storm Daniel flood impact in Greece in 2023: mapping crop and livestock exposure from synthetic-aperture radar.** Natural Hazards and Earth System Sciences, 24, 2375-2382.
5. Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Şχήμα 17 και Πίνακας 3.**
6. Εμπορικό Επιμελητήριο Κοζάν (2026). **Drone ile Tarım Uygulamaları (proje faaliyeti).**





Funded by
the European Union



Μάθημα 2

Είδη γεωργικών drone

11 λεπτά

Τα drone που χρησιμοποιούνται στη γεωργία δεν είναι ενός τύπου. Μερικά αιωρούνται στον αέρα και μεταφέρουν ένα βαρύ ντεπόζιτο, άλλα πετούν σαν αεροπλάνο και φωτογραφίζουν εκατοντάδες εκτάρια σε μία μόνο πτήση. Η επιλογή του σωστού μέσου εξαρτάται από το είδος της εργασίας, το μέγεθος του χωραφιού και τον διαθέσιμο χώρο για απογείωση. Σε αυτό το μάθημα εξετάζουμε τους τρεις βασικούς τύπους σκάφους και τη διάκριση βάσει είδους αποστολής.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα ξεχωρίσετε τα πολυκόπτερα, τα σταθερής πτέρυγας και τα VTOL drone με βάση τον τρόπο πτήσης τους.
- ✓ Θα συγκρίνετε τον χρόνο πτήσης, την ταχύτητα και τις απαιτήσεις απογείωσης-προσγείωσης κάθε τύπου.
- ✓ Θα εξηγήσετε τις διαφορές ανάμεσα σε drone παρατήρησης και drone ψεκασμού.
- ✓ Θα αποφασίσετε τεκμηριωμένα ποιος τύπος ενδείκνυται για μια εκμετάλλευση.

Πολυκόπτερα drone

Τα drone με τέσσερις, έξι ή οκτώ έλικες αντλούν την ανωστική δύναμη απευθείας από τις έλικες. Γι' αυτό απογειώνονται κατακόρυφα, αιωρούνται σε ένα σημείο και κινούνται προς κάθε κατεύθυνση. Η έκθεση FAO και ITU αναφέρει ότι σε αυτόν τον τύπο η ταχύτητα και ο χρόνος πτήσης είναι μικρότεροι, ενώ η μεταφορική ικανότητα είναι πιο περιορισμένη. Σε αντιστάθμιση, έχουν υψηλή ικανότητα ελιγμών σε στενούς χώρους. Μπορούν να εκτελέσουν στενή επιθεώρηση για εντοπισμό εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων.

Τα πολυκόπτερα drone στη γεωργία χωρίζονται σε δύο ομάδες. Τα **drone παρατήρησης** είναι ελαφρά και μεταφέρουν μία κάμερα. Για παράδειγμα, για ένα drone παρατήρησης με πολυφασματική κάμερα, ο κατασκευαστής δηλώνει έως 43 λεπτά χρόνο πτήσης. Τα **drone ψεκασμού** είναι πολύ πιο βαρέα. Ένα μοντέλο με ντεπόζιτο 40 λίτρων έχει μέγιστο βάρος



Funded by
the European Union



απογείωσης για ψεκασμό 92 κιλά. Ο χρόνος αιώρησης του ίδιου μοντέλου είναι 16,5 λεπτά χωρίς φόρτωση και μόνο 7 λεπτά με πλήρη φόρτωση. Το βάρος του ντεπόζιτου και της μπαταρίας μειώνει άμεσα τον χρόνο πτήσης.

Drone σταθερής πτέρυγας

Το drone σταθερής πτέρυγας αντλεί την ανωστική δύναμη από την πτέρυγά του, όπως ένα αεροπλάνο. Δεν μπορεί να αιωρηθεί, πρέπει να πετάει συνεχώς προς τα εμπρός. Σύμφωνα με την έκθεση FAO, το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι ο μεγαλύτερος χρόνος πτήσης και, κατά συνέπεια, η μεγαλύτερη κάλυψη εδάφους. Μπορεί να πετάξει με ταχύτητες που υπερβαίνουν τα 80 χιλιόμετρα την ώρα. Το μειονέκτημά του είναι ότι απαιτεί χώρο για απογείωση και προσγείωση και ότι οι ελιγμοί του είναι δύσκολοι.

Σε ένα πρόσφατο παράδειγμα, ο κατασκευαστής δηλώνει έως 90 λεπτά χρόνο πτήσης για ένα drone χαρτογράφησης σταθερής πτέρυγας που εκτοξεύεται με το χέρι και προσγειώνεται αυτόματα σε ευθεία γραμμή. Αυτό το drone μπορεί να σκανάρει περίπου 220 εκτάρια σε μία μόνο πτήση, σε ύψος 120 μέτρων. Τα drone σταθερής πτέρυγας δεν χρησιμοποιούνται για ψεκασμό, αλλά για χαρτογράφηση μεγάλων εκτάσεων.

VTOL drone

Το VTOL είναι αγγλικό ακρωνύμιο που σημαίνει «κατακόρυφη απογείωση και προσγείωση». Αυτά τα drone απογειώνονται κατακόρυφα όπως τα πολυκόπτερα και, μόλις βρεθούν στον αέρα, πετούν με τις πτέρυγές τους όπως τα σταθερής πτέρυγας. Έτσι δεν απαιτείται διάδρομος ή χώρος εκτόξευσης, ενώ διατηρείται ο μεγάλος χρόνος πτήσης. Για παράδειγμα, για ένα VTOL drone χαρτογράφησης που απογειώνεται όρθιο στην ουρά του (tailsitter), ο κατασκευαστής δηλώνει χρόνο πτήσης έως 59 λεπτά και κάλυψη 460 εκταρίων σε μία μόνο πτήση, με ανάλυση 2,7 εκ. από ύψος 120 μέτρων. Σε αντιστάθμιση, η συντήρηση και η χρήση είναι πιο σύνθετες, και το κόστος είναι υψηλότερο.



Funded by
the European Union



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΠΟΛΥΚΟΠΤΕΡΟ	ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΠΤΕΡΥΓΑΣ	VTOL
Απογείωση και προσγείωση	Κατακόρυφη, αρκεί μικρός χώρος	Χειροκίνητη εκτόξευση ή διάδρομος, ευθύς χώρος προσγείωσης	Κατακόρυφη, αρκεί μικρός χώρος
Αιώρηση	Ναι	Όχι	Μόνο κατά την απογείωση και προσγείωση
Ενδεικτικός χρόνος πτήσης	7-43 λεπτά (ανάλογα με το φορτίο)	έως 90 λεπτά	έως 59 λεπτά
Τυπική εργασία	Ψεκασμός, στενή παρατήρηση, χάρτης μικρού αγροτεμαχίου	Χάρτης μεγάλης έκτασης	Χάρτης μεγάλης έκτασης, ανώμαλο έδαφος

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Ποιο είδος drone;

Τοποθετήστε κάθε χαρακτηριστικό στο είδος drone στο οποίο ανήκει.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>

Επιλογή με βάση την αποστολή

Το πρώτο ερώτημα στην επιλογή πρέπει να είναι «τι θα κάνω;». Αν πρόκειται να εφαρμοστεί φυτοπροστατευτικό προϊόν, η μόνη επιλογή είναι ένα drone ψεκασμού σχεδιασμένο για αυτή την εργασία και αδειοδοτημένο από την αρμόδια αρχή. Αν πρόκειται να ληφθούν εικόνες, εξετάζεται το μέγεθος της έκτασης. Για έναν κήπο ή αγρό μερικών εκατοντάδων στρεμμάτων αρκεί ένα πολυκόπτερο drone παρατήρησης. Σε ένα πεδινό τμήμα χιλιάδων στρεμμάτων, ένα σταθερής πτέρυγας ή VTOL ολοκληρώνει την εργασία με λιγότερες αλλαγές μπαταρίας.



Funded by
the European Union



Ο χρόνος πτήσης δεν είναι από μόνος του κριτήριο Οι χρόνοι που δίνουν οι κατασκευαστές μετρώνται σε άπνοια και ζεστό καιρό. Για παράδειγμα, ο χρόνος αιώρησης του drone ψεκασμού έχει μετρηθεί σε άνεμο κάτω από 3 m/s και σε θερμοκρασία 25°C. Σε ένα ζεστό και ανεμοδαρμένο απόγευμα στην Τσουκούροβα, ο πραγματικός χρόνος μπορεί να είναι μικρότερος.



Παράδειγμα από την Κοζάν

Σε ένα πορτοκαλόκηπο, η απόσταση μεταξύ των σειρών δέντρων μπορεί να είναι στενή· στις άκρες μπορεί να υπάρχουν ανεμοφράκτες, στύλοι ηλεκτρικού ρεύματος ή αρδευτικά κανάλια. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον με εμπόδια, ενδείκνυται ένα πολυκόπτερο drone που μπορεί να αιωρείται και να πετάει αργά και χαμηλά. Έξω από τον κήπο, για τη χαρτογράφηση των εκτεταμένων χωραφιών σιταριού και καλαμποκιού στην πεδιάδα, ένα VTOL ή drone σταθερής πτέρυγας μπορεί να κάνει την ίδια δουλειά με λιγότερες πτήσεις.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Στην πεδιάδα της Θεσσαλίας, καλλιέργειες όπως το βαμβάκι, το σιτάρι και η μηδική καλλιεργούνται σε εκτεταμένα και επίπεδα αγροτεμάχια. Σε τέτοια αγροτεμάχια, τα drone σταθερής πτέρυγας και VTOL έχουν πλεονέκτημα στη χαρτογράφηση μεγάλων εκτάσεων. Για τη στενή επιθεώρηση ενός μεμονωμένου αγροτεμαχίου, το πολυκόπτερο drone παρατήρησης είναι πιο πρακτικό.



Funded by
the European Union



Συνοψίζοντας

Το πολυκόπτερο drone χρησιμοποιείται για ψεκασμό και στενή παρατήρηση επειδή μπορεί να αιωρείται, όμως ο χρόνος πτήσης του είναι μικρός. Το drone σταθερής πτέρυγας πετάει για μεγάλο διάστημα και σκανάρει μεγάλη έκταση, όμως δεν μπορεί να αιωρηθεί και απαιτεί χώρο προσγείωσης. Το VTOL βρίσκεται ανάμεσα στα δύο: απογειώνεται κατακόρυφα, πετάει με πτέρυγα. Η επιλογή γίνεται με βάση το είδος της αποστολής και το μέγεθος της έκτασης.

1. FAO και ITU (2018). **E-agriculture in Action: Drones for Agriculture.**
2. DJI (2023). **Agras T50/T25 User Manual v1.0.**
3. DJI. **Τεχνικά χαρακτηριστικά Mavic 3M.**
4. Wingtra. **Τεχνικά χαρακτηριστικά WingtraOne Gen II.**
5. EagleNXT. **Τεχνικά χαρακτηριστικά eBee X.**



Funded by
the European Union



Μάθημα 3

Εξαρτήματα drone και αισθητήρες

12 λεπτά

Για να χρησιμοποιήσετε με ασφάλεια ένα drone, πρέπει να γνωρίζετε και τα εσωτερικά του μέρη. Ο πιλότος που ξέρει γιατί η προπέλα πρέπει να είναι ζυγοσταθμισμένη, γιατί η μπαταρία καθορίζει τη διάρκεια πτήσης ή ποια εμπόδια δεν μπορεί να δει το ραντάρ, παίρνει πιο σωστές αποφάσεις στο χωράφι. Σε αυτό το μάθημα εξετάζουμε τα εξαρτήματα που αποτελούν ένα drone και τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται περισσότερο στη γεωργία.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα γνωρίσετε τα κύρια εξαρτήματα ενός drone ψεκασμού και τη λειτουργία τους.
- ✓ Θα αντιστοιχίσετε τι μετρούν οι αισθητήρες RGB, πολυφασματικός, θερμικός και LiDAR.
- ✓ Θα εξηγήσετε τη διαφορά ακρίβειας μεταξύ RTK-GNSS και συμβατικού GNSS.
- ✓ Θα μάθετε τα όρια των συστημάτων ανίχνευσης εμποδίων.

Τα εξαρτήματα που εξασφαλίζουν την πτήση

Το σκελετός και τα βραχίονες στηρίζουν όλα τα εξαρτήματα. Συνήθως κατασκευάζονται από ελαφρύ και ανθεκτικό υλικό, όπως ανθρακόνημα ή αλουμίνιο. Οι **κινητήρες χωρίς ψήκτρες (brushless)** περιστρέφουν τις προπέλες. Τις στροφές κάθε κινητήρα ρυθμίζει ένας **ηλεκτρονικός ελεγκτής ταχύτητας (ESC)**. Ο **ελεγκτής πτήσης** είναι ο εγκέφαλος του drone: διατηρεί την ισορροπία με δεδομένα από τον επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο, και δίνει εντολές στους κινητήρες βάσει θέσης και πορείας.

Η **μπαταρία** καθορίζει τη διάρκεια πτήσης. Στα drones γεωργικού ψεκασμού οι μπαταρίες είναι αρκετά μεγάλες. Για παράδειγμα, ένα μοντέλο με δεξαμενή 40 λίτρων έχει μπαταρία χωρητικότητας 30 Ah και ενέργειας 1567 Wh. Ο κατασκευαστής συστήνει να μη χρησιμοποιείται η μπαταρία κάτω από το 15% για να αποφευχθεί φθορά. Οι **προπέλες** παράγουν την ώση. Μια ραγισμένη ή σπασμένη προπέλα δημιουργεί κραδασμούς και θέτει σε κίνδυνο την πτήση.



Funded by
the European Union



Εξαρτήματα εφαρμογής και ασφάλειας

Στο drone ψεκασμού υπάρχουν **δεξαμενή, αντλία και ακροφύσια**. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο του ίδιου κατασκευαστή, το μοντέλο με δεξαμενή 40 λίτρων εξασφαλίζει αποτελεσματικό πλάτος ψεκασμού από 4 έως 11 μέτρα, όταν πετά 3 μέτρα πάνω από τη φυτεία. Την παροχή παρακολουθεί ένας μετρητής ροής.

Τα σύγχρονα drones ψεκασμού ανιχνεύουν εμπόδια με **ραντάρ και διπλή κάμερα (στερεοσκοπική όραση)** και μετρούν το ύψος από την επιφάνεια της φυτείας. Το εγχειρίδιο αναφέρει ξεκάθαρα και τους περιορισμούς αυτού του συστήματος: γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος, μικρά εμπόδια και αντικείμενα στο ύψος του συστήματος προσγείωσης μπορεί να μην ανιχνεύονται. Γι' αυτό η ανίχνευση εμποδίων δεν αντικαθιστά την προσοχή του πιλότου. Οι **κεραίες GNSS** καθορίζουν τη θέση. Η διπλή κεραία μετρά και την κατεύθυνση προς την οποία κοιτάζει το drone.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Τα μέρη ενός drone ψεκασμού

Αγγίξτε τα σημεία στο σχέδιο για να αποκαλύψετε τον ρόλο κάθε εξαρτήματος. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται όταν ανοίξουν όλα.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanlı-tarimsal-drone/>

Οι αισθητήρες που εξασφαλίζουν την όραση

Κάμερα RGB

Καταγράφει το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε φως που βλέπει το ανθρώπινο μάτι. Από φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης παράγεται ορθομωσαϊκό και τρισδιάστατο μοντέλο. Χρησιμοποιείται για καταμέτρηση δέντρων, εντοπισμό κενών και τεκμηρίωση ζημιών.

Πολυφασματική κάμερα

Μετρά το φως χωρίζοντάς το σε στενές φασματικές ζώνες. Σε ένα παράδειγμα γεωργικού μοντέλου υπάρχουν τέσσερις ζώνες: πράσινο (560 nm), κόκκινο (650 nm), red edge (730 nm) και εγγύς υπέρυθρο (860 nm). Το υγιές φυτό απορροφά το μεγαλύτερο μέρος του ορατού φωτός για φωτοσύνθεση, ενώ ανακλά το μεγαλύτερο μέρος του εγγύς υπέρυθρου. Σύμφωνα με τον ορισμό της



Funded by
the European Union



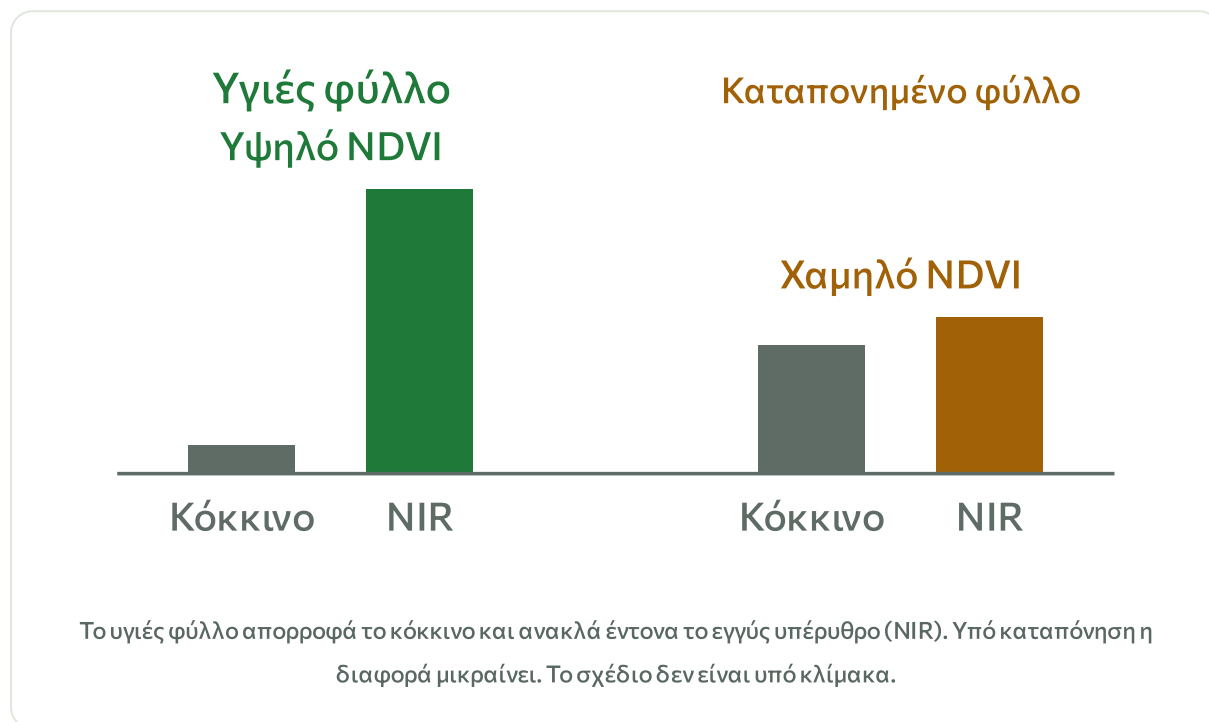
NASA, το NDVI υπολογίζεται ως: $NDVI = (NIR - \text{κόκκινο}) / (NIR + \text{κόκκινο})$. Η τιμή κυμαίνεται από -1 έως +1. Σε πυκνή βλάστηση παρατηρούνται τιμές 0,6-0,8, ενώ σε περιοχές χωρίς βλάστηση 0,1 και κάτω.

Θερμική κάμερα

Μετρά τη θερμοκρασία της επιφάνειας. Στα φύλλα φυτού που δεν έχει επαρκές νερό κλείνουν τα στόματα, η διαπνοή μειώνεται και το φύλλο θερμαίνεται. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Δανία, συνδυάστηκαν θερμικές και ορατές εικόνες για την παραγωγή χαρτών υδατικής καταπόνησης σε ανάλυση 0,25 m για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο σε χωράφι κριθαριού.

LiDAR

Εκπέμπει παλμούς λέιζερ και υπολογίζει την απόσταση από τον χρόνο επιστροφής. Επειδή μπορούν να καταγραφούν πολλαπλές ανακλάσεις ενός παλμού, το λέιζερ φτάνει και στο έδαφος μέσα από τα κενά της φυλλωσιάς. Έτσι μετριέται τόσο το ύψος της κόμης του δέντρου όσο και του εδάφους. Σε ένα παράδειγμα συστήματος, ο κατασκευαστής δηλώνει ακρίβεια 5 cm οριζόντια και 4 cm κατακόρυφα στα 150 μέτρα.





Funded by
the European Union



Ακρίβεια θέσης: GNSS και RTK

Η συμβατική δορυφορική τοποθέτηση μπορεί να έχει σφάλμα μερικών μέτρων. Αυτό δεν γίνεται αντιληπτό σε έναν ευρύ χάρτη, αλλά έχει σημασία όταν επικαλύπτετε εικόνες από δύο πτήσεις ή όταν θέλετε να διακόψετε τον ψεκασμό λίγα μέτρα πριν από κανάλι. Το σύστημα **RTK** (πραγματικού χρόνου κινηματική τοποθέτηση) μειώνει αυτό το σφάλμα σε επίπεδο εκατοστού, με διορθώσεις από επίγειο σταθμό ή δίκτυο διορθώσεων. Για ένα παράδειγμα drone παρατήρησης, ο κατασκευαστής δηλώνει με RTK ακρίβεια 1 cm + 1 ppm οριζόντια και 1,5 cm + 1 ppm κατακόρυφα.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Τι μετρά ο αισθητήρας;

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>



Παράδειγμα από το Κοζάν

Σε ένα πορτοκαλεώνα, το ύψος και το μέγεθος της κόμης των δέντρων μπορούν να μετρηθούν με LiDAR ή με επικαλυπτόμενες φωτογραφίες RGB. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε ελαιώνες στην Ισπανία, το ύψος των δέντρων που υπολογίστηκε από φωτογραφίες drone είχε μέση διαφορά 0,17-0,53 m από τις επίγειες μετρήσεις. Αν είναι γνωστό το μέγεθος της κόμης, η δόση και το ύψος πτήσης στον ψεκασμό μπορούν να προσαρμοστούν ανά δέντρο.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Σε εκτενή αγροτεμάχια βαμβακιού, ο χάρτης NDVI που λαμβάνεται με πολυφασματική κάμερα δείχνει τις περιοχές με υπολειπόμενη ανάπτυξη. Η θερμική κάμερα βοηθά να κατανοηθεί αν στις ίδιες περιοχές υπάρχει υδατική καταπόνηση. Όταν διαβάζονται μαζί τα δύο δεδομένα, διακρίνεται ευκολότερα αν το πρόβλημα προέρχεται από την άρδευση ή από άλλη αιτία.



Funded by
the European Union



Συνοπτικά

Την πτήση εξασφαλίζουν ο κινητήρας, το ESC, ο ελεγκτής πτήσης, η μπαταρία και οι προπέλες. Στο drone ψεκασμού υπάρχουν δεξαμενή, αντλία και ακροφύσια, καθώς και ραντάρ και κάμερες για ασφάλεια, ωστόσο λεπτές γραμμές μπορεί να μην ανιχνεύονται. Στο κομμάτι των δεδομένων, η κάμερα RGB μετρά εικόνα και μοντέλο, η πολυφασματική κάμερα την υγεία του φυτού, η θερμική κάμερα την υδατική καταπόνηση και το LiDAR την τρισδιάστατη δομή. Το RTK τοποθετεί όλα αυτά τα δεδομένα με ακρίβεια εκατοστού στη σωστή θέση.

1. DJI (2023). **Agras T50/T25 User Manual v1.0.**
2. DJI. **Mavic 3M τεχνικά χαρακτηριστικά.**
3. NASA Earth Observatory. **Measuring Vegetation (NDVI and EVI).**
4. Hoffmann, H. και άλλοι (2016). **Crop water stress maps for an entire growing season from visible and thermal UAV imagery.** Biogeosciences, 13, 6545-6563.
5. Torres-Sánchez, J. και άλλοι (2015). **High-Throughput 3-D Monitoring of Agricultural-Tree Plantations with Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology.** PLoS ONE, 10(6).



Funded by
the European Union



Μάθημα 4

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων: από το πλάνο πτήσης στον χάρτη

14 λεπτά

Τα δεδομένα από το drone είναι τόσο καλά όσο οι αποφάσεις που παίρνετε πριν από την πτήση. Το ύψος πτήσης καθορίζει πόσο λεπτομερής θα είναι η εικόνα, ενώ η επικάλυψη μεταξύ των φωτογραφιών καθορίζει αν ο χάρτης θα συνδεθεί χωρίς σφάλματα. Σε αυτό το μάθημα σχεδιάζουμε μια χαρτογραφική πτήση από την αρχή μέχρι το τέλος και βλέπουμε πώς οι φωτογραφίες μετατρέπονται σε χάρτη και πώς διαβάζεται αυτός ο χάρτης.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα υπολογίσετε την απόσταση δειγματοληψίας εδάφους (GSD) με τον τύπο.
- ✓ Θα εξηγήσετε γιατί είναι απαραίτητη η επικάλυψη κατά μήκος και κατά πλάτος.
- ✓ Θα παραθέσετε με σειρά τα βήματα από τις φωτογραφίες έως το ορθομωσαϊκό και τον χάρτη δείκτη.
- ✓ Θα ισορροπήσετε το ύψος, την ταχύτητα και την επικάλυψη για έναν αγρό.

Απόσταση δειγματοληψίας εδάφους (GSD)

Το GSD είναι το πόσα εκατοστά στο έδαφος αντιστοιχούν σε ένα pixel της εικόνας. Αν το GSD είναι 2 cm, κάθε pixel αντιστοιχεί σε μια περιοχή 2 cm × 2 cm στο έδαφος. Όσο μικρότερη η τιμή, τόσο μεγαλύτερη η λεπτομέρεια. Από τη σχέση που χρησιμοποιεί η Pix4D, κατασκευαστής λογισμικού φωτογραμμετρίας, προκύπτει ο παρακάτω τύπος:

Τύπος $GSD (cm/pixel) = (\text{πλάτος αισθητήρα [mm]} \times \text{ύψος πτήσης [m]} \times 100) / (\text{εστιακή απόσταση [mm]} \times \text{πλάτος εικόνας [pixel]})$



Funded by
the European Union



Παράδειγμα: με κάμερα που έχει αισθητήρα πλάτους 17,3 mm, εστιακή απόσταση 12,2 mm και εικόνα πλάτους 5280 pixel, αν πετάξετε από 60 μέτρα, το $GSD = (17,3 \times 60 \times 100) / (12,2 \times 5280) \approx 1,61$ cm. Αυτή η τιμή συμφωνεί με τον κανόνα « $GSD = \text{ύψος} / 37,2$ » που δίνει ο κατασκευαστής για την κάμερα RGB του δικού του drone παρατήρησης. Επειδή το ύψος βρίσκεται στον αριθμητή του τύπου, **αν το ύψος διπλασιαστεί, διπλασιάζεται και το GSD.**

Η πτήση σε μεγαλύτερο ύψος σημαίνει λιγότερες γραμμές και συντομότερη πτήση, αλλά χάνεται λεπτομέρεια. Σε μια μελέτη σε ελαιώνες στην Ισπανία, οι εικόνες από 50 μέτρα έδωσαν περίπου 10-20% μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις δέντρων σε σχέση με εκείνες από 100 μέτρα. Αντίθετα, η επεξεργασία των εικόνων από 50 μέτρα διάρκεσε περίπου τέσσερις φορές περισσότερο.

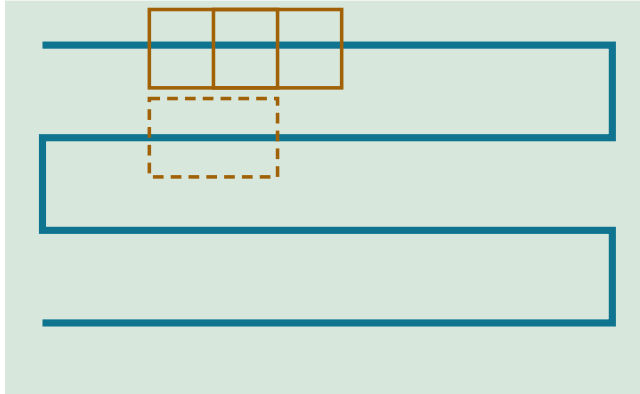
Επικάλυψη και απόσταση γραμμών

Το λογισμικό χαρτογράφησης ενώνει τις εικόνες αντιστοιχίζοντας κοινά σημεία σε διαδοχικές φωτογραφίες. Για αυτό, κάθε σημείο πρέπει να εμφανίζεται σε περισσότερες από μία φωτογραφίες. Η κοινή περιοχή κατά τη διεύθυνση της πτήσης ονομάζεται **επικάλυψη κατά μήκος**, ενώ αυτή μεταξύ παράλληλων γραμμών ονομάζεται **επικάλυψη κατά πλάτος**. Η Pix4D συστήνει γενικά τουλάχιστον 75% επικάλυψη κατά μήκος και 60% κατά πλάτος. Για αγροτικές καλλιέργειες σε επίπεδο έδαφος, προτείνει την αύξηση αυτού του ποσοστού σε τουλάχιστον 80% κατά μήκος και 80% κατά πλάτος, ενώ σε πυκνή βλάστηση σε τουλάχιστον 85%. Ο λόγος είναι απλός: είναι δύσκολο να βρεθούν κοινά σημεία ανάμεσα σε φύλλα που μοιάζουν μεταξύ τους.

Η απόσταση μεταξύ των γραμμών υπολογίζεται σε δύο βήματα. Πρώτα υπολογίζεται το πλάτος που καλύπτει μια φωτογραφία στο έδαφος: $\text{πλάτος αισθητήρα} \times \text{ύψος} / \text{εστιακή απόσταση}$. Στη συνέχεια, αυτό το πλάτος πολλαπλασιάζεται με $(1 - \text{επικάλυψη κατά πλάτος})$. Με την παραπάνω κάμερα στα 60 μέτρα, το πλάτος της φωτογραφίας είναι περίπου 85 m. Με 80% επικάλυψη κατά πλάτος, η απόσταση γραμμών γίνεται 17 m.



Funded by
the European Union



Διαδρομή πτήσης

Ίχνος φωτογραφίας

Επικάλυψη κατά μήκος:
ίδια γραμμή

Επικάλυψη κατά πλάτος:
γειτονική γραμμή

Η αυτόματη διαδρομή σκανάρει τον αγρό με παράλληλες γραμμές πηγαίνοντας και γυρίζοντας. Τα ίχνη των φωτογραφιών επικαλύπτονται τόσο στην ίδια γραμμή όσο και με τη γειτονική γραμμή.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Σχεδιαστής πτήσης χαρτογράφησης

Στη Λάρισα θέλετε να χαρτογραφήσετε με μία μπαταρία έναν αγρό βαμβακιού 500 m x 600 m (30 στρ.). Κάμερα: αισθητήρας πλάτους 17,3 mm, εστιακή απόσταση 12,2 mm, 5280 x 3956 pixel. Με τις ρυθμίσεις ύψους, ταχύτητας και επικάλυψης καλύψτε ταυτόχρονα τους τέσσερις στόχους. Ο χρόνος πτήσης δεν περιλαμβάνει τις στροφές.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>

Από τη φωτογραφία στον χάρτη

1

Αντιστοίχιση

Το λογισμικό εντοπίζει χαρακτηριστικά σημεία σε κάθε φωτογραφία και τα αντιστοιχίζει με τις γειτονικές φωτογραφίες.

Νέφος σημείων και μοντέλο επιφάνειας

25





Funded by
the European Union



Από τα αντιστοιχισμένα σημεία δημιουργείται ένα τρισδιάστατο νέφος σημείων, και από αυτό ένα ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας (που περιλαμβάνει το ύψος της βλάστησης και των κτιρίων).

3

Ορθομωσαϊκό

Οι φωτογραφίες ενώνονται σε έναν ενιαίο χάρτη με κλίμακα, διορθώνοντας τις παραμορφώσεις που προκαλούνται από τις διαφορές ύψους.

4

Χάρτης δείκτη

Από πολυφασματικές εικόνες υπολογίζονται δείκτες όπως το NDVI, ανά pixel.

5

Επιτόπιος έλεγχος

Οι διαφορετικές περιοχές του χάρτη επιβεβαιώνονται με επιτόπια επίσκεψη στον αγρό· η απόφαση λαμβάνεται μετά από αυτό.

Για την ακρίβεια θέσης, είτε χρησιμοποιείται drone με RTK, είτε τοποθετούνται στον αγρό σημεία ελέγχου εδάφους με μετρημένες συντεταγμένες. Στη πολυφασματική μέτρηση, η συνθήκη φωτισμού είναι επίσης σημαντική. Ένας κατασκευαστής αναφέρει ότι ο αισθητήρας ηλιακού φωτός δεν πρέπει να καλύπτεται, διαφορετικά δεν μπορεί να παραχθεί NDVI, και συστήνει πτήση σε καλό φωτισμό, χωρίς η γωνία του ήλιου να πέφτει κάτω από 30 μοίρες.

Το χαμηλό NDVI δεν είναι διάγνωση Το χαμηλό NDVI δείχνει ότι το φυτό είναι λιγότερο πράσινο και πιο αραιό. Η αιτία μπορεί να είναι έλλειψη νερού, έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, ασθένεια, παράσιτο ή απλά καθυστερημένη βλάστηση. Ο χάρτης δείχνει πού να κοιτάξετε· τι θα κάνετε αποφασίζεται μετά τον επιτόπιο έλεγχο.



Funded by
the European Union



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Το σενάριο στον υπολογιστή είναι ένα επίπεδο αγροτεμάχιο βαμβακιού 500 m × 600 m (30 εκτάρια) στον κάμπο της Θεσσαλίας. Ένας λεπτομερής χάρτης με την επικάλυψη 80% που προτείνει η Pix4D για αγροτικές καλλιέργειες μπορεί να παραχθεί με μία μπαταρία μόνο αν ρυθμιστούν σωστά το ύψος και η ταχύτητα.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Σε πορτοκαλιώνα, αν ο στόχος είναι το ύψος των δέντρων και ο όγκος της κόμης, ισχύει η σύσταση για πυκνή βλάστηση: τουλάχιστον 85% επικάλυψη. Επειδή τα σκιερά κενά ανάμεσα στα δέντρα δυσκολεύουν την αντιστοίχιση, απαιτούνται πυκνότερες φωτογραφίες σε σχέση με το χωράφι βαμβακιού.

GSD	Απόσταση δειγματοληψίας εδάφους: το μήκος στο έδαφος που αντιστοιχεί σε ένα pixel (cm/pixel).
Επικάλυψη κατά μήκος	Η κοινή περιοχή δύο διαδοχικών φωτογραφιών στην ίδια γραμμή.
Επικάλυψη κατά πλάτος	Η κοινή περιοχή μεταξύ των φωτογραφιών δύο γειτονικών γραμμών.
Ορθομωσαϊκό	Ένας ενιαίος χάρτης με κλίμακα, όπου οι φωτογραφίες έχουν ενωθεί αφού διορθωθούν οι παραμορφώσεις τους.
Ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας	Χάρτης ύψους της επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένης της βλάστησης και των κατασκευών.
Σημείο ελέγχου εδάφους	Σημάδι με συντεταγμένες μετρημένες στο έδαφος, που χρησιμεύει για την ορθή τοποθέτηση του χάρτη.



Funded by
the European Union



Σύνοψη

Το σχέδιο πτήσης ξεκινά με τρεις ρυθμίσεις: ύψος, ταχύτητα και επικάλυψη. Το ύψος καθορίζει το GSD, η επικάλυψη κατά πλάτος τον αριθμό των γραμμών, και η ταχύτητα τη διάρκεια της πτήσης και το διάστημα μεταξύ φωτογραφιών. Οι φωτογραφίες αντιστοιχίζονται και μετατρέπονται σε ορθομωσαϊκό και χάρτη δείκτη. Ο χάρτης δεν είναι απόφαση, είναι οδηγός· ο τελικός λόγος ανήκει στον επιτόπιο έλεγχο.

1. Pix4D. **Computing the flight height for a given GSD.**
2. Pix4D. **Selecting the image acquisition plan type.**
3. DJI. **Mavic 3M sık sorulan sorular (GSD ve güneş ışığı algılayıcısı).**
4. Torres-Sánchez, J. ve diğerleri (2015). **High-Throughput 3-D Monitoring of Agricultural-Tree Plantations with Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology.** PLoS ONE, 10(6).
5. NASA Earth Observatory. **Measuring Vegetation (NDVI and EVI).**



Funded by
the European Union



Μάθημα 5

Κανόνες ασφαλούς πτήσης και προσομοίωση πτήσης

11 λεπτά

Οι περισσότερες γεωργικές ατυχίες με drone μπορούν να αποφευχθούν πριν την πτήση: ένας ξεχασμένος έλεγχος έλικα, μια λανθασμένα διαβασμένη πρόγνωση ανέμου ή μια γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος που δεν έγινε αντιληπτή. Σε αυτό το μάθημα εξετάζουμε τα βήματα μιας ασφαλούς πτήσης, την επίδραση του ανέμου στον ψεκασμό και τι πρέπει να γίνεται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Οι συνεδρίες προσομοίωσης στο τελευταίο τμήμα της ενότητας βασίζονται σε αυτούς τους κανόνες.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα εφαρμόσετε τους ελέγχους πριν, κατά και μετά την πτήση με τη σωστή σειρά.
- ✓ Θα εξηγήσετε τη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα του ανέμου, το ύψος πτήσης και τη διασπορά (drift).
- ✓ Θα αιτιολογήσετε την απόφασή σας για το απόθεμα μπαταρίας και την επιστροφή στη βάση.
- ✓ Θα αναγνωρίσετε τι πρέπει να γίνεται πρώτα σε πιθανές περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Πριν την πτήση

Η προετοιμασία ξεκινά μία μέρα πριν. Εξετάζεται η πρόγνωση καιρού και ελέγχεται η κατάσταση της περιοχής πτήσης. Η ανανεωμένη οδηγία για ΣμηΕΑ (drone) στην Τουρκία, τον Ιούλιο του 2026, εμφανίζει τις περιοχές πτήσης στον χάρτη του συστήματος παρακολούθησης και διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας ΣμηΕΑ (İHATTYS) με πράσινο, πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα. Εάν πρόκειται να γίνει ψεκασμός, ο κανονισμός του Υπουργείου Γεωργίας και Δασών της Τουρκίας του Δεκεμβρίου 2025 απαιτεί από τον χειριστή να ενημερώσει εκ των προτέρων τους μελισσοκόμους και τη τοπική διοίκηση, ώστε να αποφευχθούν θάνατοι μελισσών.



Funded by
the European Union



Στο πεδίο, πρώτα γίνεται περιπολία της περιοχής με τα πόδια. Εντοπίζονται γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος, στύλοι, δέντρα, κτίρια και άνθρωποι στην περιοχή. Αυτό το βήμα είναι σημαντικό, καθώς το εγχειρίδιο του κατασκευαστή αναφέρει ρητά ότι το ραντάρ και οι κάμερες μπορεί να μην ανιχνεύσουν λεπτές γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος και μικρά εμπόδια. Στη συνέχεια ελέγχονται οι έλικες, το σώμα, τα ακροφύσια και οι συνδέσεις της δεξαμενής. Τοποθετείται η μπαταρία, αναμένεται επαρκές δορυφορικό σήμα και καταγράφεται το σημείο επιστροφής στη βάση.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Η σειρά της ασφαλούς πτήσης

Βάλτε στη σωστή σειρά, από την αρχή μέχρι το τέλος, τα βήματα μιας ημέρας ψεκασμού.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanlı-tarimsal-drone/>

Άνεμος, ύψος και διασπορά (drift)

Η διασπορά (drift) είναι η μεταφορά των ψεκαζόμενων σταγονιδίων εκτός της περιοχής στόχου. Το φάρμακο που φτάνει στο διπλανό αγροτεμάχιο, σε ένα κανάλι νερού ή σε ένα σπίτι βλάπτει τόσο το περιβάλλον όσο και τους ανθρώπους. Η διασπορά επηρεάζεται περισσότερο από τον άνεμο, το ύψος πτήσης και το μέγεθος των σταγονιδίων.

6 m/s

Το γενικό όριο ανέμου για ένα
ενδεικτικό drone ψεκασμού

3 m/s

Το προτεινόμενο ανώτατο όριο
για καλλιέργειες ευαίσθητες
στη διασπορά

1,3-3,1 m/s

Το εύρος που το Πανεπιστήμιο
Πολιτείας του Κάνσας θεωρεί
κατάλληλο για τις
περισσότερες εφαρμογές

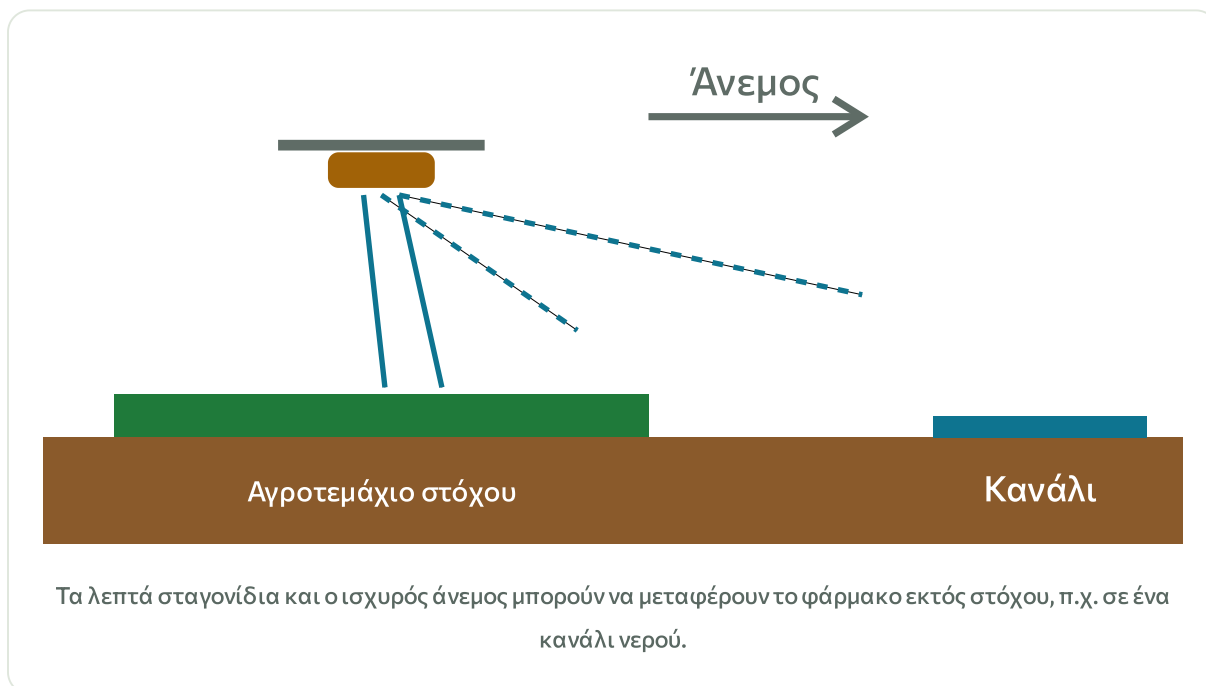
Σε μια μελέτη που αναφέρεται στη σύνοψη του ΟΟΣΑ (OECD) του 2021, όταν το drone πετούσε σε ύψος 2,5 m, το 90% του ψεκαζόμενου υγρού έπεσε στο έδαφος εντός 3,7 m με άνεμο 1,8 m/s, ενώ με άνεμο 4,7 m/s εντός 10 m. Όταν το drone ανέβηκε στα 3,5 m και ο άνεμος έγινε 3,7 m/s, η απόσταση αυτή επεκτάθηκε στα 46,5 m. Η σύνοψη συνοψίζει το γενικό συμπέρασμα ως εξής: όσο αυξάνεται το ύψος, τόσο αυξάνεται η διασπορά. Για αυτόν τον λόγο τα drones ψεκασμού λειτουργούν κοντά



Funded by
the European Union



στην επιφάνεια της καλλιέργειας, συνήθως σε ύψος 1,5-3 m. Το Πανεπιστήμιο Πολιτείας του Κάνσας θεωρεί επίσης κατάλληλη την πτήση σε ύψος 8-12 πόδια (περίπου 2,4-3,7 m) πάνω από τη βλάστηση και θερμοκρασία 15-29 °C.



Απόθεμα μπαταρίας και επιστροφή στη βάση

Το εγχειρίδιο του κατασκευαστή απαιτεί να μην πραγματοποιείται πτήση κάτω από 15%, ώστε να μην προκληθεί βλάβη στην μπαταρία. Το drone επιστρέφει αυτόματα στη βάση όταν φτάσει στο καθορισμένο κατώφλι χαμηλής μπαταρίας· σε κρίσιμο επίπεδο, προσγειώνεται όπου βρίσκεται. Αυτό το κατώφλι πρέπει να ρυθμίζεται λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση από το σημείο απογείωσης και τον άνεμο. Ο άνεμος που φυσά κατά μέτωπο στην πορεία επιστροφής καταναλώνει περισσότερη ενέργεια. Στις προσομοιώσεις αυτής της ενότητας χρησιμοποιούμε ως όριο αποθέματος το **25%**, ώστε να αφήνεται περιθώριο για την επιστροφή και την προσγείωση. Αυτός είναι ένας εκπαιδευτικός κανόνας· στην πραγματική πτήση, ακολουθήστε το εγχειρίδιο του δικού σας μηχανήματος.



Funded by
the European Union



Καταστάσεις έκτακτης ανάγκης

Συναγερμός εμποδίου



Όταν το drone εντοπίσει εμπόδιο, επιβραδύνει και παραμένει σε αιώρηση. Ο χειριστής κατευθύνει το μηχάνημα προς κατεύθυνση που το απομακρύνει από το εμπόδιο. Η ανίχνευση εμποδίων είναι απενεργοποιημένη κατά την αυτόματη προσγείωση.

Κάποιος μπήκε στην περιοχή



Ο ψεκασμός διακόπτεται αμέσως και το drone παραμένει σε ασφαλές ύψος. Η εφαρμογή δεν συνεχίζεται μέχρι το άτομο να αποχωρήσει από την περιοχή.

Υπέρβαση ορίου ανέμου



Ο ψεκασμός διακόπτεται και η αποστολή αποθηκεύεται. Όταν ο άνεμος μειωθεί, η αποστολή συνεχίζεται από το σημείο που είχε διακοπεί.

Η μπαταρία αδειάζει ταχύτερα από το αναμενόμενο



Η αποστολή εγκαταλείπεται και το drone επιστρέφει στη βάση. Η υπόλοιπη περιοχή ολοκληρώνεται με την επόμενη μπαταρία.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Απόφαση επιστροφής

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>

Γιατί πρώτα προσομοίωση;

Ένα πραγματικό drone ψεκασμού μπορεί να φτάσει σε βάρος απογείωσης έως 92 κιλά κατά τον ψεκασμό, και μια λανθασμένη κίνηση μπορεί να βλάψει ανθρώπους, ζώα ή την καλλιέργεια. Στην προσομοίωση, όμως, το λάθος είναι ασφαλές. Βλέπετε τις συνέπειες της υπέρβασης του ορίου ανέμου, της παράβλεψης του αποθέματος μπαταρίας ή του να περάσετε κοντά από μια γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος, χωρίς να διακινδυνεύσετε τίποτα. Ωστόσο, η προσομοίωση δεν αντικαθιστά την πρακτική εκπαίδευση και την άδεια χειριστή που χορηγούνται από τον αρμόδιο φορέα.

Μετά την πτήση

Μετά την προσγείωση, καθαρίζονται η δεξαμενή και τα ακροφύσια, και το υπόλοιπο φάρμακο αποθηκεύεται ή απορρίπτεται σύμφωνα με την ετικέτα του. Η εφαρμογή καταγράφεται: ημερομηνία, αγροτεμάχιο, καλλιέργεια, δόση, καιρικές συνθήκες και χειριστής. Ο κανονισμός του Υπουργείου επιβάλλει την καταγραφή των εφαρμογών φυτοπροστατευτικών προϊόντων.



Παράδειγμα από το Κοζάν

Σύμφωνα με τα πολυετή στοιχεία της Τουρκικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (MGM), η μέση μέγιστη θερμοκρασία τον Ιούλιο στην Άδανα είναι 33,9 °C. Λαμβάνοντας υπόψη το εύρος 15-29 °C που θεωρεί κατάλληλο το Πανεπιστήμιο Πολιτείας του Κάνσας, οι δροσερές ώρες του πρωινού είναι πιο κατάλληλες για ψεκασμό σε έναν πορτοκαλεώνα. Η μέτρηση του ανέμου πρέπει να γίνεται στο πεδίο, αμέσως πριν την πτήση.



Παράδειγμα από τη Λάρισα



Funded by
the European Union



Όπως θα δούμε αναλυτικά στο επόμενο μάθημα, στην Ελλάδα ο εναέριος ψεκασμός απαγορεύεται κατά κανόνα· η κατάσταση όσον αφορά τον ψεκασμό με drone πρέπει να επιβεβαιώνεται από την αρμόδια αρχή. Για αυτόν τον λόγο, στο παράδειγμα αυτό η λίστα ελέγχου του χειριστή στη Λάρισα αφορά πτήση παρατήρησης. Σύμφωνα με τον κανόνα της ΕΕ, μια πτήση στην ανοιχτή κατηγορία δεν υπερβαίνει τα 120 μέτρα και δεν επιτρέπεται η απόρριψη καμίας ουσίας από το drone. Στην υποκατηγορία A3 διατηρείται απόσταση τουλάχιστον 150 μέτρων από περιοχές κατοίκησης, εμπορίου, βιομηχανίας και αναψυχής.

Συνοπτικά

Η ασφαλής πτήση ακολουθεί μια σειρά: σχεδιασμό, ενημέρωση, επιτόπια αναγνώριση, έλεγχο εξοπλισμού, απογείωση, προσεκτική αποστολή και καταγραφή. Όσο αυξάνονται ο άνεμος και το ύψος, τόσο αυξάνεται η διασπορά· ο ψεκασμός γίνεται σε χαμηλό ύψος και σε ήρεμο καιρό. Όταν φτάνει στο απόθεμα μπαταρίας, η αποστολή εγκαταλείπεται. Στις συνεδρίες προσομοίωσης, καθένας από αυτούς τους κανόνες θα επηρεάσει τη βαθμολογία σας.

1. DJI (2023). **Agras T50/T25 User Manual v1.0**.
2. OECD (2021). **Report on the State of the Knowledge: Literature Review on Unmanned Aerial Spray Systems in Agriculture**.
3. Joshi, D. και άλλοι (2026). **Spray Drones: Benefits and Management Considerations**. Kansas State University Agronomy eUpdate.
4. Υπουργείο Γεωργίας και Δασών της Τουρκίας (2025). **Bitki Koruma Ürünlerinin Uygulanması ve Denetimine İlişkin Yönetmelik**. Επίσημη Εφημερίδα, 13.12.2025, αριθμός 33106.
5. Τουρκική Μετεωρολογική Υπηρεσία. **Στατιστικά νομού Άδανα (1929-2025)**.



Funded by
the European Union



Μάθημα 6

Νομικό πλαίσιο: Τουρκία, ΕΕ και Ελλάδα

13 λεπτά

Στη χρήση αγροτικών drone υπάρχουν δύο ξεχωριστές δέσμες κανόνων: κανόνες αεροπορίας (ποιος, πού, πώς μπορεί να πετάξει) και κανόνες φυτοπροστασίας (πώς μπορεί να εφαρμοστεί το φάρμακο από αέρα). Η Τουρκία και η Ελλάδα διαφοροποιούνται σημαντικά σε αυτό το θέμα. Οι πληροφορίες αυτού του μαθήματος έχουν συγκεντρωθεί από επίσημα κείμενα με ημερομηνία αναφοράς την **24 Σεπτεμβρίου 2026**. Επειδή η νομοθεσία αλλάζει συχνά, πριν σχεδιάσετε μια πτήση ή μια εφαρμογή, ελέγξτε οπωσδήποτε την επίσημη και επικαιροποιημένη πηγή.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα γνωρίσετε τις βασικές διατάξεις της οδηγίας της SHGM που ρυθμίζει τις πτήσεις drone στην Τουρκία.
- ✓ Θα απαριθμήσετε τις προϋποθέσεις του Υπουργείου Γεωργίας και Δασών της Τουρκίας για ψεκασμό με drone.
- ✓ Θα εξηγήσετε τη διάκριση της ΕΕ μεταξύ ανοιχτής και ειδικής κατηγορίας, καθώς και την απαγόρευση ψεκασμού από αέρα.
- ✓ Θα συγκρίνετε γιατί η ίδια εργασία αξιολογείται διαφορετικά στο Κοζάν και στη Λάρισα.

Τουρκία: δύο φορείς, δύο άδειες

Κανόνες πτήσης: η οδηγία της SHGM

Η Γενική Διεύθυνση Πολιτικής Αεροπορίας της Τουρκίας (SHGM) ανακοίνωσε στις **30 Ιουλίου 2026** ότι η ανασυνταγμένη Οδηγία Συστημάτων Μη Επανδρωμένων Αεροχημάτων (SHT-İHA) εγκρίθηκε και τέθηκε σε ισχύ. Η νέα οδηγία αντικατέστησε την προηγούμενη οδηγία του 2016. Οι κύριες διατάξεις είναι οι εξής:



Funded by
the European Union



ΘΕΜΑ	ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ ΤΟΥ 2026
Κατηγορίες αεροχημάτων	M0: 500 g-4 kg · M1: 4-25 kg · M2: 25-150 kg · M3: 150 kg και άνω (μέγιστη μάζα απογείωσης)
Εγγραφή	Όλοι οι χρήστες, εκτός από τα απλά ΙΗΑ (παιχνίδια), εγγράφονται μέσω του İHATTYS. Προθεσμία για τα αεροχήματα που ήδη χρησιμοποιούνται: 31.07.2027.
Άδεια χειριστή	Ανεξάρτητα από την κατηγορία και το βάρος του αεροχήματος: P0 ερασιτεχνικό, P1 εμπορικό, P2 το πιο ολοκληρωμένο επίπεδο
Πλαίσιο πτήσης (P0, P1)	Εντός οπτικής επαφής, μέχρι 120 m ύψος και 3.000 m απόσταση
Ζώνες πτήσης	Πράσινες, πορτοκαλί και κόκκινες ζώνες στον χάρτη του İHATTYS

Για εμπορικές πτήσεις εντός οπτικής επαφής απαιτείται τουλάχιστον άδεια P1. Εργασίες υψηλού κινδύνου, όπως πτήσεις εκτός οπτικής επαφής, αυτόνομες λειτουργίες και μεταφορά επικίνδυνων υλικών, εμπίπτουν στο P2. Επιβεβαιώστε από την SHGM σε ποιο επίπεδο εμπίπτει ο ψεκασμός φυτοπροστασίας. Για παράδειγμα, ένα drone ψεκασμού με μέγιστη μάζα απογείωσης 92 kg εμπίπτει στην κατηγορία M2, ενώ ένα drone παρατήρησης περίπου 1 kg εμπίπτει στην κατηγορία M0. Η οδηγία δίνει στους χρήστες προθεσμία έως 31.07.2027 για συμμόρφωση με τους νέους κανόνες· μέχρι να τεθεί σε λειτουργία το İHATTYS, εφαρμόζονται οι διαδικασίες εγγραφής και αδειοδότησης του προηγούμενου καθεστώτος. Στο κείμενο της νέας οδηγίας δεν υπάρχει διάταξη σχετικά με την ασφάλιση. Επιβεβαιώστε την υποχρέωση ασφάλισης από τις τρέχουσες ανακοινώσεις της SHGM και από τον ασφαλιστή σας.

Κανόνες ψεκασμού: Υπουργείο Γεωργίας και Δασών

Ο Κανονισμός για την Εφαρμογή και τον Έλεγχο των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων του Υπουργείου, που δημοσιεύθηκε στην Επίσημη Εφημερίδα στις 13 Δεκεμβρίου 2025, ρυθμίζει ξεχωριστά τον ψεκασμό με drone:

1

Άδεια



Funded by
the European Union



Το ΙΗΑ με μονάδα ψεκασμού πρέπει υποχρεωτικά να είναι αδειοδοτημένο από το Υπουργείο.

2

Άδεια πτήσης

Οι όροι πτήσης και οι άδειες λαμβάνονται ξεχωριστά, σύμφωνα με τη νομοθεσία της SHGM.

3

Ομάδα δύο ατόμων

Η εφαρμογή πραγματοποιείται από κοινού από άτομο με άδεια χειριστή ΙΗΑ και επαγγελματία εφαρμοστή φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

4

Περιορισμένο πεδίο

Το Υπουργείο καθορίζει σε ποιο προϊόν, κατά ποιου εχθρού και με ποιες παραμέτρους (ακροφύσιο, δόση, ταχύτητα, ύψος) θα χρησιμοποιηθεί. Δεν επιτρέπεται χρήση εκτός αυτών.

5

Ευαίσθητες περιοχές

Ο εφαρμοστής ενημερώνει εκ των προτέρων τους μελισσοκόμους και την τοπική αρχή (muhtarlık). Κοντά σε υδάτινους πόρους χρησιμοποιείται εξοπλισμός και τεχνική χαμηλής διασποράς (drift).

Ο κανονισμός τέθηκε σε ισχύ 30 ημέρες μετά τη δημοσίευσή του· στους νομούς όπου δεν έγινε πιλοτική εφαρμογή, δεν εφαρμόστηκε μέχρι την 1η Ιουλίου 2026. Το Υπουργείο διαθέτει επίσης οδηγία σχετικά με τις εφαρμογές φυτοπροστασίας με drone. Ενημερωθείτε από τη νομαρχιακή ή επαρχιακή διεύθυνση γεωργίας και δασών για ποια προϊόντα και εχθρούς έχει δοθεί άδεια.

ΕΕ και Ελλάδα

Αεροπορία: ανοιχτή και ειδική κατηγορία

Στην ΕΕ, τις πτήσεις drone ρυθμίζει ο Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2019/947. Για να θεωρηθεί μια πτήση «ανοιχτής» κατηγορίας, η μέγιστη μάζα απογείωσης του drone πρέπει να είναι κάτω από 25



Funded by
the European Union



kg, η πτήση να γίνεται εντός οπτικής επαφής και σε ύψος έως 120 m από το έδαφος, να μη μεταφέρει επικίνδυνα υλικά και να **μην αφήνει καμία ουσία**. Εάν δεν πληρούνται μία από αυτές τις προϋποθέσεις, η πτήση εμπίπτει στην «ειδική» κατηγορία και απαιτείται άδεια λειτουργίας από την εθνική αρχή. Ο ψεκασμός, καθώς αφήνει υγρό, δεν εμπίπτει στην ανοιχτή κατηγορία.

Φυτοπροστασία: απαγόρευση ψεκασμού από αέρα

Το άρθρο 9 της Οδηγίας 2009/128/EK για την αειφόρο χρήση των γεωργικών φαρμάκων είναι σαφές: τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν την απαγόρευση του ψεκασμού από αέρα. Εξαιρέση μπορεί να δοθεί μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και εφόσον πληρούνται όλες οι εξής προϋποθέσεις: δεν υπάρχει εφαρμόσιμη εναλλακτική μέθοδος ή υπάρχει σαφές πλεονέκτημα για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον σε σχέση με την επίγεια εφαρμογή· το προϊόν έχει εγκριθεί επιπλέον για εφαρμογή από αέρα· ο εφαρμοστής είναι πιστοποιημένος· η επιχείρηση που πραγματοποιεί τον ψεκασμό είναι πιστοποιημένη· η περιοχή δεν βρίσκεται κοντά σε κατοικημένες περιοχές (αν βρίσκεται κοντά σε χώρους ανοιχτούς στο κοινό, στην άδεια προστίθενται επιπλέον ειδικά μέτρα)· χρησιμοποιείται η βέλτιστη τεχνολογία μείωσης της διασποράς (drift). Ο εφαρμοστής υποβάλλει το σχέδιο εφαρμογής για έγκριση στην αρμόδια αρχή και οι κάτοικοι της περιοχής προειδοποιούνται εκ των προτέρων. Η Οδηγία ορίζει τον ψεκασμό από αέρα ως εφαρμογή με αεροπλάνο ή ελικόπτερο (άρθρο 3)· δεν αναφέρεται ρητά σε drone. Η πρόταση κανονισμού του 2022, που θεωρούσε και τα drone ως εφαρμογή από αέρα, αποσύρθηκε τον Μάρτιο του 2024. Η Επιτροπή πρότεινε τον Δεκέμβριο του 2025 ένα πακέτο απλοποίησης που περιλαμβάνει και τροποποίηση αυτής της Οδηγίας. Σύμφωνα με τα αρχεία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, η πρόταση βρίσκεται τον Σεπτέμβριο του 2026 ακόμη σε επιτροπή· δηλαδή δεν έχει νομοθετηθεί.

Η Ελλάδα μετέφερε την Οδηγία στο εθνικό δίκαιο με τον Νόμο 4036/2012. Το άρθρο 23 του νόμου αναφέρει ότι «στην Ελλάδα ο ψεκασμός από αέρα απαγορεύεται» και απαριθμεί τις προϋποθέσεις εξαίρεσης με τον ίδιο τρόπο όπως η Οδηγία. Ένα γνωστό παράδειγμα ερμηνείας για τα drone είναι το εξής: η Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας της Περιφερειακής Ενότητας Ημαθίας ανακοίνωσε τον Σεπτέμβριο του 2024 ότι η εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων με drone απαγορεύεται σύμφωνα με αυτόν τον νόμο, ότι η μόνη εξαίρεση είναι εφαρμογές δημόσιας υγείας όπως η καταπολέμηση κουνουπιών, και ότι για την παράβαση προβλέπεται πρόστιμο από 300 έως 5.000 ευρώ. Πρόκειται για περιφερειακή ανακοίνωση· η τρέχουσα εφαρμογή σε εθνικό επίπεδο μπορεί να διαφέρει. Αν σκέφτεστε ψεκασμό με drone στην Ελλάδα, θα πρέπει πρώτα να συμβουλευτείτε το



Funded by
the European Union



τμήμα φυτοπροστασίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) ή την οικεία περιφερειακή διεύθυνση γεωργίας.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Πού ισχύει ο κανόνας;

Τοποθετήστε κάθε κανόνα στον τόπο όπου ισχύει, με ημερομηνία αναφοράς 24 Σεπτεμβρίου 2026.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>



Παράδειγμα από το Κοζάν

Στο Κοζάν, ένας παραγωγός πορτοκαλιών θέλει να λάβει υπηρεσία ψεκασμού με drone. Η ομάδα που θα παρέχει την υπηρεσία πρέπει να διαθέτει ΙΗΑ αδειοδοτημένο από το Υπουργείο, χειριστή με άδεια και επαγγελματία εφαρμοστή. Η εφαρμογή πρέπει να εντάσσεται στο προϊόν και τον εχθρό για τα οποία έχει δοθεί άδεια από το Υπουργείο, και οι μελισσοκόμοι και η τοπική αρχή πρέπει να ενημερωθούν εκ των προτέρων. Η άδεια πτήσης και η εγγραφή ολοκληρώνονται επίσης ξεχωριστά.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Η ίδια υπηρεσία σε ένα βαμβακοχώρο στη Λάρισα είναι πολύ πιο δύσκολη: ο ελληνικός νόμος απαγορεύει κατά κανόνα τον ψεκασμό από αέρα, για την εξαίρεση απαιτούνται όλες οι παραπάνω προϋποθέσεις, και τουλάχιστον μία περιφερειακή ενότητα έχει ανακοινώσει ότι αυτή η απαγόρευση καλύπτει και τα drone. Δεν πρέπει να γίνεται σχεδιασμός χωρίς να έχει διασαφηνιστεί η ακριβής κατάσταση από την αρμόδια αρχή. Το drone μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για παρατήρηση και χαρτογράφηση. Ο χάρτης εφαρμογής που προκύπτει από πολυφασματικό χάρτη μπορεί να εφαρμοστεί με επίγειο ψεκαστήρα.



Funded by
the European Union



Αυτό το μάθημα δεν αποτελεί νομική συμβουλή Οι πληροφορίες εδώ είναι σύνοψη επίσημων κειμένων και ισχύουν κατά την αναφερόμενη ημερομηνία. Πριν από κάθε εφαρμογή, επιβεβαιώστε με την SHGM, τις νομαρχιακές και επαρχιακές διευθύνσεις του Υπουργείου Γεωργίας και Δασών ή, στην Ελλάδα, με την αρμόδια περιφερειακή διεύθυνση γεωργίας.

Συνοπτικά

Στην Τουρκία, ο ψεκασμός με drone απαιτεί ταυτόχρονη συμμόρφωση με τους κανόνες πτήσης της SHGM και τους κανόνες ψεκασμού του Υπουργείου Γεωργίας και Δασών: αδειοδοτημένο αεροχέιμα, χειριστή με άδεια, επαγγελματία εφαρμοστή και εγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής. Στην ΕΕ, το drone ψεκασμού δεν εμπίπτει στην ανοιχτή κατηγορία· η Οδηγία 2009/128/EK απαγορεύει κατά κανόνα τον ψεκασμό από αέρα και εξαρτά την εξαίρεση από την πλήρωση αυστηρών προϋποθέσεων. Η Ελλάδα έχει μεταφέρει αυτή την απαγόρευση με τον εθνικό νόμο της· επιβεβαιώστε πριν από κάθε εφαρμογή πώς εφαρμόζεται στα drone από την αρμόδια αρχή. Πτήσεις παρατήρησης και χαρτογράφησης, αντίθετα, μπορούν να γίνουν και στις δύο χώρες με την κατάλληλη κατηγορία και εγγραφή.

1. SHGM (2026). **İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA) ve yayım duyurusu (30.07.2026).**
2. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2025). **Bitki Koruma Ürünlerinin Uygulanması ve Denetimine İlişkin Yönetmelik.** Resmî Gazete, 13.12.2025, sayı 33106.
3. Ευρωπαϊκή Ένωση (2019). **Uygulama Tüzüğü (AB) 2019/947.**
4. Ευρωπαϊκή Ένωση (2009). **Direktif 2009/128/AT, madde 9;** değişiklik önerisinin durumu: **Avrupa Parlamentosu, 2025/0409(COD).**
5. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. **Sustainable use of pesticides** (tüzük önerisinin geri çekilmesi); öneri metni: **COM(2022) 305.**



Funded by
the European Union



6. Ελλάδα (2012). **Yasa 4036/2012, madde 23**; drone'lara uygulanışı: **İmathia Bölgesel Birimi tarım müdürlüğü duyurusu (2024).**





Funded by
the European Union



Μάθημα 7

Τα βασικά της επαυξημένης πραγματικότητας

11 λεπτά

Όταν κοιτάτε το τραπέζι με την κάμερα του τηλεφώνου σας, βλέπετε στην οθόνη πάνω στο τραπέζι ένα μικρό χωράφι και ένα drone που πετάει πάνω από αυτό το χωράφι. Το τραπέζι είναι πραγματικό, το χωράφι και το drone είναι εικονικά. Αυτός είναι ο πιο απλός ορισμός της επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Σε αυτό το μάθημα εξετάζουμε τι είναι η AR, τη διαφορά της από την εικονική πραγματικότητα και το πώς ένα τηλέφωνο "κατανοεί" μια πραγματική επιφάνεια.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα εξηγήσετε τη διαφορά μεταξύ AR, VR και μικτής πραγματικότητας (MR).
- ✓ Θα κατατάξετε τα βήματα παρακολούθησης κίνησης, ανίχνευσης επιφάνειας και αγκύρωσης μιας εφαρμογής AR.
- ✓ Θα διακρίνετε την AR με δείκτη από την AR χωρίς δείκτη.
- ✓ Θα μάθετε σε ποιες συσκευές μπορεί να χρησιμοποιηθεί η AR που λειτουργεί στον περιηγητή (WebXR).

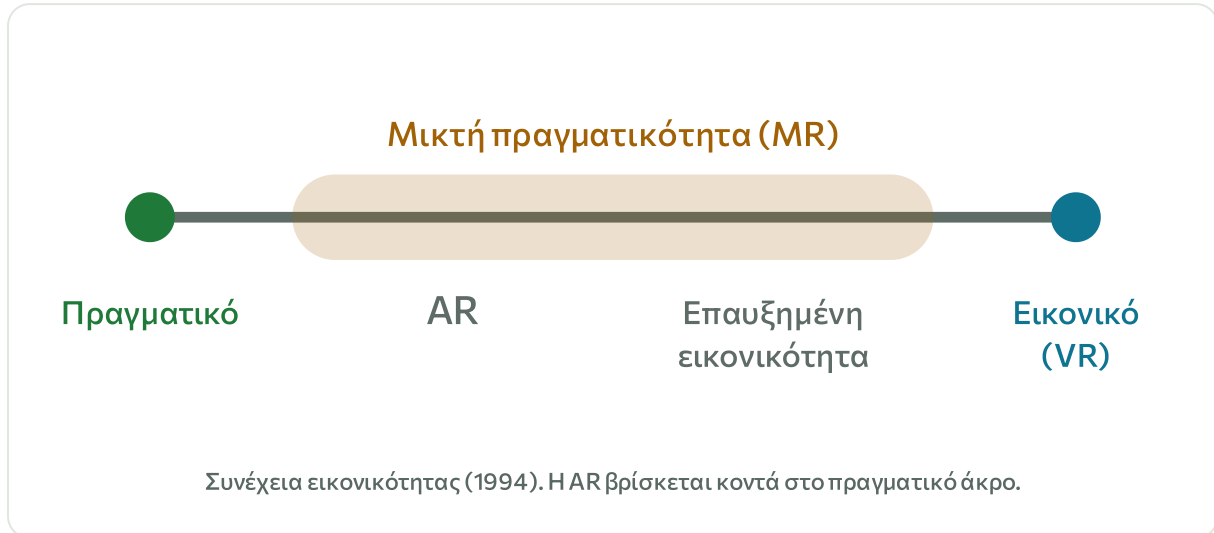
Μια γραμμή από την πραγματικότητα προς την εικονικότητα

Σε ένα άρθρο που δημοσιεύτηκε το 1994 και στο οποίο γίνεται συχνά αναφορά σε αυτόν τον τομέα, ορίζεται ένα μοντέλο που ονομάζεται "συνέχεια εικονικότητας". Στο ένα άκρο της γραμμής βρίσκεται το εντελώς πραγματικό περιβάλλον, στο άλλο άκρο το εντελώς εικονικό περιβάλλον.

Όλα τα ενδιάμεσα ονομάζονται **μικτή πραγματικότητα (MR)**. Η **επαυξημένη πραγματικότητα (AR)** είναι η περίπτωση όπου το πραγματικό περιβάλλον εμπλουτίζεται με εικονικά αντικείμενα. Το αντίθετο, δηλαδή η προσθήκη πραγματικών στοιχείων σε ένα εικονικό περιβάλλον, είναι η αυξημένη εικονικότητα. Η **εικονική πραγματικότητα (VR)**, από την άλλη, μεταφέρει τον χρήστη εντελώς σε ένα περιβάλλον που έχει δημιουργηθεί από υπολογιστή.



Funded by
the European Union



Πώς κατανοεί το τηλέφωνο μια επιφάνεια;

Η τεκμηρίωση του ARCore, της πλατφόρμας AR της Google, περιγράφει αυτή τη διαδικασία με τρεις έννοιες. **Παρακολούθηση κίνησης:** το τηλέφωνο υπολογίζει τη θέση και τον προσανατολισμό του συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά σημεία (feature points) στην εικόνα της κάμερας με τα δεδομένα των αισθητήρων κίνησης. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται ταυτόχρονος εντοπισμός θέσης και χαρτογράφηση (SLAM). **Κατανόηση περιβάλλοντος:** εντοπίζονται σύνολα χαρακτηριστικών σημείων που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, και οι οριζόντιες επιφάνειες, όπως ένα τραπέζι ή το έδαφος, καθώς και οι κατακόρυφες επιφάνειες, όπως ένας τοίχος, δίνονται στην εφαρμογή ως επίπεδα. **Άγκυρα:** όσο περισσότερο γνωρίζει το τηλέφωνο το περιβάλλον, τόσο ενημερώνονται οι υπολογισμοί. Για να παραμείνει το εικονικό αντικείμενο στη θέση του, πρέπει να είναι συνδεδεμένο σε μια άγκυρα.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Πώς το τηλέφωνο τοποθετεί το εικονικό χωράφι στο τραπέζι;

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanlı-tarimsal-drone/>



Funded by
the European Union



AR με δείκτη και χωρίς δείκτη

Μια ανασκόπηση που εξετάζει τις εφαρμογές AR στη γεωργία διακρίνει δύο προσεγγίσεις. Η **AR με δείκτη** ξεκινά με έναν κωδικό QR ή ένα τυπωμένο σχέδιο· μόλις εντοπιστεί ο κωδικός, το περιεχόμενο ανοίγει σε αυτό το σημείο. Λειτουργεί καλά σε χώρους με μικρή κίνηση, όπως ένα θερμοκήπιο ή ένας στάβλος· για παράδειγμα, όταν σκαναριστεί ο κωδικός στο ενώτιο ενός ζώου ή σε ένα μηχάνημα, ανοίγει η καταχώρηση. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος περιορίζει τον χρήστη στο σημείο όπου βρίσκεται ο κωδικός. Η **AR χωρίς δείκτη**, από την άλλη, δεν απαιτεί κωδικό· ο χρήστης τοποθετεί το περιεχόμενο στην επιφάνεια που θέλει αγγίζοντας την οθόνη, ή η θέση προσδιορίζεται με GPS. Είναι πιο ευέλικτη, αλλά η τοποθέτηση του εικονικού αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο είναι πιο δύσκολη. Η προσομοίωση drone σε αυτή την ενότητα λειτουργεί χωρίς δείκτη.

AR στον περιηγητή: WebXR

Χωρίς λήψη εφαρμογής, η εμπειρία AR στον περιηγητή είναι δυνατή μέσω των προτύπων WebXR του W3C. Το WebXR Augmented Reality Module ορίζει έναν τύπο συνεδρίας που ονομάζεται **immersive-ar**: το περιεχόμενο χρησιμοποιεί ολόκληρη την οθόνη της συσκευής και συνδυάζεται με το πραγματικό περιβάλλον. Το WebXR Hit Test Module, από την άλλη, στέλνει μια ακτίνα από τη συσκευή προς το πραγματικό περιβάλλον και αναφέρει το σημείο όπου αυτή η ακτίνα τέμνεται με μια φυσική επιφάνεια. Το εικονικό χωράφι τοποθετείται σε αυτό το σημείο, ευθυγραμμισμένο με την επιφάνεια. Το AR Module ορίζει επίσης πώς θα συνδυαστεί το εικονικό περιεχόμενο με την πραγματική εικόνα: σε συσκευές όπως το τηλέφωνο, που εμφανίζουν την εικόνα της κάμερας στην οθόνη, το περιεχόμενο επικαλύπτεται πάνω σε αυτή την εικόνα, ενώ σε γυαλιά με διαφανή φακό προστίθεται στο φως που βλέπετε. Και τα δύο έγγραφα βρίσκονται σε στάδιο προσχεδίου από το 2026.

Σε ποια συσκευή λειτουργεί; Σύμφωνα με τα δεδομένα του caniuse.com του Αυγούστου 2026, το WebXR υποστηρίζεται εν μέρει στο Chrome και στο Samsung Internet για Android. Δεν υποστηρίζεται στο Safari του iPhone. Στο Android, η συσκευή πρέπει να είναι πιστοποιημένη με ARCore. Στις συσκευές που δεν μπορούν να ενεργοποιήσουν τη



Funded by
the European Union



λειτουργία AR, η προσομοίωση λειτουργεί με την ίδια αποστολή σε λειτουργία 3D ή 2D.



Παράδειγμα σεναρίου από το Κοζάν

Σε μια αίθουσα εκπαίδευσης, οι συμμετέχοντες κρατούν τα τηλέφωνα τους πάνω στο τραπέζι και τοποθετούν έναν εικονικό πορτοκαλεώνα πάνω σε αυτό. Βλέποντας από κάθε γωνία τη γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος και το αρδευτικό κανάλι στην άκρη του κτήματος, συζητούν τη διαδρομή ψεκασμού. Πριν πάνε στο πραγματικό κτήμα, έχουν ήδη συζητήσει πού βρίσκονται τα εμπόδια.



Παράδειγμα σεναρίου από τη Λάρισα

Σε μια συνάντηση συνεταιρισμού, ο χάρτης drone ενός χωραφιού βαμβακιού τοποθετείται τρισδιάστατα πάνω στο τραπέζι. Τα μέλη δείχνουν με το δάχτυλο τις περιοχές με χαμηλή ανάπτυξη και σχεδιάζουν ποιος θα πάει για επιτόπιο έλεγχο.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Η AR δεν ανοίγει

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanlı-tarimsal-drone/>

Σε τι χρησιμεύει η AR σε αυτή την ενότητα;

Η λειτουργία 2D της προσομοίωσης drone εμφανίζει το χωράφι σαν χάρτη με κάθετη θέα. Η λειτουργία 3D παρουσιάζει την ίδια σκηνή ως ένα μοντέλο που μπορεί να περιστραφεί στην οθόνη. Η λειτουργία AR, από την άλλη, τοποθετεί τη σκηνή στην επιφάνεια μπροστά σας· περπατώντας γύρω από το χωράφι, βλέπετε το ύψος της γραμμής και των δέντρων από τη δική σας οπτική γωνία. Η αποστολή και οι κανόνες είναι οι ίδιοι στις τρεις λειτουργίες, αλλάζει μόνο ο τρόπος θέασης.



Funded by
the European Union



AR	Επαυξημένη πραγματικότητα: η προσθήκη εικονικών αντικειμένων πάνω στο πραγματικό περιβάλλον.
VR	Εικονική πραγματικότητα: η πλήρης μεταφορά του χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον.
SLAM	Ταυτόχρονος εντοπισμός θέσης και χαρτογράφηση: η παρακολούθηση της θέσης της συσκευής ενώ χαρτογραφεί το περιβάλλον.
Άγκυρα	Η αναφορά που σταθεροποιεί το εικονικό αντικείμενο σε ένα σημείο του πραγματικού κόσμου.
Δοκιμή πρόσκρουσης	Ο εντοπισμός του σημείου όπου η ακτίνα που στέλνεται από τη συσκευή τέμνεται με μια πραγματική επιφάνεια.

Συνοπτικά

Η AR προσθέτει εικονικά αντικείμενα πάνω στο πραγματικό περιβάλλον· η VR μεταφέρει τον χρήστη εντελώς σε ένα εικονικό περιβάλλον. Το τηλέφωνο παρακολουθεί τη θέση του με σημεία στην εικόνα της κάμερας και με αισθητήρες κίνησης, εντοπίζει επιφάνειες και σταθεροποιεί το εικονικό αντικείμενο με μια άγκυρα. Στον περιηγητή αυτό γίνεται με το WebXR, ωστόσο η υποστήριξη δεν υπάρχει σε όλες τις συσκευές.

1. Milgram, P. και Kishino, F. (1994). **A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays**. IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D(12), 1321-1329.
2. Google. **ARCore: Fundamental concepts**.
3. W3C (2025). **WebXR Augmented Reality Module, Level 1 και WebXR Hit Test Module**.
4. caniuse.com. **WebXR Device API tarayıcı desteği**.
5. Hurst, W., Mendoza, F. R. και Tekinerdogan, B. (2021). **Augmented Reality in Precision Farming: Concepts and Applications**. Smart Cities, 4(4), 1454-1468.



Funded by
the European Union



Μάθημα 8

Πρακτική εκμάθηση με AR

11 λεπτά

Το να μάθει κανείς να πετάει με ασφάλεια ένα drone μόνο διαβάζοντας είναι δύσκολο· είναι σαν να μαθαίνεις ποδήλατο από βιβλίο. Από την άλλη, δεν θέλουμε να ρίξουμε ένα ακριβό μηχάνημα στο χωράφι με την πρώτη προσπάθεια. Η επαυξημένη πραγματικότητα και η προσομοίωση ανοίγουν έναν ασφαλή χώρο εξάσκησης ανάμεσα σε αυτά τα δύο. Σε αυτό το μάθημα εξετάζουμε τα στοιχεία σχετικά με την επίδραση της AR στη μάθηση και τις συγκεκριμένες χρήσεις της στη γεωργία.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα αξιολογήσετε την επίδραση της AR στη μάθηση με βάση ευρήματα μετα-αναλύσεων.
- ✓ Θα αντιστοιχίσετε δοκιμασμένες εφαρμογές AR στη γεωργία με τους τύπους εργασιών τους.
- ✓ Θα εξηγήσετε πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί τα δεδομένα drone και η AR.
- ✓ Θα απαριθμήσετε τους περιορισμούς που πρέπει να προσέχετε όταν χρησιμοποιείτε AR στο χωράφι.

Τι λένε τα στοιχεία;

Η επίδραση της AR στη μάθηση έχει μελετηθεί εκτενώς στην εκπαιδευτική έρευνα. Μια μετα-ανάλυση που συνδυάζει 64 ποσοτικές μελέτες (συνολικά 4.705 μαθητές) που δημοσιεύθηκαν μεταξύ 2010-2018, βρήκε ότι η AR έχει **μέτρια** επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα (μέγεθος επίδρασης $d = 0,68$). Σε άλλη μετα-ανάλυση που συνδυάζει 24 μελέτες στην εκπαίδευση φυσικών επιστημών, η επίδραση είναι επίσης μέτρια ($g = 0,60$).



Funded by
the European Union



64

Μελέτες που εντάχθηκαν στη
μετα-ανάλυση (2010-2018)

d = 0,68

Μέση επίδραση της AR στη
μάθηση (μέτριο επίπεδο)

g = 0,60

Μέσος όρος 24 μελετών στην
εκπαίδευση φυσικών
επιστημών

Το μέγεθος επίδρασης δείχνει πόσο απέχει ο μέσος όρος της ομάδας που έμαθε με AR από την ομάδα σύγκρισης, σε όρους τυπικής απόκλισης. Το 0,2 ερμηνεύεται ως μικρή, το 0,5 ως μέτρια και το 0,8 ως μεγάλη επίδραση. Δηλαδή το 0,68 σημαίνει ότι η ομάδα που χρησιμοποίησε AR είχε κατά μέσο όρο αισθητά καλύτερα αποτελέσματα.

Πώς να διαβάσετε αυτούς τους αριθμούς; Αυτές οι μελέτες έχουν γίνει κυρίως με μαθητές σχολείου και φοιτητές, δεν αφορούν ειδικά τη γεωργική εκπαίδευση. Η επίδραση εξαρτάται από τον τρόπο σχεδιασμού της δραστηριότητας. Η AR από μόνη της δεν διδάσκει· λειτουργεί σε συνδυασμό με σαφή στόχο, ανατροφοδότηση και επανάληψη.

Πού χρησιμοποιείται η AR στη γεωργία;

Μια ανασκόπηση που εξετάζει την AR στη γεωργία ακριβείας συγκεντρώνει τις εφαρμογές σε δύο τομείς, την κτηνοτροφία και τη φυτική παραγωγή, και τονίζει ότι η AR λειτουργεί αποτελεσματικά σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες όπως ο εντοπισμός θέσης, οι αισθητήρες και οι βάσεις δεδομένων. Ορισμένα από τα παραδείγματα που περιλαμβάνονται στην ανασκόπηση είναι τα ακόλουθα:



Funded by
the European Union



Επιτήρηση μηχανημάτων

Η κατεύθυνση και η κατάσταση βλάβης δύο αυτόνομων γεωργικών μηχανημάτων προβάλλονται στο οπτικό πεδίο του χειριστή.

Αναγνώριση ασθενειών

Ένα πρωτότυπο εφαρμογής κινητού που αναπτύχθηκε για αγρότες στην Ινδία βοηθά στην αναγνώριση ασθενειών φυτών πάνω στην εικόνα της κάμερας.

Μητρώα ζώων

Με έξυπνα γυαλιά σκανάρεται ο κωδικός QR πάνω στο ζώο και ανοίγει το ιστορικό διατροφής, άρμεγμα και υγείας.

Παρακολούθηση κοπαδιού

Συνδυάζονται GPS και επεξεργασία εικόνας, και το ζητούμενο ζώο υποδεικνύεται στην οθόνη με βέλη.

Η ανασκόπηση τονίζει ιδιαίτερα ένα σημείο: η λειτουργία της AR στο χωράφι εξαρτάται από την ακρίβεια εντοπισμού θέσης. Η θέση προσδιορίζεται είτε με ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων που δημιουργεί η κάμερα, είτε με GPS, είτε με συνδυασμό των δύο. Η ανασκόπηση σημειώνει επίσης ότι, κατά τη στιγμή της συγγραφής της, οι δημοσιεύσεις για την AR στη γεωργία ήταν ακόμη περιορισμένες.

Drone και AR μαζί

Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Φινλανδία, δημιουργήθηκε χάρτης εδάφους από εικόνες drone ενός αρωμένου χωραφιού και, με βάση αυτόν τον χάρτη, καθορίστηκαν τα σημεία δειγματοληψίας εδάφους. Στη συνέχεια, ένα φορητό γυαλί AR καθοδήγησε το άτομο που έπαιρνε τα δείγματα προς αυτά τα σημεία. Το χωράφι είχε ήδη χωριστεί σε ζώνες διαχείρισης και τα σημεία δειγματοληψίας δημιουργήθηκαν αυτόματα με βάση αυτές τις ζώνες. Εδώ το drone απαντά στο



Funded by
the European Union



ερώτημα «πού πρέπει να κοιτάξω» και η AR στο ερώτημα «πώς πηγαίνω εκεί». Το άτομο που παίρνει τα δείγματα μπορεί να περπατά χωρίς να σταματά για να κοιτάξει τον χάρτη, χωρίς να αποσπά το βλέμμα από το χωράφι.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Τοποθετήστε την εφαρμογή AR στη θέση της

Σύρετε κάθε εφαρμογή AR στο σημείο του αγροκτήματος όπου θα χρησιμοποιηθεί.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanlı-tarimsal-drone/>

Βήματα μάθησης

Οι συνεδρίες προσομοίωσης στο τελευταίο μέρος αυτής της ενότητας ακολουθούν την εξής σειρά: πρώτα υπενθυμίζονται οι κανόνες με μια σύντομη ενημέρωση, έπειτα δοκιμάζεται η εργασία στην προσομοίωση, και τελικά ελέγχεται η μάθηση με μια τελική αξιολόγηση. Το λάθος επιτρέπεται· κάθε προσπάθεια καθορίζει όχι τον βαθμό σας, αλλά το καλύτερο αποτέλεσμα σας.

1

Ενημέρωση

Διαβάζονται η εργασία, ο χώρος και οι κανόνες.

2

Δοκιμή

Η πτήση εκτελείται σε λειτουργία 2D, 3D ή AR.

3

Ανατροφοδότηση

Εμφανίζονται η κάλυψη, ο ψεκασμός εκτός στόχου, η μπαταρία και οι παραβάσεις κανόνων.

4

Επανάληψη

Η ίδια εργασία δοκιμάζεται εκ νέου με καλύτερο σχέδιο.



Funded by
the European Union



Καλή χρήση της AR

- Χρήση καθισμένοι σε ανοιχτό, χωρίς εμπόδια χώρο ή με αργή κίνηση
- Επιλογή σύντομων εργασιών με σαφή στόχο
- Ανάγνωση της ανατροφοδότησης μετά από κάθε προσπάθεια

Αποφύγετε

- Να κοιτάτε την οθόνη περπατώντας ή δίπλα σε μηχανήμα
- Να εργάζεστε στο χωράφι με συσκευή που κλείνει την ορατότητα
- Να θεωρείτε τον βαθμό προσομοίωσης ισοδύναμο με πραγματική ικανότητα πτήσης

Η ανασκόπηση σημειώνει επίσης ότι, σε περιπτώσεις όπου η αντίληψη στο πεδίο είναι σημαντική, ορισμένος εξοπλισμός AR μπορεί να μην είναι πρακτικός για τον αγρότη. Η προσομοίωση δεν αντικαθιστά την πραγματική εκπαίδευση πτήσης και την άδεια· την προετοιμάζει.



Παράδειγμα σεναρίου από το Κοζάν

Ένας νέος χειριστής που εντάσσεται σε ομάδα ψεκασμού τοποθετεί, πριν πάει στον πορτοκαλεώνα, το μοντέλο του κτήματος σε λειτουργία AR πάνω στο τραπέζι. Βλέποντας τη λωρίδα χωρίς ψεκασμό δίπλα στο κανάλι και τη γραμμή ρεύματος, συζητά τη διαδρομή μαζί με τον χειριστή drone.



Παράδειγμα σεναρίου από τη Λάρισα

Στο βαμβακοχώrafo ο χάρτης του drone δείχνει τρεις περιοχές με χαμηλή ανάπτυξη. Όπως και στη μέθοδο της Φινλανδίας, οι ενδείξεις AR στην οθόνη του κινητού οδηγούν το άτομο στα σημεία δειγματοληψίας αυτών των περιοχών, και ο επίγειος έλεγχος γίνεται πιο γρήγορος.



Funded by
the European Union



Συνοπτικά

Οι μετα-αναλύσεις δείχνουν ότι η AR συμβάλλει σε μέτριο βαθμό στη μάθηση, όμως η επίδραση εξαρτάται από καλά σχεδιασμένες εργασίες. Στη γεωργία, η AR έχει δοκιμαστεί σε εργασίες όπως η επιτήρηση μηχανημάτων, η αναγνώριση ασθενειών, τα μητρώα ζώων και η δειγματοληψία εδάφους με χάρτη drone. Η προσομοίωση και η AR αποτελούν ασφαλή χώρο εξάσκησης, αλλά δεν αντικαθιστούν την πραγματική εκπαίδευση πτήσης.

1. Garzón, J. και Acevedo, J. (2019). **Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains.** Educational Research Review, 27, 244-260.
2. Yilmaz, Z. A. και Batdı, V. (2021). **Meta-Analysis of the Use of Augmented Reality Applications in Science Teaching.** Journal of Science Learning, 4(3), 267-274.
3. Hurst, W., Mendoza, F. R. και Tekinerdogan, B. (2021). **Augmented Reality in Precision Farming: Concepts and Applications.** Smart Cities, 4(4), 1454-1468.
4. Huuskonen, J. και Oksanen, T. (2018). **Soil sampling with drones and augmented reality in precision agriculture.** Computers and Electronics in Agriculture, 154, 25-35.



Funded by
the European Union



Μάθημα 9

Σενάρια χρήσης drone στη γεωργία ακριβείας

12 λεπτά

Στα προηγούμενα μαθήματα εξετάσαμε ξεχωριστά τους τύπους drone, τους αισθητήρες, τον σχεδιασμό πτήσης και τους κανόνες. Σε μια πραγματική εκμετάλλευση όλα αυτά ενοποιούνται σε μία ροή. Σε αυτό το μάθημα παρακολουθούμε βήμα προς βήμα δύο τυπικά σενάρια: παρατήρηση σε έναν πορτοκαλεώνα στην Κοζάν και χαρτογράφηση σε ένα χωράφι βαμβακιού στη Λάρισα. Στο τέλος σας περιμένει ένα σενάριο όπου θα πάρετε τις δικές σας αποφάσεις.

ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- ✓ Θα εφαρμόσετε τον κύκλο «παρατήρηση, επιβεβαίωση, εφαρμογή, παρακολούθηση» σε ένα σενάριο.
- ✓ Θα εξηγήσετε τις διαφορές στη χρήση drone μεταξύ ενός οπωρώνα και μιας αροτραίας καλλιέργειας.
- ✓ Θα αξιολογήσετε τον ρόλο του επίγειου ελέγχου κατά τη λήψη αποφάσεων από δεδομένα drone.
- ✓ Θα δείτε πώς η ίδια τεχνολογία χρησιμοποιείται διαφορετικά σε δύο χώρες, ανάλογα με τη νομοθεσία.

Ο κύκλος τεσσάρων βημάτων

1

Παρατήρηση

Με μια προγραμματισμένη πτήση χαρτογραφείται ολόκληρη η έκταση.

2

Επιβεβαίωση

Οι περιοχές που φαίνονται διαφορετικές στον χάρτη επιθεωρούνται επί τόπου και, αν χρειάζεται, λαμβάνεται δείγμα φύλλου ή εδάφους.

Εφαρμογή



Funded by
the European Union



4

Παρακολούθηση

Η ίδια διαδρομή πετιέται ξανά μετά από μερικές εβδομάδες και οι δύο χάρτες συγκρίνονται.

Σενάριο 1: Πορτοκαλεώνας στην Κοζάν

Στον οπωρώνα κάθε δέντρο είναι ξεχωριστή μονάδα. Από αλληλεπικαλυπτόμενες φωτογραφίες μπορούν να εξαχθούν ο αριθμός δέντρων, το ύψος και ο όγκος της κόμης. Σε μελέτη που έγινε σε ελαιώνες στην Ισπανία, το ύψος δέντρου που μετρήθηκε με drone προσέγγισε τις επίγειες μετρήσεις με διαφορά 0,17-0,53 m. Στην ίδια μελέτη, η προβολή της κόμης στο έδαφος μετρήθηκε επίσης με υψηλή συμφωνία ($R^2 = 0,90-0,94$). Οι πολυφασματικές και θερμικές εικόνες, από την άλλη, δείχνουν δέντρα με καθυστερημένη ανάπτυξη ή ανεπαρκή άρδευση.

Αν απαιτείται ψεκασμός, η δομή της κόμης του δέντρου έχει σημασία. Σε μια δοκιμή που έγινε στην επαρχία Ζετζιάνγκ της Κίνας, σε εσπεριδοειδή ύψους περίπου 2,6 m, χρησιμοποιήθηκαν δύο drone ψεκασμού σε ύψος πτήσης 3 m και ταχύτητα 3 m/δευτερόλεπτο. Στην εφαρμογή 120 λίτρων ανά εκτάριο, η κάλυψη στο μεσαίο-κάτω τμήμα της κόμης αυξήθηκε κατά 52,5% σε ένα drone σε σχέση με τα 60 λίτρα. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι τα σταγονίδια του drone κατανεμήθηκαν σχετικά ισορροπημένα ανάμεσα στα στρώματα της κόμης. Στην Τουρκία, ωστόσο, μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να γίνει μόνο για καλλιέργειες και εχθρούς που επιτρέπει το Υπουργείο, με εγκεκριμένο μέσο και εξουσιοδοτημένο συνεργείο.

Σενάριο 2: Χωράφι βαμβακιού στη Λάρισα

Στις αροτραίες καλλιέργειες η μονάδα δεν είναι το δέντρο, αλλά η ζώνη. Ο πολυφασματικός χάρτης δείχνει τις ζώνες με διαφορετική ανάπτυξη εντός του αγροτεμαχίου. Αφού αυτές οι ζώνες επιβεβαιωθούν επί τόπου, η λίπανση ή η φυτοπροστασία μπορούν να προσαρμοστούν ανά ζώνη. Στην Ελλάδα, καθώς ο εναέριος ψεκασμός απαγορεύεται κατά κανόνα και η εφαρμογή με drone απαιτεί τη σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας αρχής, σε αυτό το σενάριο η εφαρμογή γίνεται με επίγεια μηχανήματα, βάσει συνταγής που προκύπτει από τον χάρτη. Το drone εδώ είναι το «μάτι».



Funded by
the European Union



Ο χάρτης εφαρμογής (συνταγή) είναι ένα αρχείο που δείχνει τη δόση που θα εφαρμοστεί για κάθε ζώνη. Το μηχάνημα διαβάζει τη δόση από αυτό το αρχείο σύμφωνα με τη θέση του στο χωράφι και την προσαρμόζει. Για αυτό απαιτείται το μηχάνημα να μπορεί να εκτελέσει εφαρμογή μεταβλητής δόσης (VRA/VRT)· διαφορετικά, ο χάρτης χρησιμοποιείται ως οδηγός για τη ξεχωριστή επεξεργασία των ζωνών.

Το drone είναι χρήσιμο και μετά από καταστροφή. Μετά την κακοκαιρία Daniel τον Σεπτέμβριο του 2023, δορυφορικές ραντάρ εικόνες έδειξαν ότι το 30,5% της έκτασης βαμβακιού στον κάμπο της Θεσσαλίας βρέθηκε κάτω από νερό. Ο δορυφόρος δίνει μια εικόνα ευρείας κλίμακας. Για την τεκμηρίωση της ζημιάς και την παρακολούθηση της ανάκαμψης σε επίπεδο αγροτεμαχίου, η εικόνα από drone μπορεί να συμπληρώσει αυτή την εικόνα.

	ΚΟΖΑΝ: ΠΟΡΤΟΚΑΛΕΩΝΑΣ	ΛΑΡΙΣΑ: ΧΩΡΑΦΙ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ
Μονάδα	Μεμονωμένο δέντρο	Ζώνη εντός του αγροτεμαχίου
Προτεινόμενη αλληλεπικάλυψη	Τουλάχιστον 85% (πυκνή βλάστηση)	Τουλάχιστον 80% (αροτραία καλλιέργεια σε επίπεδο έδαφος)
Τρόπος εφαρμογής	Drone ψεκασμού ή επίγειο μηχάνημα, εφόσον τηρούνται οι προϋποθέσεις	Επίγειο μηχάνημα (ο εναέριος ψεκασμός απαγορεύεται κατά κανόνα· για drone απαιτείται γνωμοδότηση της αρμόδιας αρχής)
Τυπικά δεδομένα	Αριθμός δέντρων, όγκος κόμης, NDVI, θερμοκρασία φύλλου	Ζώνες NDVI, κενά φυτών, έκταση ζημιάς

Πώς γίνεται ο επίγειος έλεγχος;

1

Επιλέξτε σημεία

Επιλέξτε από τον χάρτη μερικά σημεία από την προβληματική περιοχή και, για σύγκριση, ένα σημείο από την κανονική περιοχή, και καταγράψτε τις θέσεις τους στο τηλέφωνο.



Funded by
the European Union



2

Παρατηρήστε και συγκρίνετε

Σε κάθε σημείο εξετάστε το φύλλο, τον βλαστό, το έδαφος και τη γραμμή άρδευσης· αξιολογήστε το προβληματικό και το κανονικό σημείο παράλληλα.

3

Λάβετε δείγμα

Αν χρειάζεται, ετικετάρτε το δείγμα φύλλου ή εδάφους και στείλτε το στο εργαστήριο.

4

Καταγράψτε

Αποθηκεύστε φωτογραφία, σημειώσεις και θέση· στην επόμενη πτήση επιστρέψτε στα ίδια σημεία.

Πότε πρέπει να πετάξουμε; Ένας κατασκευαστής προτείνει, για πολυφασματική απεικόνιση, καλές συνθήκες φωτισμού και γωνία ήλιου πάνω από 30 μοίρες. Αν πρόκειται να γίνει σύγκριση, η πτήση στην ίδια διαδρομή, στο ίδιο ύψος και σε παρόμοια ώρα κάνει τα αποτελέσματα πιο αξιόπιστα.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Πορτοκαλιές που κιτρινίζουν στο Κοζάν

Ένα φανταστικό σενάριο. Θα δείτε βήμα προς βήμα το αποτέλεσμα των αποφάσεών σας.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>



Παράδειγμα από την Κοζάν

Το πορτοκάλι Κοζάν είναι προϊόν καταχωρημένο με ονομασία προέλευσης· γι' αυτό η ποιότητα και η υγεία των δέντρων έχουν ξεχωριστή αξία. Αντί να εφαρμόζεται η ίδια



Funded by
the European Union



επέμβαση σε όλο τον οπωρώνα, ο εντοπισμός των προβληματικών δέντρων και η επιβεβαίωση της αιτίας βοηθούν στη μείωση τόσο του κόστους εισροών όσο και του κινδύνου υπολειμμάτων.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Στον κάμπο της Θεσσαλίας το χειμερινό σιτάρι, το καλαμπόκι, η μηδική (τριφύλλι) και το βαμβάκι καλλιεργούνται δίπλα δίπλα. Το ίδιο drone παρατήρησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές καλλιέργειες σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Έτσι, ένα μόνο μέσο ενός συνεταιρισμού μπορεί να εξυπηρετήσει πολλά μέλη κατά τη διάρκεια της σεζόν.

Συνοπτικά

Τα σενάρια drone προχωρούν με έναν κύκλο τεσσάρων βημάτων: παρατήρηση, επιβεβαίωση, εφαρμογή, παρακολούθηση. Στον πορτοκαλεώνα η μονάδα είναι το δέντρο· το drone μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για παρατήρηση και, εφόσον το επιτρέπουν οι κανόνες, για εφαρμογή. Στο χωράφι βαμβακιού η μονάδα είναι η ζώνη· στη Λάρισα το drone είναι μέσο παρατήρησης, ενώ η εφαρμογή γίνεται από το έδαφος. Και στις δύο περιπτώσεις η απόφαση δεν λαμβάνεται από τον χάρτη, αλλά μετά τον επίγειο έλεγχο.

1. Yan, Y. και άλλοι (2023). **Evaluation of the deposition and distribution of spray droplets in citrus orchards by plant protection drones.** Frontiers in Plant Science, 14.
2. Torres-Sánchez, J. και άλλοι (2015). **High-Throughput 3-D Monitoring of Agricultural-Tree Plantations with Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology.** PLoS ONE, 10(6).
3. He, K. και άλλοι (2024). **Storm Daniel flood impact in Greece in 2023: mapping crop and livestock exposure from synthetic-aperture radar.** Natural Hazards and Earth System Sciences, 24, 2375-2382.
4. DJI. **Mavic 3M sık sorulan sorular.**
5. Pix4D. **Selecting the image acquisition plan type.**



Funded by
the European Union



Μάθημα 10

Συνεδρία 1: Έλεγχος πριν την πτήση και ελεύθερη πτήση

15 λεπτά

Η πρώτη από τις ειδικές συνεδρίες είναι μια ελεύθερη πτήση όπου γνωρίζετε το drone και εξοικειώνεστε με το χειριστήριο. Δεν υπάρχει βαθμολογημένη αποστολή ψεκασμού ή χαρτογράφησης· ο σκοπός είναι να απογειωθείτε με ασφάλεια, να παραμείνετε μακριά από εμπόδια, να περιπολήσετε την περιοχή και να προσγειωθείτε στο σημείο απογείωσης πριν φτάσετε στο όριο εφεδρικής μπαταρίας. Αφού διαβάσετε αυτό το ενημερωτικό σημείωμα, ανοίξτε την προσομοίωση.

ΣΕ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

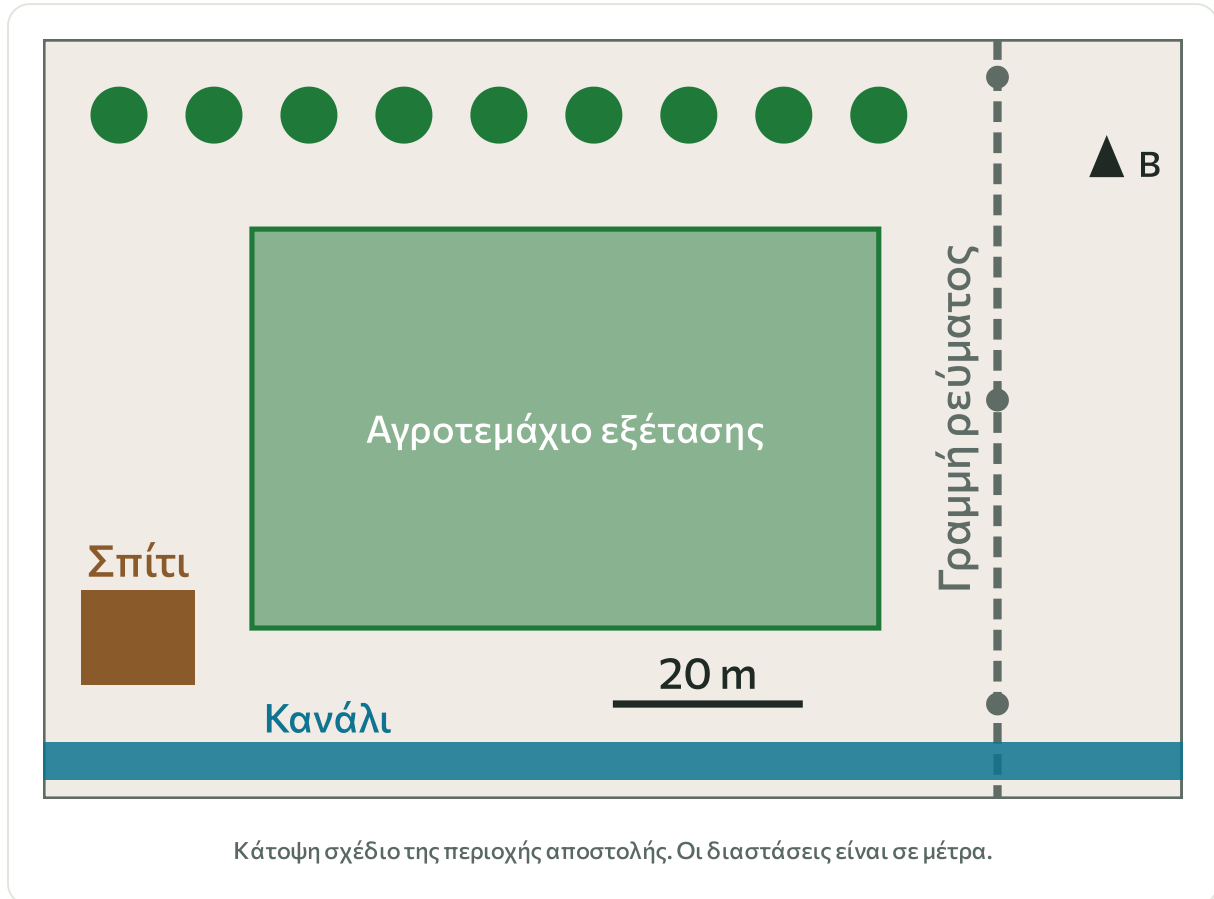
- ✓ Θα ανασκοπήσετε τους ελέγχους προ πτήσης πριν την πτήση.
- ✓ Θα κάνετε απογείωση, στάσιμη πτήση, μεταβολή ύψους και προσγείωση.
- ✓ Θα διατηρήσετε ασφαλή απόσταση από εμπόδια όπως γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος, σειρά δέντρων και σπίτι.
- ✓ Θα προσδιορίσετε τη σωστή στιγμή επιστροφής διαβάζοντας μια καταγραφή πτήσης.

Περιοχή αποστολής

Βρίσκεστε σε μια εκπαιδευτική περιοχή 120 m × 80 m στην πεδιάδα του Κοζάν. Στο κέντρο της περιοχής υπάρχει ένα αγροτεμάχιο υπό εξέταση. Στην βόρεια πλευρά υπάρχει μια σειρά δέντρων, στην ανατολική πλευρά μια γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος με στύλους που εκτείνεται από βόρεια προς νότο, στη νοτιοδυτική γωνία ένα αγροτόσπιτο και στη νότια πλευρά ένα αρδευτικό κανάλι.



Funded by
the European Union



Πριν την πτήση

1

Καιρός

Διαβάστε στην οθόνη την ταχύτητα του ανέμου και την τιμή της ανεμοριπής. Το γενικό όριο ανέμου αυτού του σκάφους είναι 6 m/s.

2

Περιοχή

Εντοπίστε στον χάρτη τη θέση της γραμμής και των στύλων. Στα πραγματικά σκάφη, ο εντοπισμός εμποδίων μπορεί να μην αντιλαμβάνεται λεπτές γραμμές.

3

Μπαταρία



Funded by
the European Union



Ξεκινήστε με πλήρη μπαταρία. Το όριο εφεδρικής μπαταρίας είναι 25%· όταν φτάσετε σε αυτή την τιμή, επιστρέψτε στη βάση.

4

Απογείωση

Μετά την απογείωση, παραμένετε σε στάσιμη πτήση για λίγα δευτερόλεπτα και ελέγξτε την ανταπόκριση του σκάφους στο χειριστήριο.

Αποστολή και κανόνες

ΚΑΝΟΝΑΣ	ΤΙΜΗ
Μέγιστο ύψος	120 m
Όριο ανέμου	6 m/s
Εφεδρική μπαταρία	25%
Επαφή με εμπόδια	Θεωρείται παραβίαση κανόνα

Κάντε τουλάχιστον ένα γύρο πάνω από το αγροτεμάχιο, αφήνοντας ύψος και απόσταση όταν περνάτε κοντά από τη γραμμή, και στη συνέχεια επιστρέψτε στο σημείο απογείωσης και προσγειωθείτε. Στην προσομοίωση μπορείτε να επιλέξετε λειτουργία 2D, 3D ή, σε συμβατά τηλέφωνα, λειτουργία AR. Στην πρώτη προσπάθεια συνιστάται η λειτουργία 2D ή 3D. Στη λειτουργία 2D βλέπετε την περιοχή από ψηλά και εκτιμάτε ευκολότερα τις αποστάσεις· στη λειτουργία 3D αντιλαμβάνεστε καλύτερα τη διαφορά ύψους και τη θέση της γραμμής.

Χαρακτηριστικά του σκάφους Το σκάφος στην προσομοίωση λειτουργεί με τις τιμές ενός drone ψεκασμού με δεξαμενή 20 λίτρων και μπαταρία 809 Wh. Ο κατασκευαστής δίνει για αυτό το μοντέλο χρόνο στάσιμης πτήσης 14,5 λεπτών με άδεια δεξαμενή. Σε αυτή τη συνεδρία η δεξαμενή είναι άδεια.



Funded by
the European Union



Πώς αξιολογείστε;

Στην ελεύθερη πτήση δεν υπάρχει βαθμολογία ψεκασμού ή κάλυψης. Η προσομοίωση εξετάζει αν τηρείτε κανόνες όπως η επαφή με εμπόδια, τα όρια ύψους και ανέμου και η εφεδρική μπαταρία, καθώς και αν ολοκληρώνετε την πτήση με ασφαλή προσγείωση. Μπορείτε να επαναλάβετε την αποστολή όσες φορές θέλετε· ισχύει το καλύτερο αποτέλεσμα σας.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Ελεύθερη πτήση: πεδίο εκπαίδευσης Κοζάν

Απογειωθείτε, κάντε μια βόλτα πάνω από το υπό εξέταση αγροτεμάχιο, κρατηθείτε μακριά από τη γραμμή ρεύματος και τη σειρά δέντρων, και προσγειωθείτε στο σημείο απογείωσης πριν η μπαταρία πέσει στο 25%.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>

Αξιολόγηση εξόδου

Παρακάτω υπάρχει η καταγραφή πτήσης ενός άλλου χειριστή. Διαβάστε τις τιμές μπαταρίας, ύψους και ανέμου και απαντήστε στις ερωτήσεις.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Διαβάστε την καταγραφή πτήσης

Καταγραφή 12 λεπτών πτήσης από άλλον χειριστή. Το όριο ανέμου του σκάφους είναι 6 m/s, το όριο αποθέματος μπαταρίας είναι 25%.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>



Παράδειγμα από το Κοζάν

Από την άκρη ενός χωραφιού στην πεδιάδα μπορεί να περνά αρδευτικό κανάλι ή γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος. Αν πρόκειται να κάνετε την πρώτη σας πτήση σε



Funded by
the European Union



πραγματικό χωράφι, περπατήστε πρώτα την περιοχή, σημαδέψτε τη θέση της γραμμής και τοποθετήστε το σημείο απογείωσης σε ένα επίπεδο μέρος, μακριά από τη γραμμή.

Συνοπτικά

Μια ασφαλής ελεύθερη πτήση προχωρά με αυτή τη σειρά: έλεγχος καιρού και περιοχής, πλήρης μπαταρία, σύντομη στάσιμη πτήση, πορεία μακριά από εμπόδια και προσγείωση πριν φτάσετε στην εφεδρική μπαταρία. Όταν παραβιάζεται το όριο ανέμου, η αποστολή εγκαταλείπεται όποια τιμή και να δείχνει η μπαταρία.

1. DJI (2023). **Agras T50/T25 User Manual v1.0**.
2. Γενική Διεύθυνση Πολιτικής Αεροπορίας της Τουρκίας (SHGM) (2026). **İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA)**.



Funded by
the European Union



Μάθημα 11

Συνεδρία 2: Σχεδιασμός και εκτέλεση αποστολής ψεκασμού

17 λεπτά

Στη δεύτερη συνεδρία θα κάνετε την πρόβα μιας πραγματικής εργασίας: τον ψεκασμό ενός συγκεκριμένου τμήματος ενός πορτοκαλεώνα. Αυτή τη φορά δεν αρκεί απλώς να πετάξετε. Το σκεύασμα πρέπει να καταλήξει στην περιοχή-στόχο, να μην παρασυρθεί προς το κανάλι και τον γειτονικό χώρο, καθώς και να εφαρμοστεί στο σωστό ύψος και με τη σωστή ταχύτητα. Αυτό είναι ένα εκπαιδευτικό σενάριο· στην πραγματικότητα, αυτή η εργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με πιστοποιημένο εξοπλισμό, από ομάδα αδειοδοτημένου χειριστή και επαγγελματία εφαρμοστή, στο πλαίσιο που ορίζει το Υπουργείο.

ΣΕ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

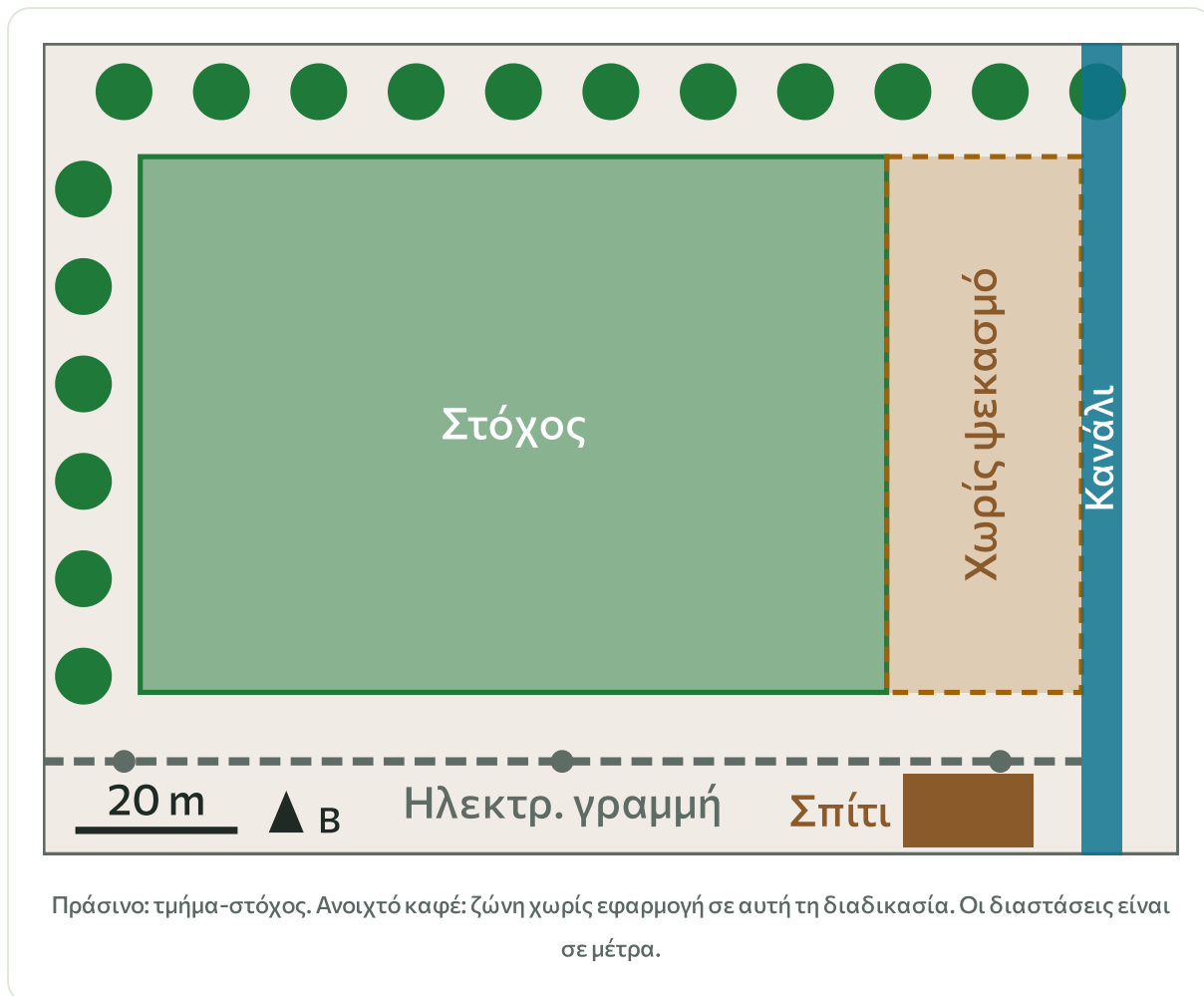
- ✓ Θα διακρίνετε στον χάρτη την περιοχή-στόχο και τη ζώνη όπου δεν θα γίνει εφαρμογή.
- ✓ Θα πραγματοποιήσετε ψεκασμό 2-4 m πάνω από την επιφάνεια των φυτών, κάτω από το όριο ταχύτητας.
- ✓ Θα επιλέξετε διαδρομή λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση του ανέμου στη διασπορά (drift).
- ✓ Θα καταχωρίσετε σωστά την εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε στο έντυπο καταγραφής.

Περιοχή αποστολής

Ένας πορτοκαλεώνας διαστάσεων 140 m × 100 m στο Κοζάν. Το πράσινο τμήμα είναι η περιοχή προς ψεκασμό (περίπου 6,1 στρέμματα). Μεταξύ του αρδευτικού καναλιού στα ανατολικά και του τμήματος-στόχου, υπάρχει μια ζώνη που αποτελεί συνέχεια του οπωρώνα αλλά δεν θα ψεκαστεί σε αυτή την εφαρμογή. Στο βόρειο και δυτικό άκρο υπάρχουν ανεμοφράκτες δέντρων, στα νότια μια γραμμή ηλεκτροδότησης και στα νοτιοανατολικά μια κατοικία.



Funded by
the European Union



Παράμετροι και τεκμηρίωση

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΤΟΛΗ	ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ
Ύψος εφαρμογής	2-4 m πάνω από την επιφάνεια των φυτών	Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση του ΟΟΣΑ (OECD) συνηθέστερα 1,5-3 m· ο κατασκευαστής συνιστά 3-4 m
Μέγιστη ταχύτητα	5 m/s	Ο κατασκευαστής δίνει 4-6 m/s· σε μελέτη του ΟΟΣΑ (OECD), με ταχύτητα άνω των 4 m/s και ύψος άνω των 2 m, η πυκνότητα σταγονιδίων ήταν ανεπαρκής



Funded by
the European Union



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΤΟΛΗ	ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ
Όριο ανέμου	3 m/s	Ο κατασκευαστής συνιστά κάτω από 3 m/s για προϊόντα ευαίσθητα στη διασπορά (drift)
Ζώνη χωρίς εφαρμογή	Τουλάχιστον 20 m από το κανάλι	Σύσταση μελέτης που αναφέρεται από τον ΟΟΣΑ (OECD)· στην πραγματικότητα ισχύει η απόσταση που αναγράφεται στην ετικέτα του σκευάσματος
Μέσο	Δεξαμενή 20 L, μπαταρία 809 Wh, πλάτος ψεκασμού 5 m	Ο κατασκευαστής δίνει πλάτος 4-7 m σε ύψος 3 m
Απόθεμα μπαταρίας	25%	Εκπαιδευτικός κανόνας της ενότητας

Σε δοκιμή που πραγματοποιήθηκε σε οπωρώνες εσπεριδοειδών, τα drone χρησιμοποιήθηκαν με ταχύτητα 3 m ανά δευτερόλεπτο. Για καλή διείσδυση στην κόμη των δέντρων στον οπωρώνα, η διατήρηση της ταχύτητας κοντά στο κατώτερο όριο είναι μια καλή αρχή.

Χρήσιμες συμβουλές

- Όταν πλησιάζετε στο όριο προς την πλευρά του καναλιού, ελέγξτε την κατεύθυνση του ανέμου. Εάν ο άνεμος φυσά προς το κανάλι, διακόψτε τον ψεκασμό πιο μέσα από το όριο ή περιμένετε να κοπάσει ο άνεμος.
- Όταν φτάσετε στην άκρη του τμήματος-στόχου, απενεργοποιήστε τον ψεκασμό· πραγματοποιήστε τις στροφές χωρίς ψεκασμό.
- Εάν αδειάσει η δεξαμενή ή η μπαταρία πέσει στο 25%, επιστρέψτε στη βάση.
- Εάν η ριπή του ανέμου υπερβεί το όριο, σταματήστε τον ψεκασμό και περιμένετε.



Funded by
the European Union



Διαδικτυακή δραστηριότητα

Αποστολή ψεκασμού: Πορτοκαλεώνας Κοζάν

Ψεκάστε το πράσινο τμήμα-στόχο από ύψος 2-4 m πάνω από την επιφάνεια της κόμης των φυτών, χωρίς να υπερβείτε τα 5 m/s. Μην ψεκάζετε τη λωρίδα προς την πλευρά του καναλιού και έξω από το αγροτεμάχιο. Εάν ο άνεμος υπερβεί τα 3 m/s, διακόψτε τον ψεκασμό.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>

Τελική αξιολόγηση: καταγραφή εφαρμογής

Ο κανονισμός του Υπουργείου απαιτεί την καταγραφή των εφαρμογών φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Καταχωρίστε την εφαρμογή του παρακάτω σεναρίου στο έντυπο.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Αρχείο εφαρμογής

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>



Παράδειγμα από το Κοζάν

Γύρω από τους πορτοκαλεώνες ενδέχεται να υπάρχουν κυψέλες μελισσών. Ο κανονισμός απαιτεί από τον εφαρμοστή να ενημερώνει τους μελισσοκόμους και την τοπική κοινότητα πριν από τον ψεκασμό. Αυτή η ενημέρωση καταγράφεται επίσης στο έντυπο εφαρμογής.

Συνοπτικά

Μια επιτυχημένη αποστολή ψεκασμού εξαρτάται από τέσσερις παράγοντες: εφαρμογή μόνο στην περιοχή-στόχο, σωστό ύψος και ταχύτητα, τήρηση του ορίου ανέμου και καταγραφή. Όταν εργάζεστε κοντά σε κανάλι, η κατεύθυνση του ανέμου και η ζώνη χωρίς εφαρμογή είναι καθοριστικής σημασίας.



Funded by
the European Union



1. DJI (2023). **Agras T50/T25 User Manual v1.0.**
2. OECD (2021). **Report on the State of the Knowledge: Literature Review on Unmanned Aerial Spray Systems in Agriculture.**
3. Yan, Y. ve diğerleri (2023). **Evaluation of the deposition and distribution of spray droplets in citrus orchards by plant protection drones.** Frontiers in Plant Science, 14.
4. Υπουργείο Γεωργίας και Δασών της Τουρκίας (2025). **Bitki Koruma Ürünlerinin Uygulanması ve Denetimine İlişkin Yönetmelik.** Resmî Gazete, 13.12.2025, sayı 33106.





Funded by
the European Union



Μάθημα 12

Συνεδρία 3: Αποστολή παρατήρησης και χαρτογράφησης

16 λεπτά

Στην τρίτη συνάντηση πηγαίνουμε στη Λάρισα, σε ένα χωράφι βαμβακιού στον κάμπο της Θεσσαλίας. Η αποστολή είναι να σκανάρετε ολόκληρο το χωράφι με επικαλυπτόμενες φωτογραφίες, χρησιμοποιώντας ένα drone παρατήρησης με πολυφασματική κάμερα. Εδώ δεν γίνεται ψεκασμός: στην Ελλάδα ο εναέριος ψεκασμός απαγορεύεται κατά κανόνα και για ψεκασμό με drone απαιτείται γνωμοδότηση της αρμόδιας αρχής. Η δουλειά του drone είναι να παράγει έναν αξιόπιστο χάρτη για τις επόμενες αποφάσεις.

ΣΕ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ

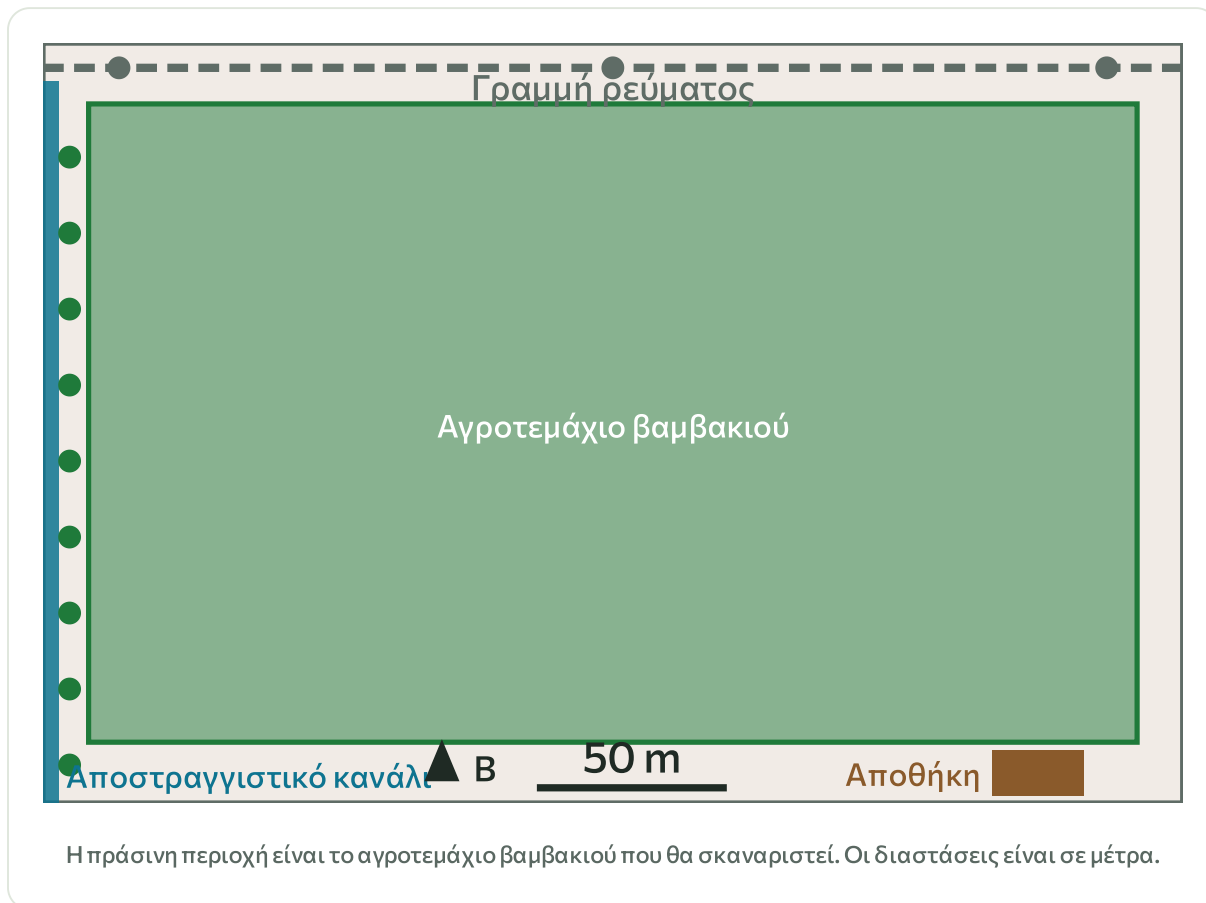
- ✓ Θα σχεδιάσετε και θα εκτελέσετε ένα μοτίβο σκαναρίσματος (γραμμές πηγαίνω-έρχομαι).
- ✓ Θα εφαρμόσετε τη σχέση ανάμεσα στο ύψος, το πλάτος της εικόνας και την πλευρική επικάλυψη.
- ✓ Θα καλύψετε ολόκληρη την περιοχή στόχο χωρίς κενά.
- ✓ Θα επιλέξετε από τον χάρτη δείκτη μετά το σκανάρισμα τις περιοχές που χρειάζονται επιτόπιο έλεγχο.

Περιοχή αποστολής

Μέσα σε μια περιοχή 300 m x 200 m υπάρχει ένα αγροτεμάχιο βαμβακιού περίπου 4,6 εκταρίων. Από τη βόρεια πλευρά περνάει μια γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος. Στη δυτική πλευρά υπάρχει ένα αποστραγγιστικό κανάλι με μια σειρά λεύκες κατά μήκος του, και στη νοτιοανατολική γωνία βρίσκεται ένα κτίριο αποθήκης.



Funded by
the European Union



Σχέδιο πτήσης

Το drone παρατήρησης στην προσομοίωση λειτουργεί με τις τιμές ενός μοντέλου με μπαταρία 77 Wh, στο οποίο ο κατασκευαστής δίνει αυτονομία πτήσης έως 43 λεπτά. Η τιμή GSD της πολυφασματικής κάμεράς του υπολογίζεται, σύμφωνα με τον κατασκευαστή, διαιρώντας το ύψος πτήσης με 21,7 (σε εκατοστά). Στα 60 m ύψος αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 2,8 cm/pixel. Η εικόνα της κάμερας, με πλάτος 2592 pixel, καλύπτει στο έδαφος σε αυτό το ύψος μια λωρίδα περίπου 72 m.

Υπολογισμός απόστασης γραμμών Απόσταση γραμμών = πλάτος εικόνας × (1 – πλευρική επικάλυψη). Το Pix4D συστήνει τουλάχιστον 80% πλευρική επικάλυψη για



Funded by
the European Union



καλλιέργειες σε επίπεδο έδαφος. $72\text{ m} \times (1 - 0,80)$
 $\approx 14\text{ m}$. Δηλαδή οι γραμμές σας πρέπει να απέχουν
μεταξύ τους περίπου 14 m.

ΚΑΝΟΝΑΣ	ΤΙΜΗ
Μέγιστο ύψος	120 m (όριο P0-P1 στην Τουρκία και ανοιχτής κατηγορίας στην ΕΕ)
Προτεινόμενο ύψος σκαναρίσματος	60 m
Όριο ανέμου	10 m/s (έχει αφαιρεθεί περιθώριο κάτω από την τιμή 12 m/s του κατασκευαστή)
Απόθεμα μπαταρίας	25%
Στόχος	Ολόκληρο το αγροτεμάχιο, χωρίς κενά

- Το να χαράσσετε τις γραμμές παράλληλα στη μεγάλη πλευρά του αγροτεμαχίου μειώνει τον αριθμό των στροφών.
- Ξεκινήστε την πρώτη και την τελευταία γραμμή μισό πλάτος εικόνας μέσα από την άκρη του αγροτεμαχίου, ώστε να καλύπτονται και οι άκρες.
- Όταν περνάτε πάνω από τη γραμμή στα βόρεια, διατηρήστε το ύψος σας.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Αποστολή χαρτογράφησης: αγροτεμάχιο βαμβακιού στη Λάρισα

Σκανάρετε το αγροτεμάχιο βαμβακιού με γραμμές πηγαινέλα χωρίς να αφήσετε κενά. Σε ύψος 60 m η απόσταση γραμμών σας να είναι περίπου 14 m· μην ξεπεράσετε τα 120 m και γυρίστε πριν η μπαταρία πέσει στο 25%.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>



Funded by
the European Union



Αξιολόγηση εξόδου: ανάγνωση του χάρτη

Το σκανάρισμά σας επεξεργάστηκε και προέκυψε ο παρακάτω χάρτης NDVI. Κάθε κελί αντιστοιχεί σε ένα τμήμα του αγροτεμαχίου. Χρωματίστε τα κελιά σύμφωνα με τα όρια που έχουν καθοριστεί για αυτό το χωράφι: αν το NDVI είναι κάτω από 0,45 «έλεγχος στο πεδίο», αν είναι μεταξύ 0,45-0,60 «παρακολούθηση», αν είναι 0,60 και πάνω «κανονικό». Τα όρια αυτά είναι ειδικά για αυτό το εκπαιδευτικό χωράφι· στην πραγματικότητα καθορίζονται με βάση την καλλιέργεια, το στάδιο ανάπτυξης και την ίδια την κατανομή του χωραφιού.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Λίστα επιτόπιου ελέγχου από χάρτη NDVI

Χρωματίστε κάθε κελί σύμφωνα με την τιμή NDVI: κάτω από 0,45 «έλεγχος στο χωράφι», μεταξύ 0,45-0,60 «παρακολούθηση», 0,60 και άνω «κανονικό».

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanli-tarimsal-drone/>



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Μετά την κακοκαιρία Daniel τον Σεπτέμβριο του 2023, το 30,5% της βαμβakoκαλλιέργειας στον κάμπο της Θεσσαλίας βρέθηκε κάτω από νερό. Μετά από ένα τέτοιο γεγονός, τα τακτικά σκαναρίσματα με την ίδια διαδρομή βοηθούν να φανεί ποια τμήματα του αγροτεμαχίου έχουν ανακάμψει και ποια μπορεί να χρειάζονται νέα σπορά.

Συνοπτικά

Η επιτυχία στην αποστολή χαρτογράφησης είναι το σκανάρισμα της περιοχής χωρίς κενά και με επαρκή επικάλυψη. Το ύψος καθορίζει το πλάτος της εικόνας και το GSD, η πλευρική επικάλυψη καθορίζει την απόσταση των γραμμών. Μετά την επεξεργασία του χάρτη, οι περιοχές με χαμηλές τιμές δεν είναι μια απόφαση, αλλά ένας κατάλογος για επιτόπιο έλεγχο.

1. DJI. **Mavic 3M teknik özellikleri ve sık sorulan sorular.**
2. Pix4D. **Selecting the image acquisition plan type.**



Funded by
the European Union



3. He, K. ve diğerleri (2024). **Storm Daniel flood impact in Greece in 2023: mapping crop and livestock exposure from synthetic-aperture radar**. Natural Hazards and Earth System Sciences, 24, 2375-2382.





Funded by
the European Union



Μάθημα 13

Συνεδρία 4: Αποστολή σε λειτουργία AR

15 λεπτά

Στην τελευταία συνεδρία δοκιμάζετε την ίδια προσομοίωση σε λειτουργία επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Αυτή τη φορά, η περιοχή της αποστολής δεν θα βρίσκεται στην οθόνη, αλλά πάνω στο τραπέζι ή στο δάπεδο μπροστά σας. Η αποστολή είναι ο στοχευμένος ψεκασμός σε δύο μικρές ζώνες που εντοπίστηκαν κατά την πτήση παρατήρησης σε ένα χωράφι με καλαμπόκι στην πεδιάδα του Κοζάν. Όπως και στην προηγούμενη συνεδρία, πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό σενάριο.

ΣΕ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

- ✓ Θα ενεργοποιήσετε τη λειτουργία AR και θα τοποθετήσετε το εικονικό χωράφι σε μια πραγματική επιφάνεια.
- ✓ Σε συσκευές που δεν υποστηρίζουν AR, θα ολοκληρώσετε την αποστολή σε λειτουργία 3D ή 2D.
- ✓ Θα εκτελέσετε την εφαρμογή σε δύο ξεχωριστές ζώνες-στόχους, χωρίς να ψεκάσετε την ενδιάμεση έκταση.
- ✓ Θα αντιστοιχίσετε τα προβλήματα που προκύπτουν κατά τη χρήση AR με τις σωστές λύσεις.

Ενεργοποίηση της λειτουργίας AR

1

Συσκευή

Η λειτουργία AR λειτουργεί σε προγράμματα περιήγησης που υποστηρίζουν WebXR: Chrome ή Samsung Internet σε τηλέφωνο Android με πιστοποίηση ARCore. Από το 2026, το Safari στο iPhone δεν υποστηρίζει αυτή τη λειτουργία.

2

Χώρος



Funded by
the European Union



Επιλέξτε μια καλά φωτισμένη, ανάγλυφη και επίπεδη επιφάνεια: ξύλινο τραπέζι, χαλί ή παρκέ. Επειδή το τηλέφωνο αναγνωρίζει την επιφάνεια από ευδιάκριτα οπτικά σημεία, δυσκολεύεται να εντοπίσει επίπεδο σε γυαλιστερές, μονόχρωμες και ανακλαστικές επιφάνειες.

3

Σάρωση

Επιλέξτε τη λειτουργία AR στην προσομοίωση. Εάν το πρόγραμμα περιήγησης ζητήσει άδεια, εγκρίνετέ την. Μετακινήστε αργά το τηλέφωνο πάνω από την επιφάνεια. Μόλις εντοπιστεί η επιφάνεια, θα εμφανιστεί ένας δείκτης.

4

Τοποθέτηση

Αγγίξτε τον δείκτη που εμφανίζεται στην οθόνη. Το εικονικό χωράφι θα σταθεροποιηθεί σε εκείνο το σημείο. Μπορείτε να περπατήσετε γύρω του για να δείτε τα εμπόδια από διαφορετικές γωνίες.

5

Ασφάλεια

Μην περπατάτε κοιτάζοντας την οθόνη. Βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν εμπόδια και άνθρωποι γύρω σας. Ο πιο άνετος τρόπος είναι να παίζετε καθιστοί.

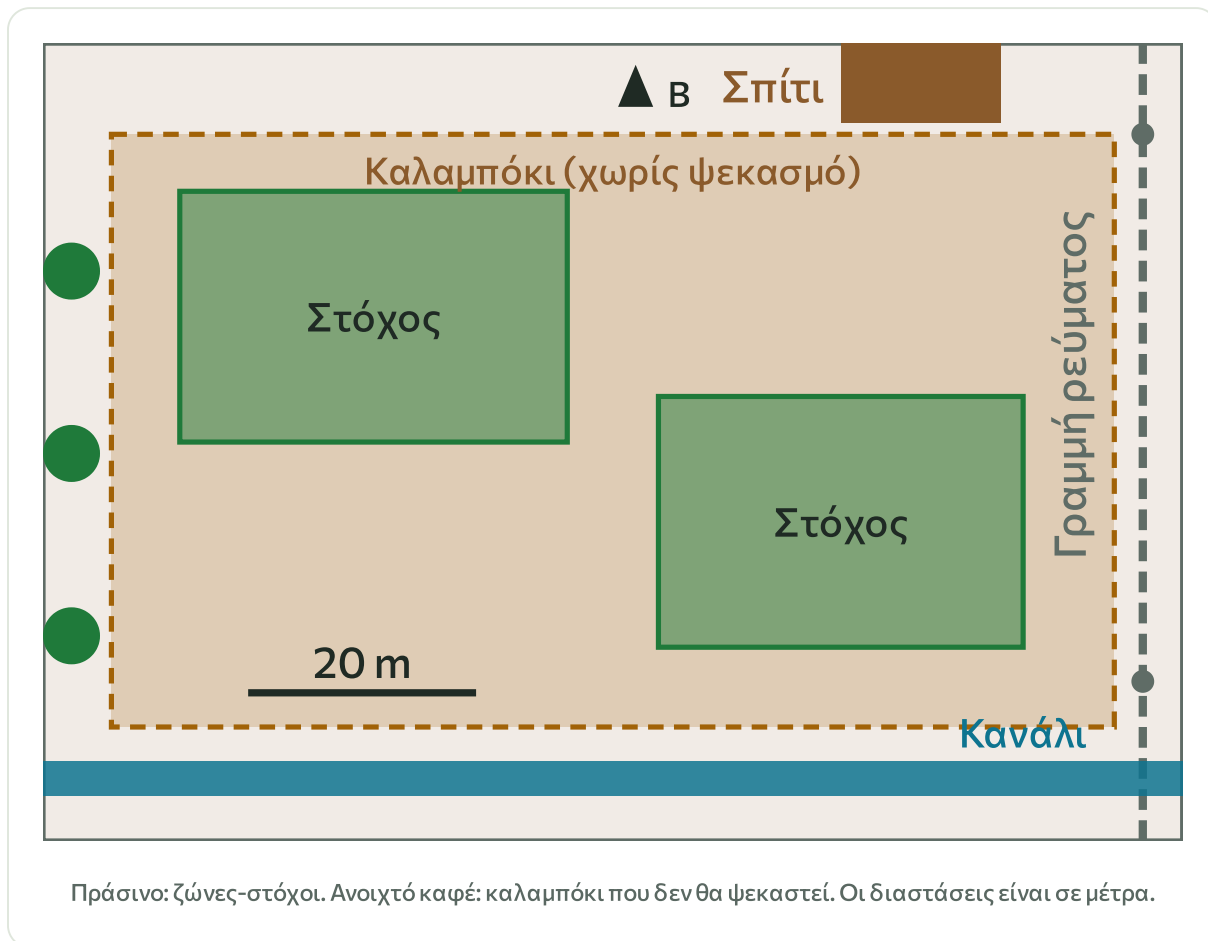
Εάν δεν ανοίγει το AR Η ίδια αποστολή εκτελείται σε λειτουργία 3D και 2D με τους ίδιους κανόνες και βαθμολογείται με τον ίδιο τρόπο. Το AR αλλάζει μόνο την οπτική γωνία.

Περιοχή αποστολής

Ένα χωράφι με καλαμπόκι διαστάσεων 100 m × 70 m. Θα ψεकाστούν δύο πράσινες ζώνες, ενώ το καλαμπόκι ενδιάμεσα δεν θα ψεкаστεί. Στα νότια υπάρχει ένα αρδευτικό κανάλι, στα ανατολικά μια γραμμή ηλεκτροδότησης, στα βόρεια ένα σπίτι και στη δυτική πλευρά μερικά δέντρα.



Funded by
the European Union



ΚΑΝΟΝΑΣ	ΤΙΜΗ
Ύψος εφαρμογής	2-4 m πάνω από τα φυτά
Μέγιστη ταχύτητα	6 m/s (ανώτατο όριο του εύρους 4-6 m/s που συνιστά ο κατασκευαστής)
Όριο ανέμου	3 m/s
Σκάφος	Δεξαμενή 40 L, μπαταρία 1.567 Wh, πλάτος ψεκασμού 7 m
Απόθεμα μπαταρίας	25%



Funded by
the European Union



Για αυτό το σκάφος, ο κατασκευαστής δίνει πλάτος ψεκασμού 4-11 m σε ύψος 3 m πάνω από τα φυτά. Επειδή οι ζώνες-στόχοι είναι μικρές, αρκούν μερικές σύντομες γραμμές. Μην ξεχάσετε να κλείσετε τον ψεκασμό κατά τη μετάβαση από τη μία ζώνη στην άλλη.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Στοχευμένος ψεκασμός σε λειτουργία AR: χωράφι καλαμποκιού στο Κοζάν

Αν είναι δυνατόν, ενεργοποιήστε τη λειτουργία AR και τοποθετήστε το χωράφι στο τραπέζι· αν δεν υποστηρίζεται, συνεχίστε σε λειτουργία 3D ή 2D. Ψεκάστε τις δύο πράσινες περιοχές, χωρίς να ψεκάσετε το καλαμπόκι ανάμεσά τους και το κανάλι.

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanlı-tarimsal-drone/>

Τελική αξιολόγηση

Αντιστοιχίστε τις πιο συχνές καταστάσεις κατά τη χρήση AR με τις σωστές λύσεις τους.

Διαδικτυακή δραστηριότητα

Προβλήματα και λύσεις σε λειτουργία AR

Η δραστηριότητα αυτή λύνεται διαδραστικά στην ακαδημία: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/ar-tabanlı-tarimsal-drone/>



Παράδειγμα από το Κοζάν

Η στοχευμένη εφαρμογή σε χωράφι με καλαμπόκι ξεκινά με τον χάρτη από την πτήση παρατήρησης. Στην Τουρκία, το Υπουργείο Γεωργίας και Δασών καθορίζει σε ποια καλλιέργεια και για ποιον εχθρό μπορεί να χρησιμοποιηθεί το drone ψεκασμού. Πριν από την εφαρμογή, ζητείται η γνώμη της επαρχιακής ή τοπικής διεύθυνσης.



Παράδειγμα από τη Λάρισα

Αν οι ίδιες δύο ζώνες βρίσκονταν στη Λάρισα, ο χάρτης του drone πιθανότατα θα μετατρεπόταν σε συνταγή εφαρμογής και ο ψεκασμός θα γινόταν με επίγειο ψεκαστικό



Funded by
the European Union



μηχάνημα, καθώς στην Ελλάδα οι αεροψεκασμοί καταρχήν απαγορεύονται και για εφαρμογή με drone απαιτείται ειδική έγκριση της αρμόδιας αρχής. Η λειτουργία AR, ωστόσο, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και εκεί σε μια συνάντηση της ομάδας για να συζητηθεί η διαδρομή και οι ζώνες.

Συνοπτικά

Η λειτουργία AR τοποθετεί την εικονική περιοχή αποστολής σε μια πραγματική επιφάνεια και σας επιτρέπει να βλέπετε τα εμπόδια τρισδιάστατα. Σε συσκευές που δεν την υποστηρίζουν, η αποστολή εκτελείται κανονικά σε λειτουργία 3D ή 2D. Μόλις ολοκληρώσετε επιτυχώς και τις τέσσερις συνεδρίες και περάσετε το τεστ, η αποστολή της ενότητας ολοκληρώνεται.

1. W3C (2025). **WebXR Augmented Reality Module, Level 1** ve **WebXR Hit Test Module**.
2. caniuse.com. **Υποστήριξη προγραμμάτων περιήγησης για WebXR Device API**.
3. Google. **ARCore: Fundamental concepts**.
4. DJI (2023). **Agras T50/T25 User Manual v1.0**.



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.

AR	Επαυξημένη πραγματικότητα: η προσθήκη εικονικών αντικειμένων πάνω στο πραγματικό περιβάλλον.
Drone παρατήρησης	Σχετικά ελαφρύ drone που φέρει κάμερα ή αισθητήρα και συλλέγει δεδομένα από το χωράφι.
Drone ψεκασμού	Drone με δεξαμενή, αντλία και ακροφύσια, που εφαρμόζει φυτοπροστατευτικό προϊόν ή υγρό λίπασμα.
GSD	Απόσταση δειγματοληψίας εδάφους: το μήκος στο έδαφος που αντιστοιχεί σε ένα pixel (cm/pixel).
SLAM	Ταυτόχρονος εντοπισμός θέσης και χαρτογράφηση: η παρακολούθηση της θέσης της συσκευής ενώ χαρτογραφεί το περιβάλλον.
VR	Εικονική πραγματικότητα: η πλήρης μεταφορά του χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον.
Άγκυρα	Η αναφορά που σταθεροποιεί το εικονικό αντικείμενο σε ένα σημείο του πραγματικού κόσμου.
Δοκιμή πρόσκρουσης	Ο εντοπισμός του σημείου όπου η ακτίνα που στέλνεται από τη συσκευή τέμνεται με μια πραγματική επιφάνεια.
Επικάλυψη κατά μήκος	Η κοινή περιοχή δύο διαδοχικών φωτογραφιών στην ίδια γραμμή.
Επικάλυψη κατά πλάτος	Η κοινή περιοχή μεταξύ των φωτογραφιών δύο γειτονικών γραμμών.
Ορθομωσαϊκό	Ένας ενιαίος χάρτης με κλίμακα, όπου οι φωτογραφίες έχουν ενωθεί αφού διορθωθούν οι παραμορφώσεις τους.
Σημείο ελέγχου εδάφους	Σημάδι με συντεταγμένες μετρημένες στο έδαφος, που χρησιμεύει για την ορθή τοποθέτηση του χάρτη.



Funded by
the European Union



Σημειακή εφαρμογή	Εφαρμογή της εισροής μόνο στην προβληματική περιοχή, αντί σε ολόκληρο το χωράφι.
ΣμηΕΑ	Μη επανδρωμένο εναέριο όχημα. Στη γεωργία τα ονομάζουμε εν συντομία drone.
Ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας	Χάρτης ύψους της επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένης της βλάστησης και των κατασκευών.



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.

