

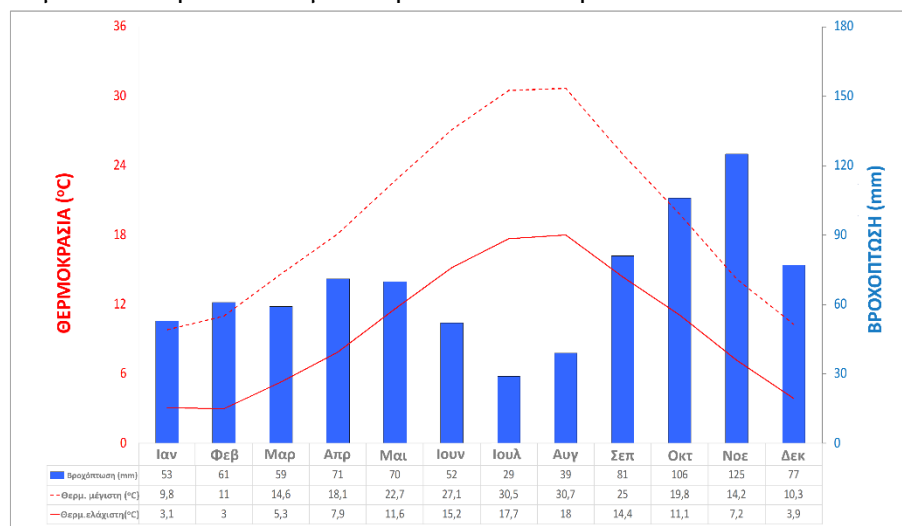
Βίντεο εμπειρίας και σχετικό εκπαιδευτικό υλικό

6. Έξυπνη Άρδευση



Ο Massimo Lodovichi είναι ο διαχειριστής της φάρμας Illuminati GMM. Το αγρόκτημα του εκτείνεται σε δύο δήμους της Valdichiana (Castiglion Fiorentino και Foiano della Chiana) στην επαρχία Arezzo της Κεντρικής Ιταλίας. Το αγρόκτημα καλύπτει 200 εκτάρια, τα μισά από τα οποία καλλιεργούνται ως σπαρώνες μήλων (54 εκτάρια), αχλαδιών (26 εκτάρια), δαμάσκηνων (5 εκτάρια), ροδάκινων (11,5 εκτάρια) και αμπελώνες (6 εκτάρια).

Από τότε που ο Massimo άρχισε να εργάζεται στο αγρόκτημα το 1987, αντιμετώπιζε προβλήματα με την περιορισμένη διαθεσιμότητα αρδευτικού νερού, ιδίως στο λοφώδες τμήμα του αγροκτήματος. Αυτό εξηγεί το κίνητρό του να αναζητά συνεχώς στρατηγικές για τη βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας της άρδευσης και, ως εκ τούτου, την εξοικονόμηση νερού. Η υιοθέτηση έξυπνων συστημάτων άρδευσης, με την υποστήριξη εμπειρογνομόνων από το Πανεπιστήμιο της Φλωρεντίας, αποδείχθηκε μια αποτελεσματική στρατηγική εξοικονόμησης νερού, επιτρέποντας στο αγρόκτημα να μειώσει περίπου στο μισό την κατανάλωσή του.



Το κλίμα στο Foiano della Chiana είναι θερμό και εύκρατο. Οι βροχοπτώσεις είναι υψηλότερες το φθινόπωρο και το χειμώνα σε σύγκριση με την άνοιξη και το καλοκαίρι. Η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 13°C και η ετήσια βροχόπτωση είναι περίπου 800 χιλιοστά.

Το έδαφος στην περιοχή αυτή είναι κυρίως αργιλώδες και ιλυώδες, με ήπιο λοφώδες ανάγλυφο. Οι κύριες καλλιέργειες είναι σπαρώνες, αλλά και δημητριακά όπως σιτάρι και κριθάρι.

Έξυπνη Άρδευση: Τι είναι;

Η έξυπνη άρδευση είναι μια προηγμένη προσέγγιση που αξιοποιεί σύγχρονες τεχνολογίες και δεδομένα για την αποτελεσματικότερη χρήση του νερού και τη βελτίωση της αποδοτικότητας των αρδεύσεων. Έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις των παραδοσιακών συστημάτων άρδευσης, όπως η υπεράρδευση, η έκπλυση και ο αναποτελεσματικός προγραμματισμός. Τα κύρια στοιχεία ενός έξυπνου συστήματος άρδευσης περιλαμβάνουν συνήθως αισθητήρες, ελεγκτές, αγρομετεωρολογικούς σταθμούς και συσκευές επικοινωνίας. Ωστόσο, το τεχνολογικό επίπεδο ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό: από μεμονωμένους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται απευθείας από τον αγρότη, έως την ενσωμάτωση επίγειων αισθητήρων σε συνδυασμό με δεδομένα τηλεπισκόπησης, βραχυπρόθεσμες καιρικές προβλέψεις, μοντέλα υδατικού ισοζυγίου και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) για την παραγωγή θεματικών χαρτών (υδατικού ισοζυγίου, απαιτήσεων άρδευσης των καλλιεργειών, εδαφικής σύστασης, κ.λπ.) σε συνδυασμό με συγκεκριμένες συστάσεις για τον προγραμματισμό των αρδεύσεων.

∅ Αισθητήρες

Οι αισθητήρες εδαφικής υγρασίας τοποθετούνται στο έδαφος για τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε υγρασία, σε διάφορα βάθη. Μεταξύ των διαφόρων τύπων αισθητήρων εδαφικής υγρασίας, οι αισθητήρες χωρητικότητας και οι αισθητήρες ανακλωμέτρησης συχνότητας (FDR – Frequency Domain Reflectometry) χρησιμοποιούνται συνήθως σε έξυπνα συστήματα άρδευσης. Αυτοί οι αισθητήρες προσφέρουν πρακτικά οφέλη όσον αφορά την ακρίβεια, την ευκολία χρήσης και τη συμβατότητα με διαφορετικούς τύπους εδάφους.

Αισθητήρες χωρητικότητας

Παρέχουν συνεχείς μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας αναλύοντας μεταβολές ηλεκτρικής χωρητικότητας. Οι αισθητήρες χωρητικότητας μπορούν να εγκατασταθούν εύκολα στο έδαφος και πολλά μοντέλα προσφέρουν ασύρματα συνδεσιμότητα, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ενσωμάτωση με έξυπνα συστήματα άρδευσης. Είναι συμβατοί με διάφορους τύπους εδάφους και έχουν ικανοποιητική ακρίβεια.



Αισθητήρες ανακλωμέτρησης συχνότητας (FDR)

Μετρούν την υγρασία του εδάφους αναλύοντας τις αλλαγές στην απόκριση συχνότητας που προκαλούνται από τις διηλεκτρικές ιδιότητες του εδάφους. Οι FDR είναι γνωστοί για την ακρίβειά τους και μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες και συνεπείς μετρήσεις με την πάροδο του χρόνου. Είναι κατάλληλοι για διαφορετικούς τύπους εδαφών και χρησιμοποιούνται συχνά σε γεωργικές και ερευνητικές εφαρμογές που απαιτείται ακριβής παρακολούθηση. Η συσκευή diviner που χρησιμοποιεί ο Massimo είναι ένας τυπικός αισθητήρας FDR.

∅ Ελεγκτές

Οι έξυπνοι ελεγκτές άρδευσης είναι η καρδιά του συστήματος. Προσαρμόζοντας δυναμικά την άρδευση με βάση πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, οι έξυπνοι ελεγκτές συμβάλλουν στην αποτελεσματική διαχείριση του νερού. Λαμβάνουν δεδομένα από αισθητήρες και αγρομετεωρολογικούς σταθμούς και με βάση ένα μοντέλο πρόβλεψης για τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό, καθορίζουν πότε και πόσο πρέπει να αρδεύσουν. Αυτοί οι ελεγκτές μπορούν να προγραμματιστούν με συγκεκριμένους τύπους φυτών, συνθήκες εδάφους και άλλες μεταβλητές, επιτρέποντας προσαρμοσμένα προγράμματα άρδευσης.



Ø **Αγρομετεωρολογικοί σταθμοί**

Οι αγρομετεωρολογικοί σταθμοί παρέχουν τοπικά δεδομένα καιρού σε πραγματικό χρόνο, όπως θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα ανέμου, ηλιακή ακτινοβολία και βροχόπτωση. Αυτές οι πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας, διότι βοηθούν το έξυπνο σύστημα άρδευσης να προσαρμόζει τα προγράμματα άρδευσης με βάση τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες. Σε πολλές περιπτώσεις, τα μετεωρολογικά δεδομένα χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, η οποία αποτελεί τη σημαντικότερη απώλεια νερού από το σύστημα.



Ø **Τηλεπισκόπηση**

Οι δορυφόροι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην έξυπνη άρδευση παρέχοντας πολύτιμα δεδομένα και πληροφορίες που συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της χρήσης του νερού και των αρδεύσεων.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

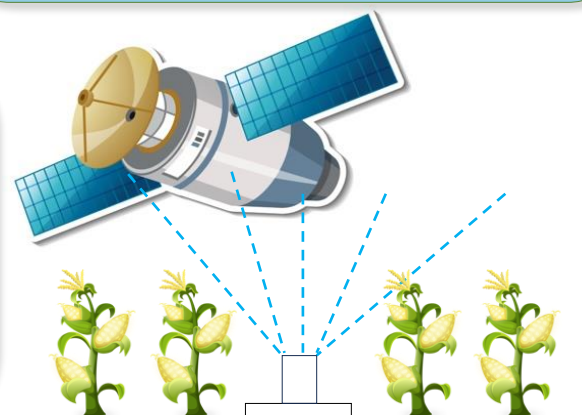
Οι δορυφόροι παρέχουν ακριβείς και επικαιροποιημένες πληροφορίες για τις καιρικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων των μοτίβων βροχόπτωσης, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και των ρυθμών εξατμισοδιαπνοής. Τα δεδομένα αυτά βοηθούν τα έξυπνα συστήματα άρδευσης να προσαρμόζουν τα προγράμματα ποτίσματος με βάση τις πραγματικές ανάγκες σε νερό.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Οι δορυφόροι με αισθητήρες μικροκυμάτων μπορούν να μετρήσουν την υγρασία του εδάφους σε μεγάλες περιοχές. Αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να διαπεράσουν τη νεφοκάλυψη και να παρέχουν δεδομένα για την υγρασία του εδάφους ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Οι δορυφόροι μπορούν να καταγράφουν εικόνες από τα χωράφια και να παρακολουθούν παραμέτρους των καλλιεργειών, όπως δείκτες βλάστησης, επίπεδα στρες των καλλιεργειών και βιομάζα. Τα δεδομένα αυτά επιτρέπουν τον εντοπισμό αγροτεμαχίων που μπορεί να απαιτούν διαφορετικές ποσότητες αρδευτικού νερού ή εντοπίζουν έγκαιρα σημάδια στρες, επιτρέποντας άμεσες παρεμβάσεις.



Οφέλη των έξυπνων συστημάτων άρδευσης

- ✓ **Εξοικονόμηση νερού:** τα έξυπνα συστήματα άρδευσης χρησιμοποιούν προσεγγίσεις με βάση τα δεδομένα για να παρέχουν τη σωστή ποσότητα νερού τη σωστή στιγμή, αποφεύγοντας την υπερβολική άρδευση και μειώνοντας τη σπατάλη νερού. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές πρακτικές που εφαρμόζουν εμπειρικά οι αγρότες, έχει υπολογιστεί ότι η υιοθέτηση έξυπνων συστημάτων άρδευσης μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του όγκου αρδευτικού νερού κατά 20-30%, ωστόσο, με βάση τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και την κλίμακα εφαρμογής, η μείωση αυτή μπορεί να φτάσει έως και το 50%.
- ✓ **Αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών:** παρακολουθώντας τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους και προσαρμόζοντας ανάλογα τα προγράμματα άρδευσης, τα έξυπνα συστήματα άρδευσης διασφαλίζουν ότι τα φυτά λαμβάνουν επαρκές νερό, βελτιστοποιώντας έτσι τις αποδόσεις.

- ✓ **Εξοικονόμηση χρόνου και εργασίας:** με τον αυτοματοποιημένο προγραμματισμό και τις δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου, τα έξυπνα συστήματα άρδευσης ελαχιστοποιούν την ανάγκη για χειροκίνητη παρέμβαση και συντήρηση. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και εργασία σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους άρδευσης.
- ✓ **Περιβαλλοντική βιωσιμότητα:** μειώνοντας την κατανάλωση νερού και ελαχιστοποιώντας την απορροή, η έξυπνη άρδευση συμβάλλει στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα και βοηθά στην προστασία των υδάτινων πόρων. Επιπλέον, αποφεύγοντας την υπερβολική άρδευση και τη συνακόλουθη βαθιά διήθηση, μειώνεται σημαντικά η έκπλυση θρεπτικών ουσιών και η μεταφορά τους στα υπόγεια ύδατα.

Διαφορετικές προσεγγίσεις στην έξυπνη Άρδευση

Τα πιο συνηθισμένα έξυπνα συστήματα άρδευσης βασίζονται σε τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις: **εκτίμηση εξατμισοδιαπνοής**, η οποία βασίζεται στον υπολογισμό της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής με κλιματικά δεδομένα, **καταγραφή εδαφικής υγρασίας** που χρησιμοποιεί απευθείας μετρήσεις εδαφικής υγρασίας, ή/και **χρήση τηλεπισκόπησης** η οποία αξιοποιεί δορυφορικά δεδομένα παρέχοντας πληροφορίες για τη βλάστηση και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους.



Η άρδευση με βάση την εξατμισοδιαπνοή βασίζεται στον υπολογισμό της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας. Λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες και ο τύπος της καλλιέργειας για την εκτίμηση των απαιτήσεων σε νερό.

Κύρια χαρακτηριστικά:

- Απαιτεί ακριβείς και επικαιροποιημένες πληροφορίες για τις καιρικές συνθήκες ώστε να υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή και να προσαρμόζονται ανάλογα τα προγράμματα άρδευσης.
- Παρέχει μια γενικευμένη εκτίμηση των απαιτήσεων σε νερό για μια συγκεκριμένη καλλιέργεια χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις διαφορές στους τύπους εδάφους ή τη διαφοροποίηση του μικροκλίματος εντός μιας περιοχής.
- Χαρακτηρίζεται από έναν προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα βάσει υπολογισμών και κλιματικών δεδομένων. Μπορεί να μην παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις πραγματικές συνθήκες υγρασίας του εδάφους.



Η άρδευση με βάση την υγρασία του εδάφους μετρά απευθείας την υγρασία του εδάφους χρησιμοποιώντας αισθητήρες πραγματικού χρόνου που τοποθετούνται στο έδαφος.

Κύρια χαρακτηριστικά:

- Λαμβάνει υπόψη τον συγκεκριμένο τύπο εδάφους, τους τύπους φυτών και το μικροκλίμα.
- Με την άμεση μέτρηση των επιπέδων υγρασίας του εδάφους, προσφέρει παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την πραγματική περιεκτικότητα σε νερό στη ζώνη του ριζοστρώματος. Αυτό επιτρέπει τον ακριβέστερο προγραμματισμό της άρδευσης.
- Εξαρτάται λιγότερο από τα μετεωρολογικά δεδομένα σε σύγκριση με την άρδευση με βάση την εξατμισοδιαπνοή. Επικεντρώνεται στις πραγματικές συνθήκες υγρασίας στο έδαφος, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν από τις γενικές καιρικές συνθήκες της περιοχής.

Η άρδευση που βασίζεται σε δορυφόρους χρησιμοποιεί τηλεπισκόπηση για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη βλάστηση, την υγρασία του εδάφους και άλλες παραμέτρους. Επιτρέπει την επισκόπηση μεγάλων καλλιεργητικών εκτάσεων.

Κύρια χαρακτηριστικά:

- Καλύπτει μεγάλες εκτάσεις και παρακολουθεί τη βλάστηση και τις εδαφικές συνθήκες σε ευρείες περιοχές, και είναι κατάλληλη για γεωργικές εργασίες μεγάλης κλίμακας.
- Περιλαμβάνει τεχνικές ανάλυσης δεδομένων και μοντελοποίησης για την ερμηνεία των δεδομένων που συλλέγονται.
- Προσφέρει πληροφορίες μεγάλης κλίμακας για τις συνθήκες βλάστησης και εδαφικής υγρασίας σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό περιφερειακών μοτίβων, τάσεων και ανωμαλιών που σχετίζονται με τις ανάγκες άρδευσης.

Με βάση τις σύγχρονες προσεγγίσεις ψηφιακής γεωργίας, είναι δυνατός ο συνδυασμός των τριών ανωτέρω προσεγγίσεων για τη δημιουργία ολοκληρωμένων λύσεων άρδευσης με υψηλή ακρίβεια και αποδοτικότητα.