

ΟΔΗΓΟΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΓΡΟΤΕΣ

5 Βήματα Αποτελεσματικής Χρήσης Νερού

για Υγιείς Καλλιέργειες και Βιώσιμη Γεωργία

ΓΙΑ ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΜΕ ΣΤΑΓΔΗΝ

ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΕ

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΕΣ

ΣΥΝΟΗΚΕΣ



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**



**GLOBAL WATER
PARTNERSHIP
MEDITERRANEAN**



Πώς να χρησιμοποιήσετε αυτόν τον Οδηγό

Ως αγρότης, λαμβάνετε καθημερινά αποφάσεις σχετικά με την άρδευση των καλλιεργειών σας.

Ο παρών οδηγός παρουσιάζει βασικές αρχές διαχείρισης του νερού στο έδαφος που μπορούν να σας βοηθήσουν να εξοικονομήσετε νερό, ενέργεια και κόστος λιπασμάτων, ενώ παράλληλα διασφαλίζετε την παραγωγικότητα της καλλιέργειάς σας. Καθώς το κλίμα αλλάζει και το κόστος παραγωγής αυξάνεται, η σωστή διαχείριση της άρδευσης μπορεί να σας βοηθήσει να μειώσετε τα έξοδα και να αξιοποιήσετε καλύτερα τους διαθέσιμους πόρους.

Ο οδηγός έχει σχεδιαστεί ειδικά για δενδρώδεις καλλιέργειες που αρδεύονται με στάγδην άρδευση. Οι μέθοδοι που περιγράφονται ενδέχεται αρχικά να απαιτήσουν την υποστήριξη ενός γεωπόνου ή συμβουλευτικής υπηρεσίας για τη σωστή εγκατάσταση και εφαρμογή τους.

Αφού τεθούν σε λειτουργία, θα σας βοηθήσουν να διαχειρίζεστε την άρδευση με μεγαλύτερη σιγουριά, βασιζόμενοι σε μετρήσεις και δεδομένα και όχι μόνο στην εμπειρία.

Γιατί είναι σημαντική η Έξυπνη Άρδευση

Το νερό γίνεται ολοένα και πιο δυσεύρετο, ειδικά στις μεσογειακές περιοχές.

Οι παραδοσιακές πρακτικές άρδευσης συχνά οδηγούν σε σπατάλη νερού, υψηλότερα κόστη και μειωμένη απόδοση των καλλιεργειών.

Έξυπνη άρδευση σημαίνει:

Εφαρμογή νερού σύμφωνα με τις ανάγκες των φυτών

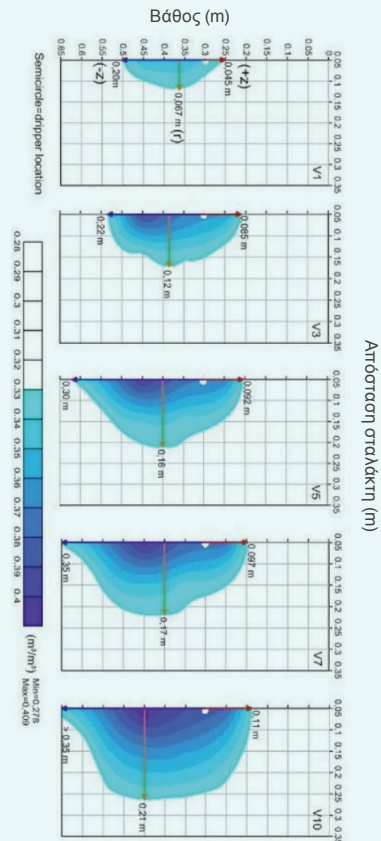
Χρήση πληροφοριών εδαφικής υγρασίας

Βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας των καλλιεργειών

Εξοικονόμηση νερού, ενέργειας και χρημάτων

Κύρια αρχή:

«Πότισε το φυτό, όχι το χωράφι»

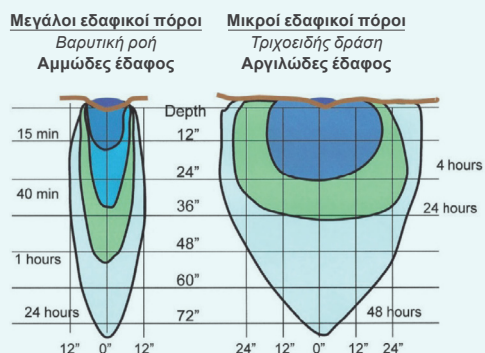


ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Το νερό στο έδαφος αποθηκεύεται στους χώρους ανάμεσα στα σωματίδια του εδάφους (πόρους). Διαφορετικά εδάφη συμπεριφέρονται διαφορετικά:

- **Αμώδη εδάφη** → στραγγίζουν γρήγορα, χρειάζονται συχνό πότισμα.
- **Αργιλώδη εδάφη** → συγκρατούν το νερό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και χρειάζονται λιγότερο συχνά πότισμα.

Η γνώση του τύπου του εδάφους σας βοηθά να αποφασίσετε πόσο και πόσο συχνά να ποτίζετε.



1

Κατανοήστε τα όρια της εδαφικής υγρασίας

Υπάρχουν τρία βασικά επίπεδα υγρασίας εδάφους:

Κορεσμός – Το έδαφος είναι πλήρως γεμάτο με νερό, δεν υπάρχει αέρας → *βλάπτει τις ρίζες των φυτών*

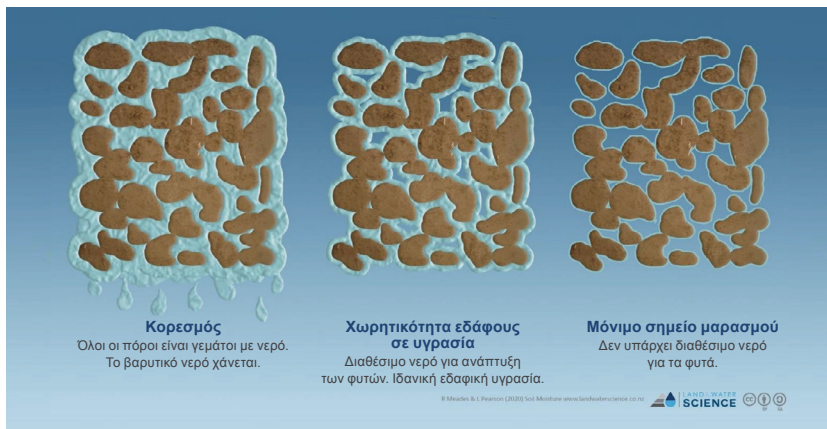
Χωρητικότητα εδάφους σε υγρασία – Η μέγιστη διαθέσιμη ποσότητα νερού για τα φυτά που μπορεί να κρατήσει το έδαφος, αφού το περίσσιο νερό αποστραγγιστεί

Μόνιμο σημείο μααρασμού – Το έδαφος είναι πολύ ξηρό → *τα φυτά δεν μπορούν να ανακάμψουν*

Μετά το πότισμα, η εδαφική υγρασία αυξάνεται μέχρι κορεσμού. Το πλεονάζον νερό στη συνέχεια αποστραγγίζεται, επαναφέροντας το έδαφος στη χωρητικότητα του εδάφους. Η υγρασία του εδάφους μειώνεται σταδιακά καθώς τα φυτά χρησιμοποιούν νερό και κάποιο εξατμίζεται (εξατμισοδιαπνοή).



Διατηρήστε την υγρασία του εδάφους μεταξύ της χωρητικότητας εδάφους σε υγρασία και πάνω από το μόνιμο σημείο μααρασμού



ΠΟΤΕ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΟΤΙΖΕΤΕ;

Όταν η υγρασία έχει πέσει κάτω από την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί νερό, αλλά πριν τα φυτά αρχίσουν να δείχνουν στρες. Η υπερβολική άρδευση μέχρι τον κορεσμό σπαταλά νερό και βλάπτει τις ρίζες, ενώ η ανεπαρκής άρδευση μειώνει την απόδοση.

2

Επικεντρώστε την άρδευση στη ζώνη των ριζών

Οι περισσότερες καλλιέργειες απορροφούν νερό από ένα συγκεκριμένο βάθος εδάφους (ζώνη ριζών).

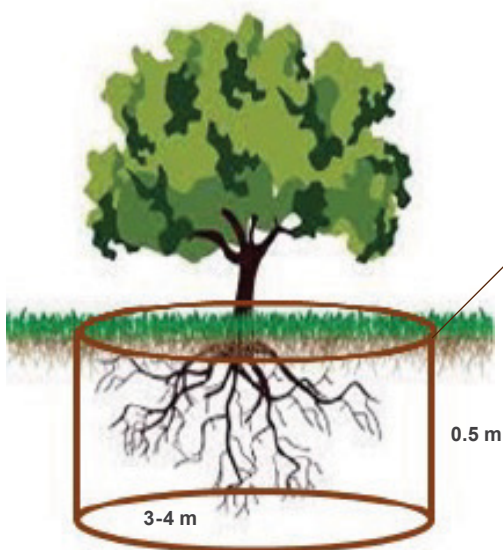
Παράδειγμα: Τυπικό βάθος ριζών: ~0.5 μέτρα



Η άρδευση πρέπει να στοχεύει αυτή τη ζώνη, όχι τα βαθύτερα στρώματα.

ΓΙΑΤΙ;

- Το νερό κάτω από τη ζώνη των ριζών **χάνεται**
- Αποτελεσματική άρδευση = το νερό παραμένει εκεί όπου οι ρίζες μπορούν να το χρησιμοποιήσουν



Ζώνη ριζών

Αν το νερό διαπεράσει κάτω από τη ζώνη ριζών, χάνεται και δεν είναι διαθέσιμο για το φυτό.

3

Γνώση του χρόνου άρδευσης – Κίνηση του νερού στο έδαφος:

Το νερό εισέρχεται και κινείται μέσα στο έδαφος με διαφορετικές ταχύτητες ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους.

Διήθηση

(το νερό εισέρχεται στο έδαφος)

Τριχοειδής άνοδος

(το νερό κινείται προς τα πάνω)

Αποστράγγιση

(το νερό κινείται προς τα κάτω)

Πειράματα στο πεδίο δείχνουν ότι:

- Η κατανομή του νερού **δεν είναι ομοιόμορφη**
- Η μεταβλητότητα του εδάφους επηρεάζει την αποδοτικότητα της άρδευσης

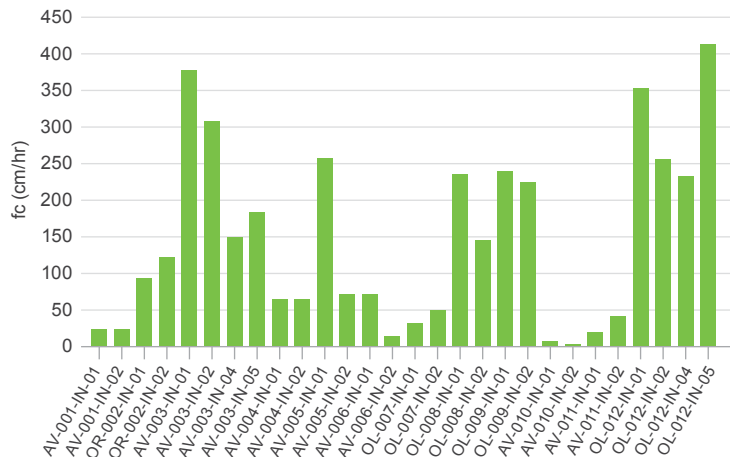


Προσαρμόστε την άρδευση βάσει των συνθηκών στο πεδίο.



Μέτρηση της διήθησης στο χωράφι.

NexusLabs: Μεταβλητότητα της ικανότητας διήθησης (κάτω από το δέντρο)



Πειράματα διήθησης στο χωράφι σας βοηθούν να εκτιμήσετε πόσο γρήγορα κινείται το νερό προς τα κάτω και πόσος χρόνος χρειάζεται για να φτάσει στην περιοχή των ριζών.



Χρησιμοποιήστε αυτές τις πληροφορίες για να αποφασίσετε πόση ώρα να ποτίζετε, έτσι ώστε το νερό να παραμένει στην περιοχή των ριζών και να μην χάνεται στα βαθύτερα στρώματα.

4

Χρησιμοποιήστε δεδομένα εδαφικής υγρασίας για να αποφασίσετε πότε να αρδεύσετε

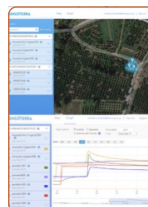
Τα σύγχρονα συστήματα άρδευσης χρησιμοποιούν:



Αισθητήρες
(υγρασία
εδάφους, κλίμα)



**Ασύρματα
δίκτυα**
(π.χ. LoRaWAN)



**Πλατφόρμες
Δεδομένων
για παρα-
κολούθηση**

ΟΦΕΛΗ:

- Μειωμένη χρήση νερού = μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και κόστος
- Καλύτερη απόδοση καλλιεργειών



Τα **δεδομένα από τους αισθητήρες υγρασίας εδάφους** μπορούν να εμφανίζονται σε κινητά τηλέφωνα. Μετά την άρδευση, μπορείτε να παρατηρήσετε την αύξηση της υγρασίας του εδάφους, πριν αρχίσει να μειώνεται καθώς το νερό απορροφάται από τα φυτά και εξατμίζεται μέσω του εδάφους (εξατμισοδιαπνοή). Παραμένει σταθερή το βράδυ (όταν δεν έχουμε φωτοσύνθεση) και αρχίζει ξανά να μειώνεται την επόμενη μέρα.



Τα δεδομένα από τους αισθητήρες υγρασίας εδάφους βοηθούν στη διατήρηση της εδαφικής υγρασίας μεταξύ της χωρητικότητας του εδάφους και πάνω από το μόνιμο σημείο μαρασμού, ώστε τα φυτά να έχουν πάντα διαθέσιμο το νερό που χρειάζονται. Σε ένα σωστά ρυθμισμένο σύστημα, αυτό σημαίνει ότι:

Όταν η υγρασία του εδάφους φτάσει στο επίπεδο που ήταν πριν από την άρδευση, πρέπει να ποτίσετε ξανά.

5

Βελτιώστε το έδαφός σας ώστε συγκρατεί περισσότερο νερό

Οι αγροοικολογικές πρακτικές και οι λύσεις βασισμένες στη φύση βοηθούν στη μείωση της κατανάλωσης νερού και του κόστους μέσω:

Αύξησης της
οργανικής ουσίας
του εδάφους

Βελτίωσης
της συγκράτησης
νερού

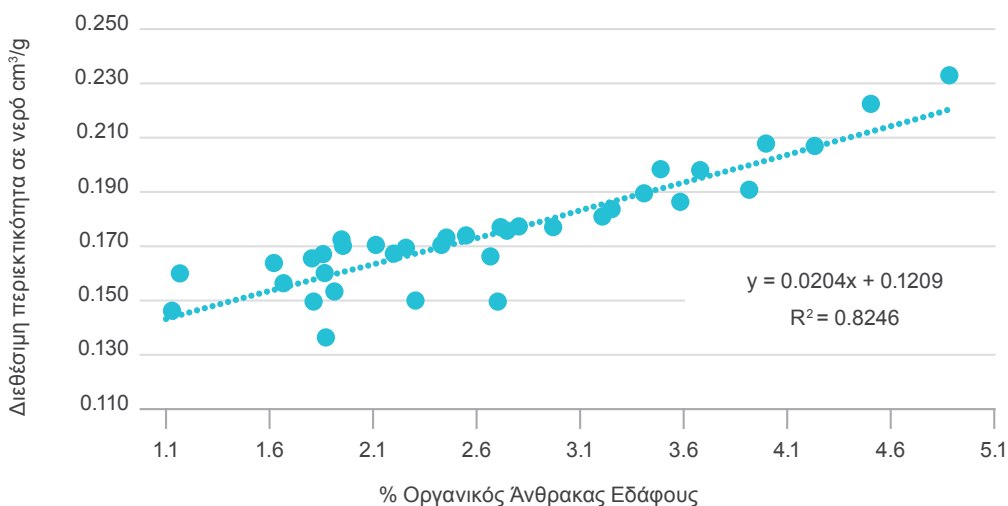
Μείωσης
των απωλειών
λόγω εξάτμισης

Ενίσχυσης
της δομής
του εδάφους

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

- Κάλυψη εδάφους (cover crops)
- Άλυψη εδάφους με διάφορα υλικά (mulching)
- Μειωμένο όργωμα

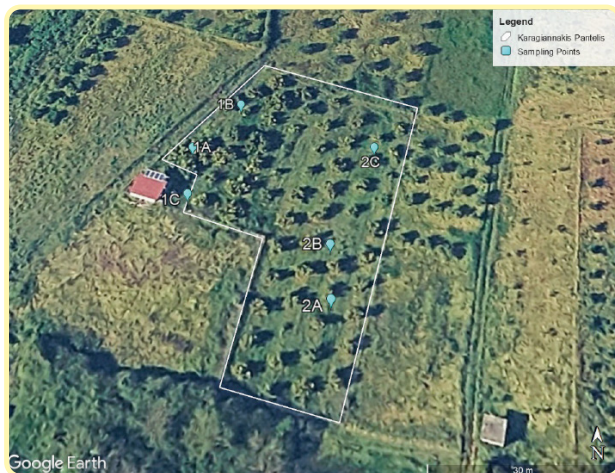
NexusLabs: Διαθέσιμη περιεκτικότητα σε νερό



Υγιές έδαφος = καλύτερη χρήση νερού

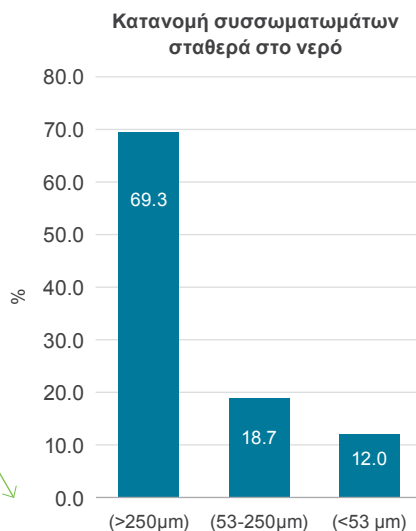
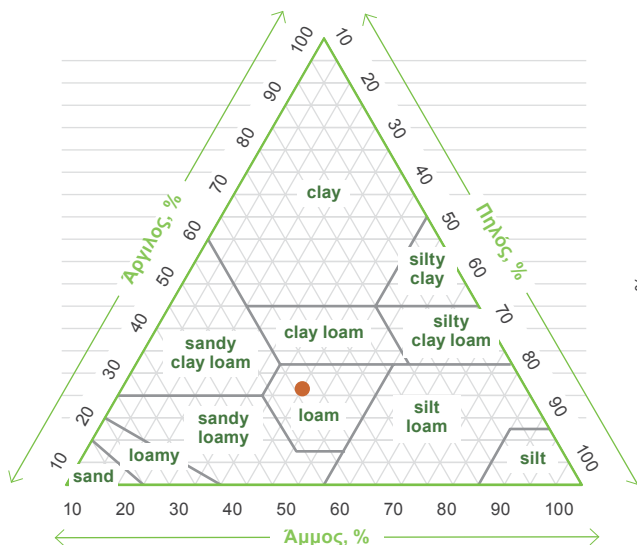
Η οργανική ουσία του εδάφους αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους. Για παράδειγμα, μια αύξηση 1% στον εδαφικό οργανικό άνθρακα αυξάνει την υγρασία του εδάφους κατά 0.02 cm³/g ή το ισοδύναμο με 44 m³/ha πρόσθετης υγρασίας.

Άρδευση καλλιέργειας αβοκάντο



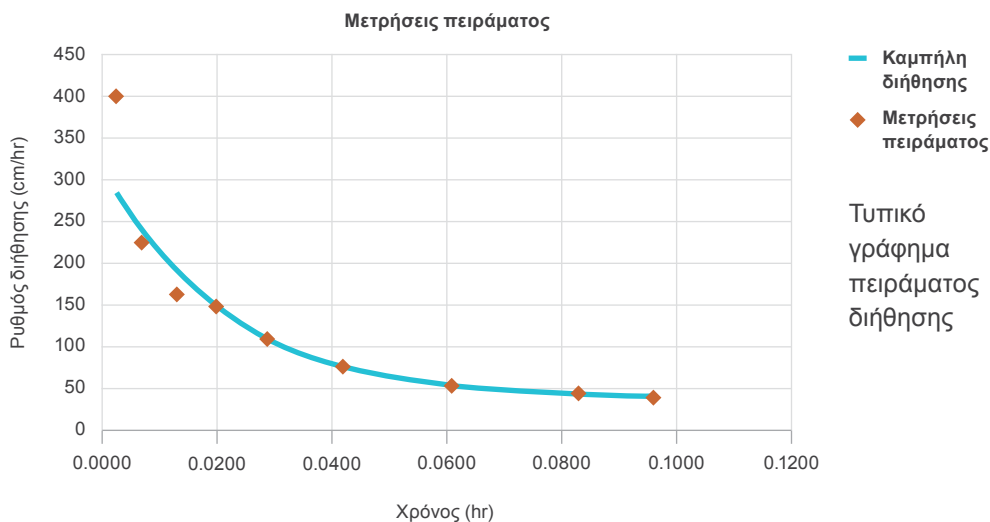
Εδαφική δομή

Μετράμε τις βασικές παραμέτρους της δομής του εδάφους που μας επιτρέπουν να καθορίζουμε πότε, πόσο και για πόσο χρόνο να ποτίζουμε: (Άμμος 47%, Ιλύς 31%, Άργιλος 22%; Υφή εδάφους – πηλώδες, Μέσο πορώδες = 37%, Χωρητικότητα εδάφους σε υγρασία = 31.5%, Μόνιμο σημείο μαρασμού = 14.5%).



Το έδαφος είναι πηλώδες και τα υδατοσταθερά μακρο-συσσωματώματα είναι 69%, υποδηλώνοντας ένα γόνιμο έδαφος.

Μετρήσεις ρυθμού διήθησης



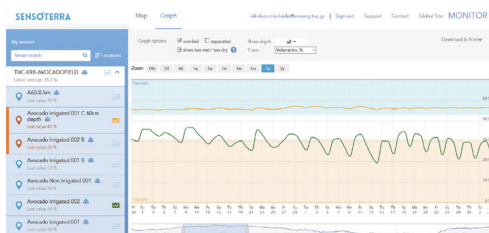
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Τοποθεσία	Παλιά δέντρα – Ρυθμός διήθησης	Νεότερα δέντρα – Ρυθμός διήθησης
Μέτρηση κάτω από το δέντρο	341cm/hr	165 cm/hr
Μέτρηση στη μέση του χωραφιού	13 cm/hr	22 cm/hr

- Μέσα στη ζώνη των ριζών, το νερό μπορεί να κινηθεί γρήγορα (γρηγορότερα στα μεγαλύτερα ηλικιακά δέντρα και πυκνές ρίζες), αλλά επιβραδύνεται κάτω από τη ζώνη των ριζών.
- Ο μέσος ρυθμός διήθησης για το χωράφι αβοκάντο κυμαίνεται μεταξύ 13 και 22 εκατοστών ανά ώρα, που σημαίνει ότι **το νερό καλύπτει την περιοχή των ριζών των 50 εκατοστών περίπου σε 2-3 ώρες.**
- Η συνιστώμενη διάρκεια άρδευσης είναι 2-3 ώρες.** Η άρδευση μεγαλύτερη από αυτό θα σπρώξει το νερό κάτω από την περιοχή των ριζών, όπου χάνεται.

Ελέγξτε και προσαρμόστε το πότισμά σας για να ελαχιστοποιήσετε τις απώλειες

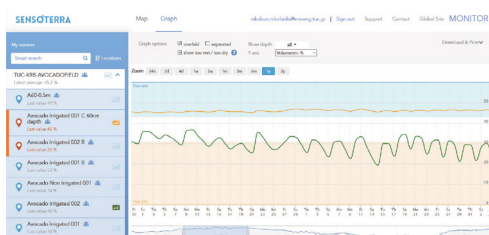
Ελέγξτε την υγρασία του εδάφους: Αν οι μέτρησεις στα 60 cm αυξάνονται στη διάρκεια της άρδευσης, σημαίνει ότι το νερό μεταφέρεται κάτω από το ριζικό σύστημα και χάνεται.



Χρονοσειρές υγρασίας εδάφους σε βάθος 30 εκ (πράσινη γραμμή) και 60 εκ (πορτοκαλί γραμμή) κατά την περίοδο από 1 Ιουλίου έως 31 Αυγούστου 2025.

ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ (@ 30 cm)

ΜΕΓΙΣΤΗ 37% **ΕΛΑΧΙΣΤΗ** 19%



Χρονοσειρές υγρασίας εδάφους σε βάθος 30 εκ. (πράσινη γραμμή) και 60 εκ. (πορτοκαλί γραμμή) κατά την περίοδο Απριλίου 2025 έως Μαρτίου 2026.

ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ (@ 30 cm)

ΜΕΓΙΣΤΗ 37% **ΕΛΑΧΙΣΤΗ** 15%

Υγρασία εδάφους σε βάθος 60 εκ – Σταθερή περιεκτικότητα υγρασίας εδάφους, το διηθούμενο νερό δεν αύξησε το επίπεδο υγρασίας
→ **οι απώλειες προς τα υπόγεια νερά ήταν ελάχιστες.**

Η μέγιστη υγρασία εδάφους που καταγράφηκε κατά την άρδευση ήταν ίδια με το πορώδες, υποδηλώνοντας ότι το έδαφος στα 30 εκ ήταν κορεσμένο.

Η άρδευση μέχρι 3 ώρες ελαχιστοποιεί τις απώλειες προς τα υπόγεια νερά.

Τι σημαίνει αυτό για εσάς:

Καθορίστε τη διάρκεια άρδευσης με βάση το ρυθμό διήθησης, ώστε να μην σπαταλάτε νερό κάτω από τη ζώνη ριζών.

(στο παράδειγμα μας με το αβοκάντο, διάρκεια 3 ωρών)

A

Μάθετε τα βασικά επίπεδα υγρασίας του εδάφους για το έδαφός σας: χωρητικότητα εδάφους σε υγρασία (ανώτερο όριο) και μόνιμο σημείο μαρασμού (κατώτερο όριο).

B

Η άρδευση θα πρέπει να ξεκινά όταν η υγρασία του εδάφους βρίσκεται μεταξύ της χωρητικότητας του εδάφους σε νερό και πάνω από το μόνιμο σημείο μαρασμού.

(Σε αυτό το παράδειγμα περίπου 20%)

Γ

Προσδιορίστε την απαιτούμενη ποσότητα αρδευτικού νερού για κάθε δέντρο.

Εξαρτάται από τον όγκο και τη δυνατότητα συγκράτησης νερού της ζώνης ριζών, και το επιθυμητό επίπεδο υγρασίας του εδάφους.

Αντιστοιχεί σε περίπου 250 λίτρα ανά δέντρο.

Δ

Προσδιορίστε τον αριθμό των σταγόνων που απαιτούνται για την παροχή του όγκου άρδευσης.

Σε αυτό το παράδειγμα, ο όγκος άρδευσης των 250 L πρέπει να παρέχεται σε 3 ώρες, που ισοδυναμεί με 84 L/ώρα ανά δέντρο.

Αν ο ρυθμός της σταγόνας είναι 4 L/ώρα, τότε θα χρειαστείτε 21 σταγόνες ανά δέντρο.

E

Ελέγξτε τις μετρήσεις υγρασίας του εδάφους σε βάθος 30 και 60 εκ, για να διασφαλίσετε ότι δεν χάνεται νερό.

Εάν η υγρασία στα 60 εκ αυξηθεί κατά τη διάρκεια των αρδεύσεων, σημαίνει ότι το νερό χάνεται και πρέπει να μειώσετε την ποσότητα άρδευσης.

ΣΤ

Ακολουθώντας αυτές τις οδηγίες, μπορείτε να μειώσετε σημαντικά την ποσότητα νερού και να εξασφαλίσετε μια υγιή παραγωγή.

Στο παράδειγμα με το αβοκάντο, υποθέτοντας ότι η περίοδος άρδευσης διαρκεί 5 έως 6 μήνες και κατά μέσο όρο γίνεται άρδευση κάθε 4 ημέρες, τότε **η συνολική άρδευση θα είναι 200 έως 260 μ³/στρέμμα**, που είναι σημαντικά λιγότερο από την συνηθισμένη πρακτική.

Έξυπνη Άρδευση

200 - 260 μ³/στρέμμα

Συνήθης πρακτική

500 - 700 μ³/στρέμμα

ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ ΓΙΑ ΑΓΡΟΤΕΣ

- ✓ **Ποτίζετε βάσει των αναγκών του φυτού, όχι της ρουτίνας**
- ✓ **Παρακολουθείτε τακτικά την υγρασία του εδάφους**
- ✓ **Επικεντρωθείτε στη ζώνη των ριζών**
- ✓ **Αποφύγετε το υπερβολικό και ανεπαρκές πότισμα**
- ✓ **Χρησιμοποιήστε απλά ή προηγμένα εργαλεία για την καθοδήγηση αποφάσεων**
- ✓ **Εφαρμόστε αγροοικολογικές πρακτικές για τη βελτίωση του εδάφους**

Η έξυπνη άρδευση δεν αφορά μόνο τη μείωση της κατανάλωσης νερού – αφορά την **αύξηση της παραγωγικότητας, την μείωση του κόστους και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή.**

Μικρές αλλαγές στις πρακτικές άρδευσης μπορούν να επιφέρουν **μεγάλα οφέλη για τη φάρμα σας.**