

GROW OBSERVATORY

Πώς λειτουργούν οι αισθητήρες



Αυτό το έργο έχει λάβει χρηματοδότηση από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας Horizon 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο της συμφωνίας επιχορήγησης Αρ. 690199



Περιεχόμενα

Εισαγωγή	3
Κατανόηση της υγρασίας του εδάφους	3
Έναρξη	6
Ημερήσια μοτίβα	7
Φως	7
Θερμοκρασία	7
Εβδομαδιαία μοτίβα	8
Μοτίβα σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου	9
Μοτίβα στο χώρο	11
Μοτίβα στον χρόνο και τον χώρο	12
Τι επηρεάζει τις μετρήσεις των αισθητήρων	14
Συγκόμωση	14
Χρήση γης	14
Διαχείριση γης	14
Πρανές	16
Τύπος εδάφους	17
Υφή εδάφους	17
Πορώδες και φαινόμενη πυκνότητα	19
Σφάλματα μετρήσεων	19
Μελέτες περιπτώσεων	22
Παύλος Γεωργιάδης	22
Κική Χατζησάββα	22
Λήψη των δεδομένων του αισθητήρα σας	22



Εισαγωγή

Τα δεδομένα των αισθητήρων μπορούν να βοηθούν τους καλλιεργητές να διακρίνουν εύκολα συσχετισμούς (σχέσεις) μεταξύ της υγρασίας του εδάφους, της θερμοκρασίας και της έντασης του φωτός. Μπορεί μεν οι αισθητήρες να μην είναι απαραίτητοι για τη διάκριση της σύνδεσης μεταξύ των τριών αυτών στοιχείων ανάπτυξης, ωστόσο το επιπλέον πλεονέκτημα των δεδομένων των αισθητήρων είναι ότι μας προσφέρουν τη δυνατότητα εύκολης πρόσβασης σε αυτές τις μετρήσεις καθόλη τη διάρκεια των εποχών του έτους. Οι καλλιεργητές μπορούν να ανακτούν ιστορικά αρχεία και να τα συσχετίζουν με τις καιρικές συνθήκες ή τα γεγονότα διαχείρισης του εδάφους, όπως η άρδευση, και η προσθήκη φυσικών ή τεχνητών λιπασμάτων.

Τα δεδομένα αισθητήρων λειτουργούν ως οδηγός με γενικά όρια για τις βέλτιστες τιμές, ωστόσο για να ερμηνεύσει σωστά τις μετρήσεις, ο καλλιεργητής πρέπει να γνωρίζει καλά τα χαρακτηριστικά της έκτασής του. Οι καλλιεργητές ενθαρρύνονται να μελετούν από κοινού όλες τις μετρούμενες ιδιότητες, επειδή αυτές σχετίζονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, η σκίαση μειώνει την απώλεια νερού από την εξάτμιση.

Υγρασία εδάφους παρακολουθήση για την εκτίμηση του φυτικού στρες και των αρδευτικών αναγκών. Τα δεδομένα των αισθητήρων βοηθούν τους καλλιεργητές να εντοπίζουν τη βέλτιστη τιμή της υγρασίας εδάφους για συγκεκριμένη τοποθεσία, τύπο εδάφους και καλλιέργεια.

Λίπασμα ορισμένοι αισθητήρες εδάφους μετρούν τη γονιμότητα του εδάφους χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετρά πόσο εύκολα μετακινείται το ηλεκτρικό ρεύμα μέσω μιας ουσίας. Τα λιπάσματα εισάγουν στο έδαφος θρεπτικά συστατικά και άλατα και ενισχύουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους μπορεί επίσης να επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες, μεταξύ άλλων από το pH, το βάθος του εδάφους, τη θερμοκρασία, τον τύπο εδάφους και την υγρασία. Η αξιοπιστία των αισθητήρων Flower Power όσον αφορά στη μέτρηση της γονιμότητας του εδάφους δεν έχει δοκιμαστεί από το Παρατηρητήριο GROW και δεν καλύπτεται από τον παρόντα οδηγό.

Θερμοκρασία επηρεάζει τη βλάστηση, την ανάπτυξη των φυτών και τη ζωή του εδάφους, καθώς και την ένταση της εξάτμισης. Οι αισθητήρες Flower Power μετρούν τη θερμοκρασία του αέρα και όχι τη θερμοκρασία του εδάφους, η οποία μπορεί να είναι 10-15 °C μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του αέρα. Αισθητήρες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι και εκτεθειμένοι στο άμεσο ηλιακό φως δείχνουν υψηλότερες ενδείξεις θερμοκρασίας από εκείνους οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε σκιερό έδαφος.

Φως επηρεάζει τη βλάστηση και την ανάπτυξη των φυτών. Παράλληλα δείχνει τις αλλαγές στην ένταση του φωτός με την πάροδο των ημερών και των εποχών. Τυχόν μείωση της έντασης του φωτός μπορεί να αποτελεί ένδειξη ότι τα φυτά υπερκαλύπτουν τον αισθητήρα και αυξάνουν τη σκίαση.

Κατανόηση της υγρασίας του εδάφους

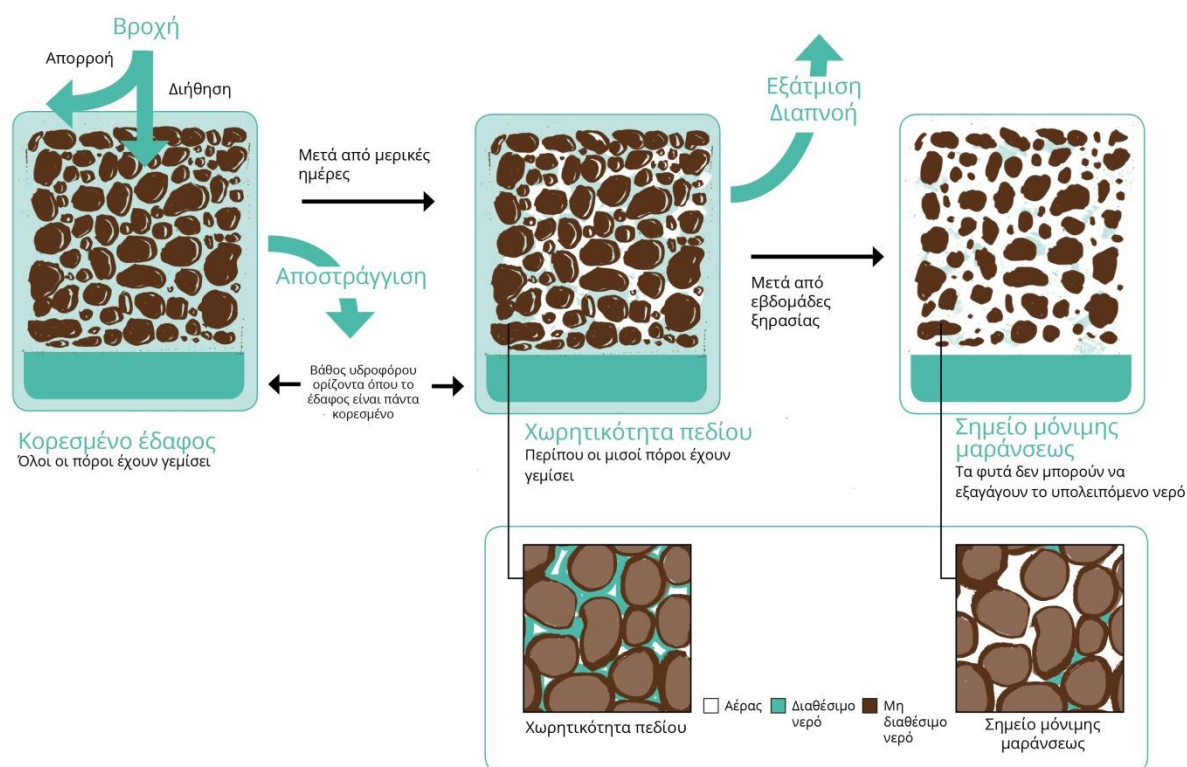
Η υγρασία του εδάφους υπήρξε το επίκεντρο των εργασιών του Παρατηρητηρίου GROW και βασική μέτρηση των χαρακτηριστικών του εδάφους. Η σωστή υγρασία του εδάφους απαιτείται όχι μόνο για τη βέλτιστη ανάπτυξη των φυτών, αλλά και για την ρύθμιση της ανταλλαγής ενέργειας και τις ροές άνθρακα μεταξύ του εδάφους και της ατμόσφαιρας, επηρεάζοντας έτσι έντονα το κλίμα. Συλλογικά, τα στοιχεία της



υγρασίας του εδάφους που συλλέγουν οι επιστήμονες πολίτες μπορούν να χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας και πλημμύρας και την επικύρωση των στοιχείων υγρασίας του εδάφους που λαμβάνονται εξ αποστάσεως από τους δορυφόρους.

Το έδαφος μπορεί να συγκρατεί νερό με δύο τρόπους: είτε στους χώρους των πόρων είτε με τη μορφή λεπτού στρώματος γύρω από τα σωματίδια του εδάφους. Ο πλήρης κορεσμός επέρχεται όταν όλοι οι χώροι των πόρων είναι γεμάτοι με νερό, εμποδίζοντας τον αέρα να εισέλθει στο έδαφος. Εάν αυτή η κατάσταση συνεχιστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, οι ρίζες δεν μπορούν να αναπνεύσουν και τα φυτά πεθαίνουν. Στα κορεσμένα εδάφη οι ρίζες των περισσότερων φυτών πεθαίνουν γρήγορα. Καθώς το νερό αποστραγγίζεται, μπορεί να εισέλθει στους χώρους των πόρων αέρας (μαζί με οξυγόνο), πράγμα που είναι ευεργετικό για τις ρίζες. Αφού σταματήσει η αποστράγγιση, οι μεγάλοι πόροι του εδάφους γεμίζουν με αέρα και νερό, ενώ οι μεσαίου μεγέθους και οι μικρότεροι πόροι παραμένουν γεμάτοι με νερό. Σε αυτό το στάδιο, το έδαφος θεωρείται ότι βρίσκεται στη λεγόμενη κατάσταση παραγωγικής ικανότητας (υδατοϊκανότητα). Στην κατάσταση παραγωγικής ικανότητας, η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό και αέρα είναι ιδανική για την ανάπτυξη καλλιεργειών. Αυτό συμβαίνει συνήθως 2-3 ημέρες μετά από ένα σημαντικό γεγονός διαβροχής.

Μπορεί οι ρίζες των φυτών να έχουν πρόσβαση στο νερό που βρίσκεται στους χώρους των πόρων, ωστόσο το νερό που επικαλύπτει τα σωματίδια του εδάφους μπορεί να είναι πολύ στενά συσσωματωμένο και να εμποδίζει στις ρίζες των φυτών την πρόσβαση. Όταν το έδαφος φτάσει σε σημείο μόνιμου μαρασμού, το υπόλοιπο νερό δεν είναι πλέον διαθέσιμο στο φυτό. Η ποσότητα νερού που είναι διαθέσιμη για το φυτό (ικανότητα διαθέσιμου νερού ή ΙΔΝ) είναι η διαφορά μεταξύ της ποσότητας του νερού που αποθηκεύεται στο έδαφος σε κατάσταση υδατοϊκανότητας και της ποσότητας νερού που θα παραμείνει στο έδαφος σε σημείο μόνιμου μαρασμού. Η υδατοϊκανότητα, το σημείο μόνιμου μαρασμού και η ικανότητα διαθέσιμου νερού ονομάζονται χαρακτηριστικά υγρασίας του εδάφους. Η τιμή τους παραμένει σταθερή σε αδιατάρακτο έδαφος, ωστόσο ποικίλλει ευρέως από ένα είδος εδάφους στο άλλο.



Πώς λειτουργεί η υγρασία του εδάφους

Υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορούμε να μετρήσουμε πόση υγρασία υπάρχει στο έδαφός μας και πόση από αυτή την υγρασία μπορούν πραγματικά να απορροφήσουν συγκεκριμένα φυτά:

- Περικτικότητα εδάφους σε υγρασία - η ποσότητα νερού που περιέχει το έδαφος. Συνήθως περιγράφεται ως ποσοστό επί τη βάσει της μάζας ή του όγκου, και είναι αυτή που μετρούν οι περισσότεροι αισθητήρες εδάφους, μεταξύ αυτών και ο αισθητήρας Flower Power.
- Ένταση υγρασίας εδάφους - πόσο δύσκολο είναι να λειτουργήσει η ρίζα του φυτού για να εξαγάγει νερό από το έδαφος [συνήθως περιγράφεται με μονάδες kiloPascal (kPa) οι οποίες είναι μονάδες για τη μέτρηση της πίεσης].

Το σύνολο της ποσότητας του νερού του εδάφους που μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά ονομάζεται διαθέσιμο νερό για τα φυτά και η ποσότητα διαφέρει από τόπο σε τόπο ανάλογα με [την υφή του εδάφους](#), [την περικτικότητα του εδάφους σε οργανικά συστατικά](#), την περικτικότητα σε πέτρες, τη δραστηριότητα ταφής μικρών ζώων, το βάθος της ρίζας των φυτών και την πυκνότητα των ριζών, καθώς και [τη διαχείριση του εδάφους](#) από τους ανθρώπους (κυρίως την ένταση, το βάθος και τη συχνότητα οργώματος). Ορισμένοι από αυτούς τους παράγοντες καλύπτονται λεπτομερέστερα σε αυτό το έγγραφο. Η πραγματική περικτικότητα του εδάφους σε υγρασία δεν αποκαλύπτει πολλές πληροφορίες σχετικά με τις πραγματικές συνθήκες καλλιέργειας. Πρέπει να ερμηνεύεται σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του εδάφους και των φυτών ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί εάν οι καλλιέργειες περιέχουν αρκετό νερό, εάν υπάρχει πίεση λόγω έλλειψης νερού ή πίεση λόγω έλλειψης οξυγόνου εξαιτίας του κορεσμού.

Το Παρατηρητήριο GROW ανέπτυξε ένα εργαλείο [υπολογισμού της περικτικότητας του εδάφους σε νερό](#)



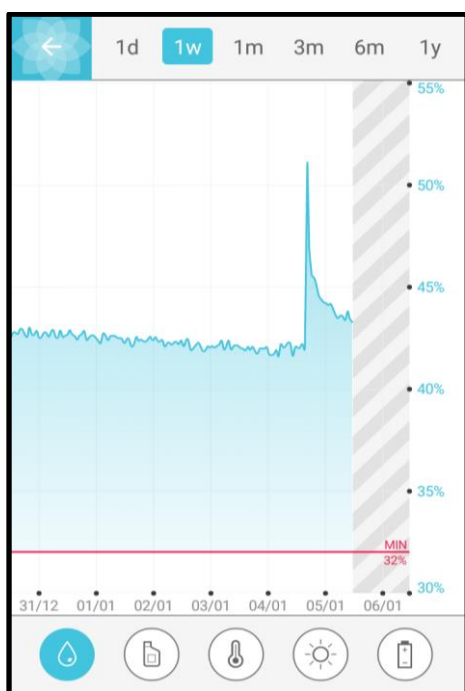
το οποίο είναι διαθέσιμο για καλλιεργητές οποιασδήποτε κλίμακας ώστε να μαθαίνουν περισσότερα σχετικά με τη διαθεσιμότητα νερού στο έδαφός τους. Μέσω οπτικών αναπαραστάσεων μπορούν να βλέπουν πότε τα φυτά θα περιέχουν πάρα πολύ μεγάλη ή όχι αρκετή ποσότητα νερού και έτσι το εργαλείο βοηθά τους καλλιεργητές να αποφασίζουν ποιες καλλιέργειες να φυτεύουν και πότε.

Έναρξη

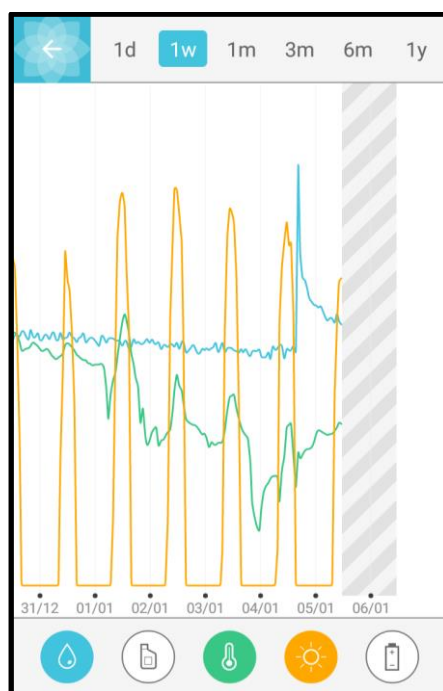
Εάν χρησιμοποιείτε αισθητήρα Parrot Flower Power, η εφαρμογή εμφανίζει τις μετρήσεις του αισθητήρα σας με την πάροδο του χρόνου. Άλλοι αισθητήρες μπορεί να έχουν και εκείνοι παρόμοιες εφαρμογές και τα μοτίβα φωτισμού, θερμοκρασίας και υγρασίας του εδάφους που δείχνουν θα είναι παρόμοια.

Στην εφαρμογή Flower Power, επιλέξτε από την οθόνη «My Garden» το εικονίδιο αισθητήρα κάτω δεξιά. Υπάρχουν τέσσερις μετρήσεις διαθέσιμες για επιλογή: moisture, fertiliser, temperature και light (υγρασία, λίπασμα, θερμοκρασία και φως). Εάν είστε συνδεδεμένοι στον αισθητήρα σας, η εφαρμογή θα εμφανίσει την τρέχουσα μέτρηση. Για να προβάλετε τις μετρήσεις με την πάροδο του χρόνου, επιλέξτε το εικονίδιο γραφήματος στην κάτω δεξιά γωνία.

Κάντε κλικ στα τέσσερα σύμβολα στο κάτω μέρος της οθόνης για να εμφανίσετε ή να αφαιρέσετε μετρήσεις από την οθόνη. Μπορείτε να επιλέξετε την προβολή μετρήσεων ανά ημέρα, εβδομάδα ή άλλες χρονικές περιόδους από την επάνω γραμμή μενού ή με μεγέθυνση και σμίκρυνση. Εάν προβάλλετε περισσότερες από μία μετρήσεις δεν εμφανίζονται οι τιμές στον κάθετο άξονα (y). Επιλέξτε μία μόνο μέτρηση αν θέλετε να δείτε τις καταγεγραμμένες τιμές.



Υγρασία εδάφους σε διάστημα μιας εβδομάδας



Υγρασία εδάφους, θερμοκρασία και ένταση φωτός σε διάστημα μιας εβδομάδας



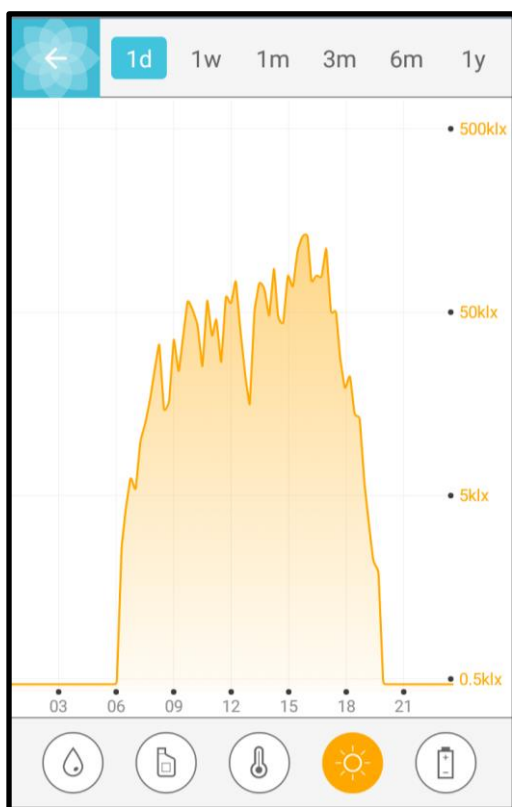
Ημερήσια μοτίβα

Φως

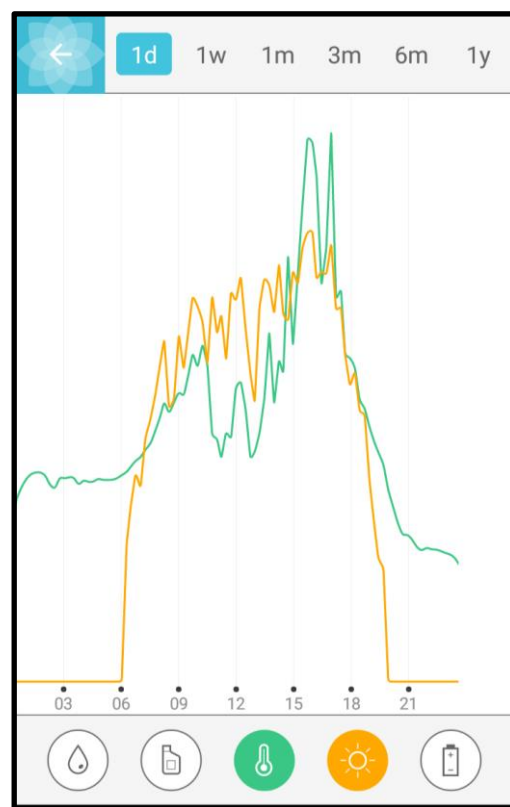
Η εναλλαγή μεταξύ νύχτας και ημέρας είναι ξεκάθαρα ορατή. Σε αυτό το παράδειγμα, έχουμε ανατολή ηλίου περίπου στις 6 το πρωί και ηλιοβασίλεμα περίπου στις 8 το βράδυ, ωστόσο βλέπουμε ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας υπάρχουν διακυμάνσεις. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να οφείλονται στην κίνηση των σύννεφων ή των σκιών, π.χ. της βλάστησης που υπάρχει στο σημείο στο οποίο βρίσκεται ο αισθητήρας.

Θερμοκρασία

Ο ήλιος παρέχει τόσο φως όσο και θερμότητα και η σχέση μεταξύ των δύο αυτών σημαντικών για την ανάπτυξη των φυτών παραγόντων φαίνεται στο γράφημα καθαρά. Όσο αυξάνονται τα επίπεδα φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας, τόσο αυξάνονται και τα επίπεδα θερμοκρασίας. Ωστόσο, μπορεί να συσσωρευτεί θερμότητα και η θερμοκρασία να μην πέσει τόσο έντονα όσο το φως επειδή ο αισθητήρας διατηρεί τη θερμότητα.



Μετρήσεις φωτός σε διάστημα μιας ημέρας

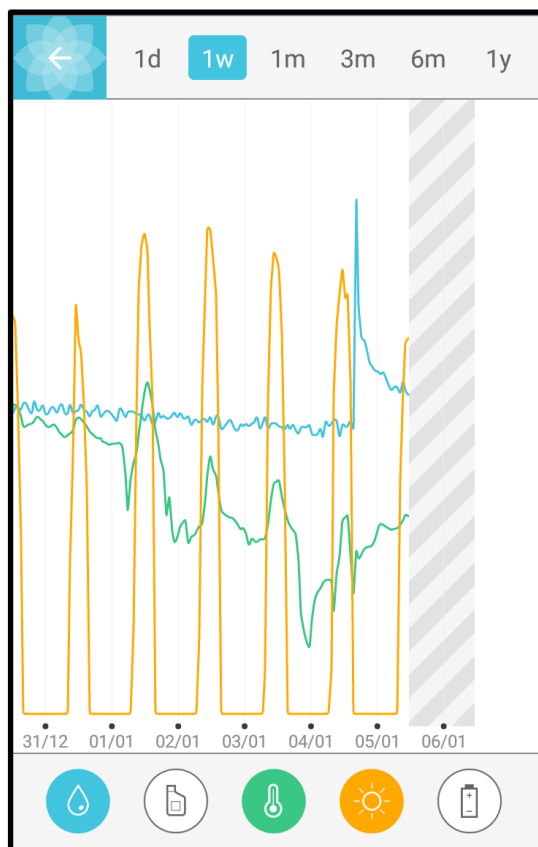


Μετρήσεις φωτός και θερμοκρασίας εντός της ίδιας ημέρας

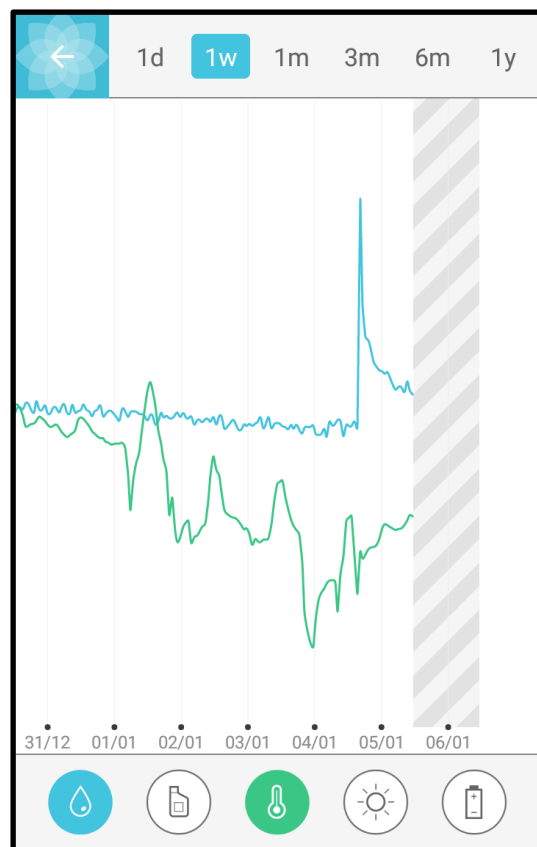


Εβδομαδιαία μοτίβα

Οι διακυμάνσεις των ημερήσιων μοτίβων του φωτός φαίνονται ξεκάθαρα καθώς εξετάζουμε τα δεδομένα μιας ολόκληρης εβδομάδας. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι τα μοτίβα της θερμοκρασίας και της υγρασίας του εδάφους είναι περισσότερο μεταβαλλόμενα.



Υγρασία, θερμοκρασία και ένταση φωτός σε διάστημα μιας εβδομάδας



Υγρασία και θερμοκρασία εντός της ίδιας εβδομάδας

Στα δεδομένα της εβδομάδας που φαίνονται παραπάνω, συνεχίζουμε να βλέπουμε ότι οι μέγιστες τιμές θερμοκρασίας (πράσινες) είναι αντίστοιχες με τις μέγιστες τιμές φωτός (πορτοκαλί) όπως ήταν και στο καθημερινό (ημερήσιο) μοτίβο. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της εβδομάδας αυτές οι μέγιστες τιμές θερμοκρασίας πέφτουν και βλέπουμε κάποιες πολύ δροσερές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας κοντά στο τέλος της εβδομάδας. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των φυτών σας, ιδιαίτερα εκείνων που είναι ευαίσθητα στις πιο ψυχρές θερμοκρασίες. Η μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας μπορεί να υποδεικνύει πιθανές περιόδους κατά τις οποίες ίσως χρειαστεί να προστατεύσετε τις καλλιέργειες σας από το κρύο, ώστε να μπορείτε να προβλέψετε τι μπορεί να συμβεί στον δικό σας χώρο καλλιέργειας και να είστε προετοιμασμένοι να αναλάβετε δράση (π.χ. να μαζέψετε τυχόν γλάστρες σε κλειστούς χώρους, να καλύψετε τις καλλιέργειες με αντιπαγετικό πανί κάλυψης, να αναβάλετε τη φύτευση φυτών).

Η υγρασία του εδάφους (γαλάζιο) σταδιακά μειώνεται κατά τη διάρκεια της εβδομάδας με μια αύξηση στις 05/01 που αντιστοιχεί σε γεγονός βροχόπτωσης ή πότισμα και στη συνέχεια μειώνεται και πάλι. Η αργή

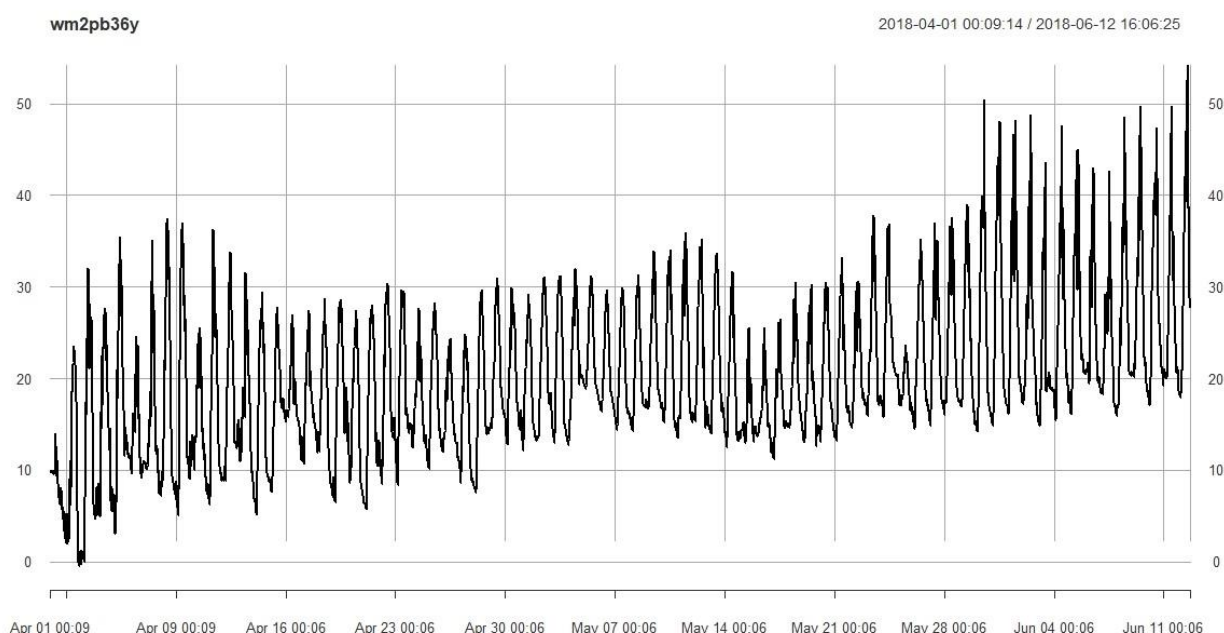


πτώση κατά το μεγαλύτερο μέρος της εβδομάδας δείχνει ότι το νερό στο έδαφος σταδιακά χάνεται. Αυτό μπορεί να γίνεται μέσω της εξάτμισης από την επιφάνεια του εδάφους και / ή μέσω της πρόσληψης από τα φυτά - και τα δυο μαζί ονομάζονται «εξατμισοδιαπνοή». Αξίζει να παρακολουθείτε αυτό το θέμα για να βλέπετε πότε θα είναι πιο αποτελεσματικό να προσθέσετε νερό, αν χρειαστεί.

Μετά από τη βροχή ή το πότισμα, το μεγαλύτερο μέρος του πλεονάζοντος νερού χάνεται γρήγορα (η ραγδαία πτώση μετά την μέγιστη άνοδο), γεγονός που υποδηλώνει καλά στραγγιζόμενα εδάφη ή υψηλή εξάτμιση (σε περίπτωση υψηλών θερμοκρασιών). Ωστόσο, η συνολική στάθμη του εδαφικού ύδατος στη συνέχεια είναι υψηλότερη από ό,τι στην αρχή της εβδομάδας, υποδηλώνοντας ότι η ποσότητα υγρασίας που χάνεται κάθε μέρα αναπληρώνεται με το παραπάνω από τις βροχοπτώσεις ή το πότισμα.

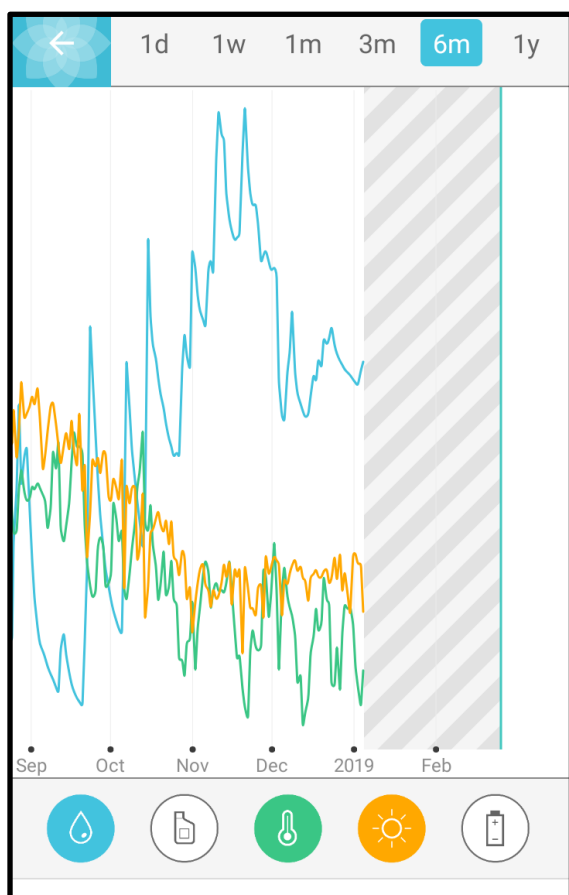
Μοτίβα σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου

Η συλλογή μετρήσεων εντός μεγαλύτερης χρονικής περιόδου μας δίνει πληροφορίες για τις εποχιακές αλλαγές. Σε αυτό το γράφημα μετρήσεων θερμοκρασίας, μπορείτε να δείτε ξεκάθαρα τα καθημερινά μοτίβα νύχτας και ημέρας, αλλά και την πιο σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας μεταξύ Απριλίου και Ιουνίου.

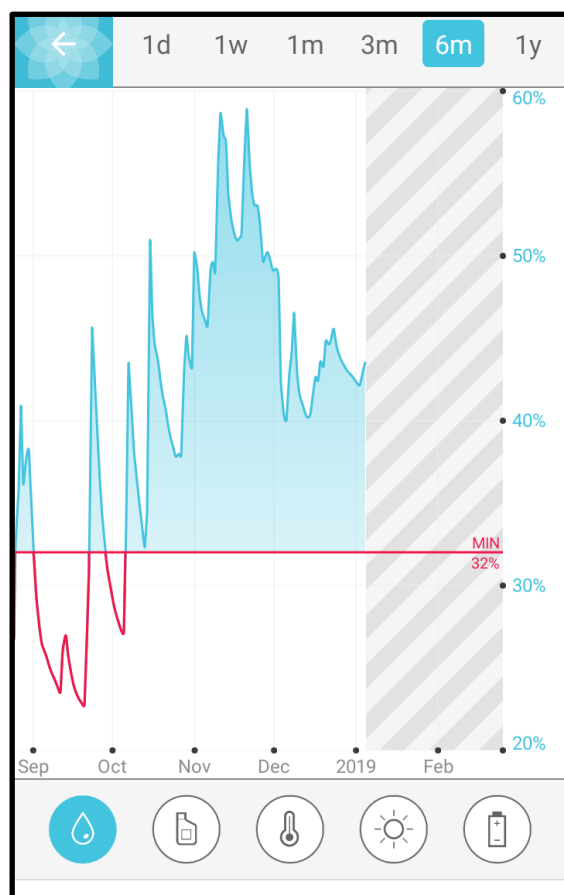


Πηγή: Jody Thornton

Στα παρακάτω στιγμιότυπα της εφαρμογής Flower Power, μπορείτε να δείτε πώς το φως και η θερμοκρασία μειώνονται από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Ιανουάριο και ότι οι βροχοπτώσεις τείνουν να είναι υψηλότερες κατά τους χειμερινούς μήνες.

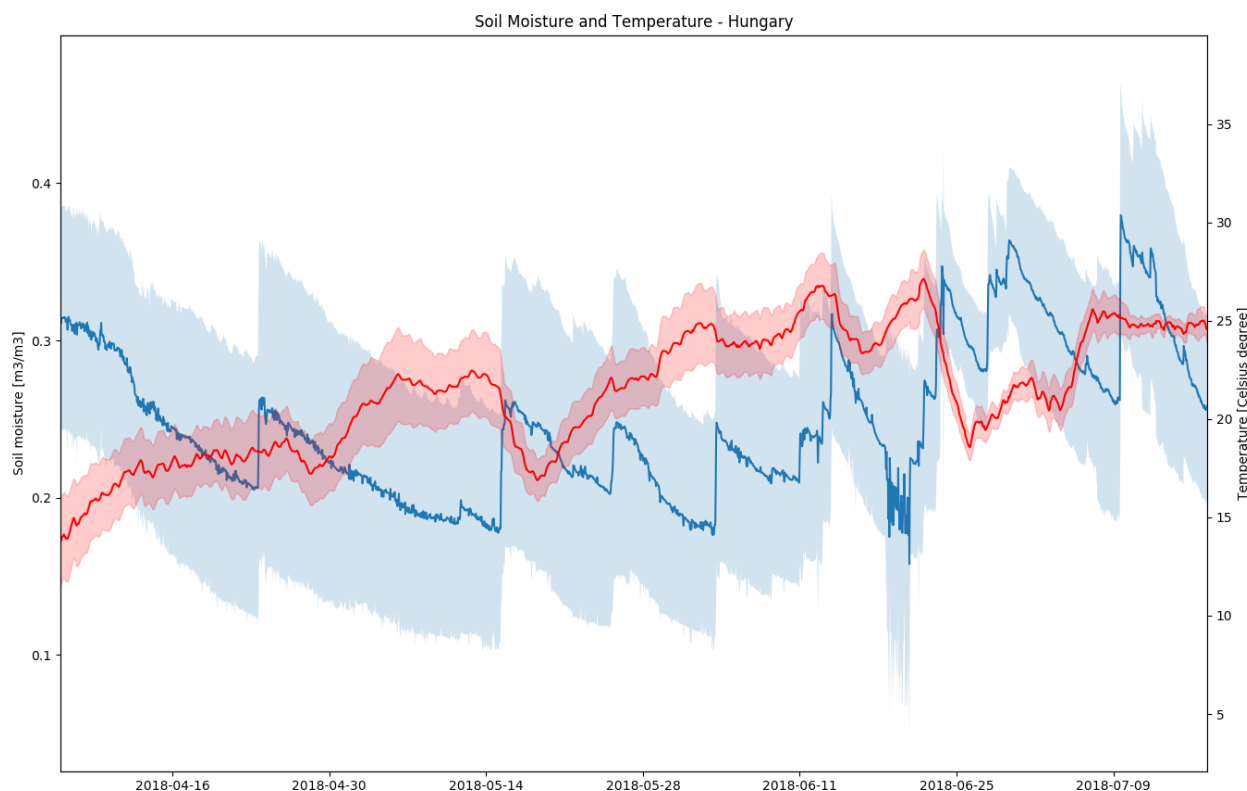


Υγρασία, θερμοκρασία και ένταση φωτός σε διάστημα έξι μηνών



Υγρασία εντός της ίδιας χρονικής περιόδου των έξι μηνών

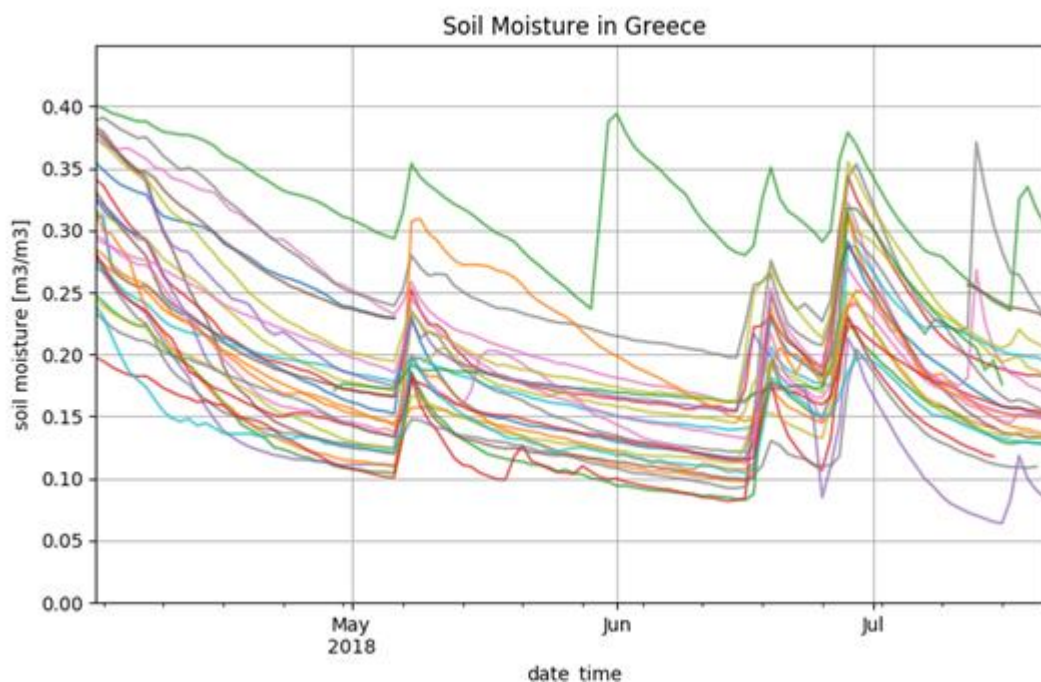
Στο επόμενο γράφημα απεικονίζονται οι αλλαγές στην υγρασία του εδάφους (γαλάζιο) και τη θερμοκρασία (κόκκινο) σε διάστημα τεσσάρων μηνών, με στοιχεία από πολλαπλούς αισθητήρες Flower Power. Η κεντρική έντονη γραμμή απεικονίζει τη μέση τιμή σε τοποθεσίες που βρίσκονται στην ίδια περιοχή και η σκιασμένη περιοχή δείχνει τη μεταβλητότητα μεταξύ των αισθητήρων (τυπική απόκλιση). Πώς σχετίζονται η υγρασία του εδάφους, η θερμοκρασία και οι βροχοπτώσεις;



Βλέπουμε ποια είναι η επίδραση της βροχόπτωσης τόσο στην υγρασία του εδάφους όσο και στη θερμοκρασία. Όποτε συμβαίνουν σημαντικά γεγονότα βροχόπτωσης (τα οποία αντιστοιχούν σε απότομες αυξήσεις της υγρασίας του εδάφους), η θερμοκρασία μεταβάλλεται αναλόγως. Πιο συγκεκριμένα, όσο βαρύτερες είναι οι βροχοπτώσεις, τόσο μεγαλύτερη είναι και η πτώση της θερμοκρασίας. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα γύρω στα τέλη Ιουνίου. Συνήθως μεταξύ του συμβάντος βροχόπτωσης και της πτώσης της θερμοκρασίας υπάρχει μια καθυστέρηση λίγων ωρών ή ημερών.

Μοτίβα στο χώρο

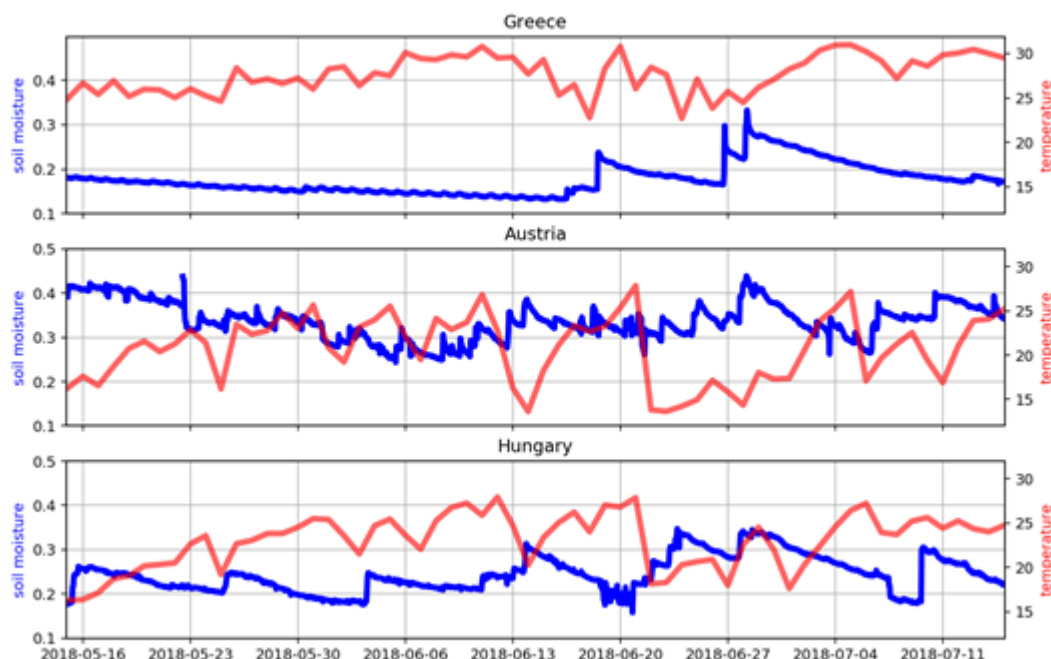
Η ύπαρξη πολλών αισθητήρων εδάφους επιτρέπει τον εντοπισμό των μοτίβων στο χώρο αλλά και τον χρόνο. Στο επόμενο γράφημα φαίνεται η υγρασία του εδάφους όπως αυτή μετρήθηκε κοντά στην Αλεξανδρούπολη, στην Ελλάδα, σε περίοδο τρεισήμισι μηνών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2018. Κάθε γραμμή απεικονίζει έναν μεμονωμένο αισθητήρα (συνολικά υπήρχαν γύρω στους 30).



Παρόλο που οι αισθητήρες βρίσκονται σε κοντινή απόσταση ο ένας με τον άλλον, υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις τιμές της υγρασίας εδάφους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η υγρασία του εδάφους μπορεί να ποικίλει σε μικρές κλίμακες, λόγω των αλλαγών στην υφή του εδάφους, στην περιεκτικότητα σε οργανικές ύλες, στη βλάστηση και στην τοπογραφία. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τις μετρήσεις αισθητήρων μπορείτε να βρείτε [εδώ](#). Εάν κάνετε δοκιμές με διάφορες τεχνικές διαχείρισης γης, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους αισθητήρες εδάφους για να παρακολουθείτε τις διαφορές μεταξύ τους.

Μοτίβα στον χρόνο και τον χώρο

Το επόμενο γράφημα παρουσιάζει μοτίβα σε μεγαλύτερη κλίμακα, εμφανίζοντας τη μέση θερμοκρασία (κόκκινη γραμμή) και υγρασία (γαλάζια γραμμή) για όλους τους αισθητήρες σε τρεις τοποθεσίες που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά κλίματα: Αυστρία, Ελλάδα και Ουγγαρία.



Η Ελλάδα (το γράφημα στην κορυφή) εμφανίζει τα υψηλότερα επίπεδα θερμοκρασίας και τα χαμηλότερα επίπεδα υγρασίας του εδάφους, ειδικά μέχρι τα μέσα Ιουνίου. Η χαρακτηριστική τάση του ξηρού μεσογειακού κλίματος (όπως αυτό της Ελλάδας) είναι ξεκάθαρα ορατή, με συνθήκες εξαιρετικά υψηλής ξηρασίας σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο, κατά το δεύτερο εξάμηνο αυτής της περιόδου, ένα γεγονός βροχόπτωσης οδήγησε σε αύξηση της υγρασίας του εδάφους και ελαφρά μείωση της θερμοκρασίας.

Η Αυστρία και η Ουγγαρία εμφανίζουν παρόμοια μοτίβα μεταξύ τους, με υψηλότερα επίπεδα υγρασίας και βροχοπτώσεις - συγκεκριμένα ομοιάζουν πάρα πολύ όσον αφορά τις θερμοκρασιακές τάσεις. Αυτό υπογραμμίζει την ομοιότητα των κλιματικών συνθηκών μεταξύ αυτών των δύο περιοχών, ιδιαίτερα όσον αφορά την ηλιακή ακτινοβολία (ενέργεια από τον ήλιο), η οποία αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες ελέγχου της θερμοκρασίας.

Παρατηρούμε επίσης ότι στην Αυστρία η υγρασία του εδάφους χαρακτηρίζεται από συνεχείς αυξήσεις, που αντιστοιχούν σε ελαφριά βροχή και / ή σε μεμονωμένες καταιγίδες, κάτι αναμενόμενο από το κλίμα της Αυστρίας (ζεστό ήπιο υγρό κλίμα) το οποίο παρουσιάζει ομοιόμορφη κατανομή βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους.

Άλλο αξιοσημείωτο μοτίβο είναι η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων (που αντιστοιχεί στις κορυφώσεις των τιμών της υγρασίας του εδάφους) - μετά από μεγάλες βροχοπτώσεις η θερμοκρασία έχει την τάση να πέφτει και όσο περισσότερες είναι οι βροχοπτώσεις, τόσο μεγαλύτερη είναι και η μείωση της θερμοκρασίας.



Τι επηρεάζει τις μετρήσεις των αισθητήρων

Η υγρασία του εδάφους επηρεάζεται από πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες, προφανέστατα από τις βροχοπτώσεις και τη θερμοκρασία, αλλά και από τον τύπο εδάφους, τη βλάστηση, το πρηνές και τον προσανατολισμό της έκτασης γης. Για να κατανοήσουμε τα δεδομένα των αισθητήρων χρειάζεται να γνωρίζουμε περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη θέση του αισθητήρα, γνωστές ως μεταδεδομένα (δεδομένα σχετικά με τα δεδομένα).

Συγκόμωση

Συγκρίνετε έναν αισθητήρα Flower Power που βρίσκεται κάτω από δέντρα με έναν που είναι τοποθετημένος σε χωράφι σιτηρών. Πώς μπορούν οι διαφορές στη βλάστηση να επηρεάσουν τις μετρήσεις του αισθητήρα εδάφους όσον αφορά την υγρασία εδάφους, τη θερμοκρασία και την ένταση του φωτός;

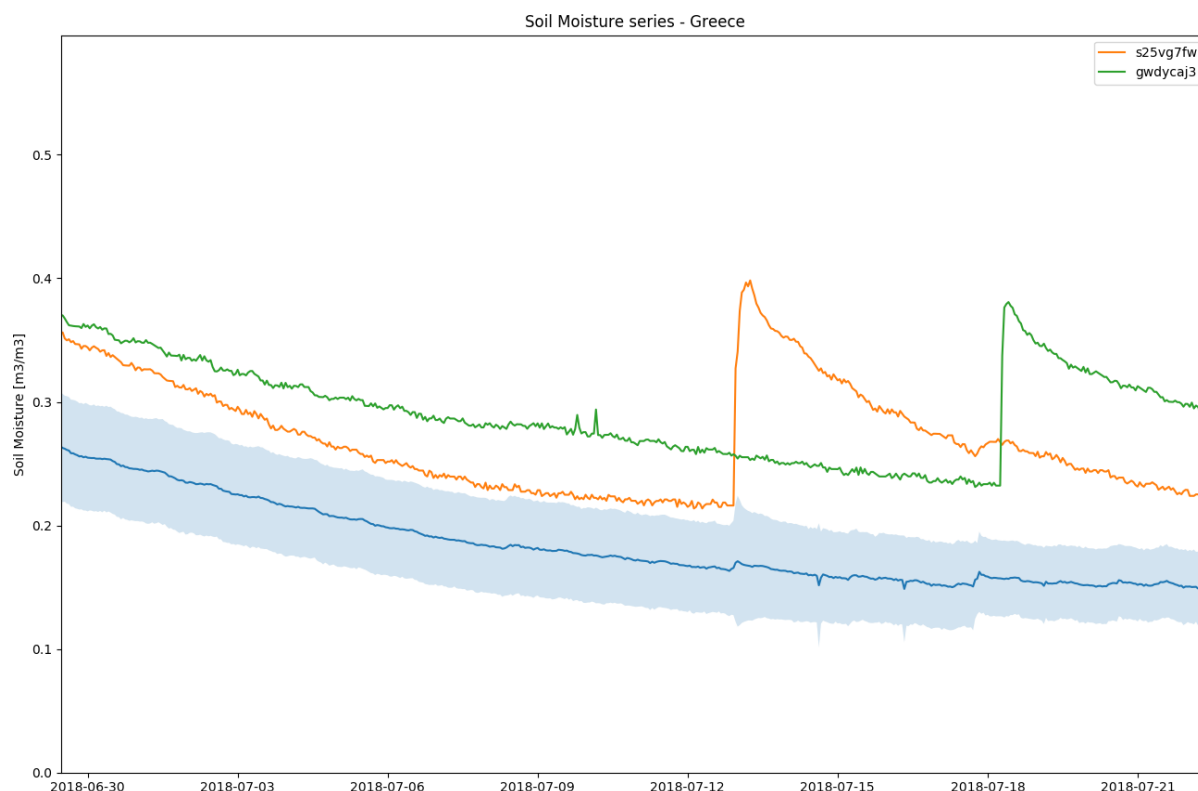
Η πυκνότερη συγκόμωση κάτω από τα δέντρα μειώνει την ένταση του φωτός πάνω στον αισθητήρα, επομένως αυτός θα είναι πιο δροσερός και πιο σκιερός. Επιπλέον η συγκόμωση ανακόπτει την πορεία αρκετής ποσότητας του νερού των βροχοπτώσεων πριν αυτό φτάσει στο έδαφος, επομένως τα επίπεδα υγρασίας θα αυξηθούν πιο σταδιακά από ότι εάν δεν υπήρχε συγκόμωση. Επίσης, το έδαφος σε περιοχή με συγκόμωση στεγνώνει πιο αργά μετά τη βροχή λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας, και της επακόλουθης μείωσης της εξάτμισης. Περιοχές με λιγότερη ή χωρίς καθόλου συγκόμωση στεγνώνουν πιο γρήγορα και διαβρέχονται γρηγορότερα.

Χρήση γης

Βλέπουμε παραπάνω ότι ο τύπος της βλάστησης και η συγκόμωση επηρεάζουν την υγρασία του εδάφους, ωστόσο αυτή επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η χρήση γης. Η παρατήρηση και η περιγραφή όλων των ορατών συστατικών της επιφάνειας του εδάφους, όπως είναι για παράδειγμα τα δέντρα, οι θάμνοι, τα υδάτινα σώματα, οι καλλιέργειες και άλλα φυτά, κτίρια, δρόμοι και θερμοκήπια, μπορεί να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τον τρόπο με τον οποίο αυτά επηρεάζουν ορισμένες συνθήκες της έκτασής μας όπως η ηλιοφάνεια, η υγρασία, η θερμοκρασία ή η συνολική ανάπτυξη των φυτών. Για παράδειγμα, μια πλακόστρωτη περιοχή κοντά στον αισθητήρα μπορεί να προκαλεί ταχύτερη απορροή της βροχής, προκαλώντας απότομες αυξήσεις της υγρασίας του εδάφους. Και, παρόλο που το καλοκαίρι συγκρατεί τη θερμότητα, το χειμώνα είναι πιο ψυχρή.

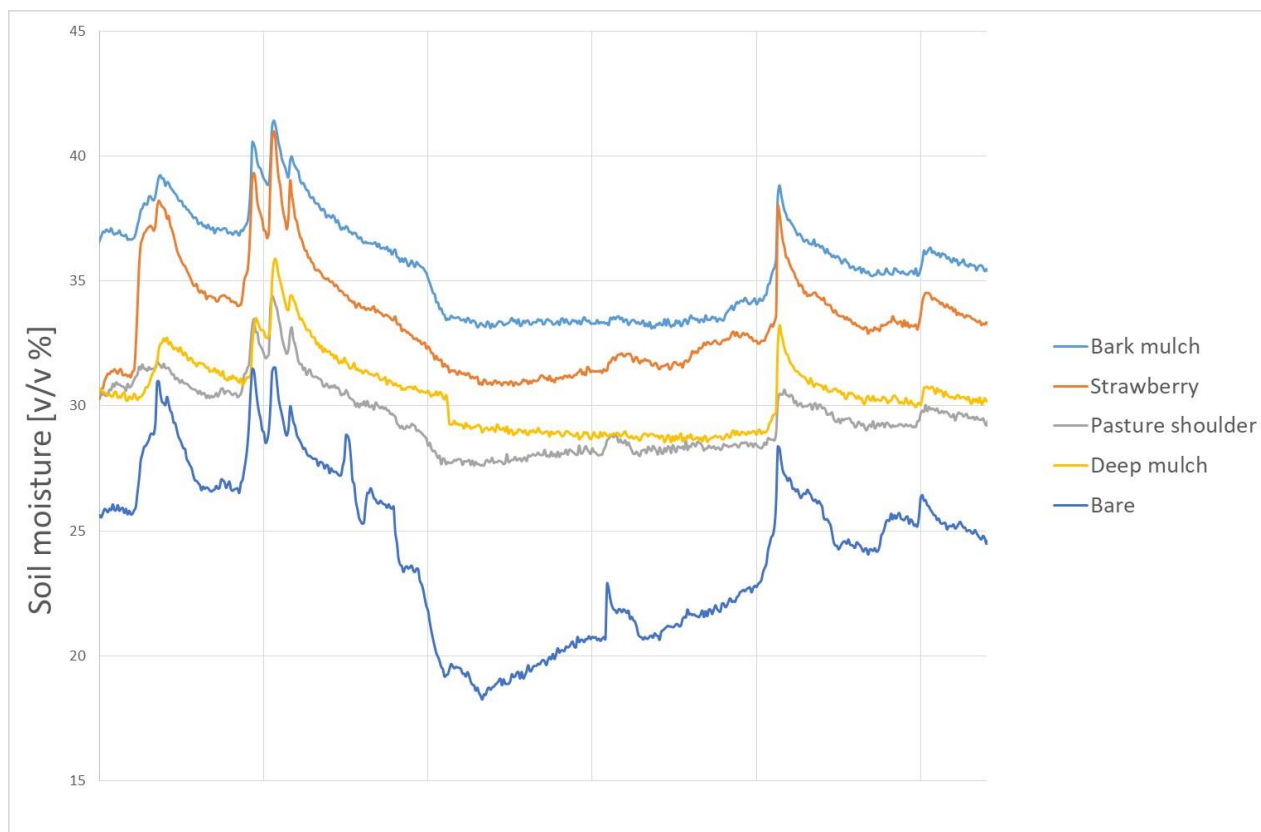
Διαχείριση γης

Οι πρακτικές διαχείρισης γης που χρησιμοποιείτε στην έκταση γης στην οποία βρίσκονται οι αισθητήρες, για παράδειγμα η προσθήκη τεχνητών λιπασμάτων, το όργωμα ή το σκάψιμο, η άρδευση και η κάλυψη με φυσικό λίπασμα μπορούν να επηρεάσουν τις ενδείξεις των αισθητήρων. Δείτε για παράδειγμα αυτό το γράφημα στο οποίο απεικονίζεται η μέση υγρασίας του εδάφους (γαλάζια γραμμή) και η τυπική απόκλιση (σκιασμένη περιοχή) αισθητήρων που βρίσκονται στην Ελλάδα και δύο άλλων μεμονωμένων αισθητήρων (πορτοκαλί και πράσινες γραμμές).



Οι τιμές των αισθητήρων που απεικονίζονται με τις πορτοκαλί και πράσινες γραμμές παρουσιάζουν διαφορετικό μοτίβο από τη μέση υγρασία του εδάφους, με ταχείες αυξήσεις των τιμών υγρασίας εδάφους, αντί για συνεχιζόμενη ξήρανση, επομένως πρέπει να αντιστοιχούν σε άλλη πηγή νερού. Δεδομένου ότι οι αισθητήρες απέχουν μεταξύ τους μόνο μερικές εκατοντάδες μέτρα, είναι απίθανο αυτό να οφείλεται στη βροχή και περισσότερο πιθανό είναι να βρίσκονται κοντά σε σύστημα άρδευσης. Η τήρηση αρχείου σχετικά με τη διαχείριση της γης σας γύρω από κάθε αισθητήρα μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό και την ερμηνεία τέτοιων ανωμαλιών.

Ακολουθεί ένα άλλο παράδειγμα που δείχνει πώς τα διαφορετικά είδη λιπασμάτων μπορούν να επηρεάσουν τις ενδείξεις υγρασίας του εδάφους. Τα λιπάσματα τείνουν να συγκρατούν την υγρασία στο έδαφος μειώνοντας τη μέγιστη θερμοκρασία του εδάφους και δημιουργώντας ένα φράγμα που εμποδίζει την εξάτμιση του νερού.



Πρανές

Εάν το τμήμα της γης σας στο οποίο βρίσκεται ο αισθητήρας σας βρίσκεται σε πρανές ή σε πλάτωμα, αυτό επιδρά σημαντικά στην κίνηση του νερού, τη σύνθεση του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός. Οι αλλαγές σε πρανή σε μια λοφώδη περιοχή ή ακόμα και μικρές αλλαγές σε μια έκταση μπορεί να επηρεάζουν το αν το νερό θα λιμνάζει ή θα απορρέει, γεγονός το οποίο με τη σειρά του μπορεί να επηρεάσει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών και νερού για τα φυτά. Αν παρατηρήσετε την χώρα ή την περιοχή σας, πιθανόν θα διαπιστώσετε ότι οι πιο επίπεδες επιφάνειες τείνουν να χρησιμοποιούνται για τη γεωργία. Οι ελαφρώς πιο απότομες περιοχές ενδέχεται να είναι καταλληλότερες για βοσκοτόπια, ενώ οι περιοχές με τη μεγαλύτερη κλίση χρησιμοποιούνται συχνότερα για δασοκομία. Μερικές φορές, οι καλλιεργητές δημιουργούν επίπεδες περιοχές για να βελτιώσουν τις συνθήκες καλλιέργειας. Αυτό γίνεται σε πολλούς ορυζώνες στην Ασία.

Ο προσανατολισμός του πρανού είναι το σημείο του ορίζοντα ή η διεύθυνση προσανατολισμού ενός πρανού. Επηρεάζει τη θερμοκρασία, τα επίπεδα φωτός και τον καιρό και, επομένως, και τις διεργασίες που επηρεάζουν την εδαφογένεση (όπως η διάβρωση, η απόθεση και η αποσάθρωση των πετρωμάτων). Όλοι αυτοί οι παράγοντες επιδρούν σημαντικά στο περιβάλλον και τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών. Μπορείτε να μάθετε πώς να μετράτε τον προσανατολισμό πρανού και την κλίση χρησιμοποιώντας απλά εργαλεία σε αυτό το βίντεο: <https://youtu.be/yxpYmcP7RsQ>.

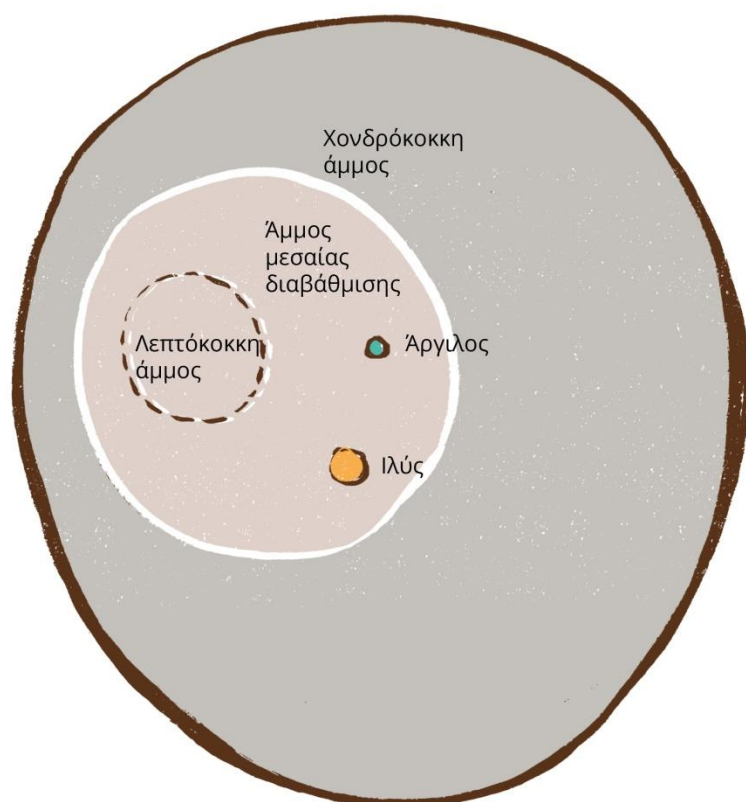


Τύπος εδάφους

Η σύσταση των εδαφών αποτελείται από μεταλλικά στοιχεία (αποσαθρωμένα πετρώματα) και οργανικά στοιχεία (νεκρά φυτά και ζώα). Τα εδάφη μπορούν να είναι εξ ολοκλήρου ορυκτά, για παράδειγμα πολλά ερημικά εδάφη, ή εντελώς οργανικά, όπως για παράδειγμα η τύρφη, ωστόσο τα περισσότερα βρίσκονται κάπου ενδιάμεσα. Τα εδάφη που περιέχουν περισσότερο οργανικό υλικό συγκρατούν γενικά περισσότερο νερό από εκείνα που διαθέτουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ορυκτά, καθώς το νερό προσκολλάται πιο σφικτά στο οργανικό υλικό παρά στα ορυκτά.

Υφή εδάφους

Με τον όρο υφή εδάφους ορίζονται οι σχετικές ποσότητες τριών μεγεθών σωματιδίων: της άμμου (η μεγαλύτερη), της ιλύος και του πηλού (η μικρότερη). Στο τρίγωνο υφής εδάφους φαίνονται οι αναλογίες κάθε μεγέθους σωματιδίων και το όνομα της προκύπτουσας υφής εδάφους. Η υφή του εδάφους επηρεάζει την αποστράγγιση του νερού και συνεπώς τα επίπεδα θρεπτικών συστατικών και την ευαισθησία στη διάβρωση.



Υφή εδάφους

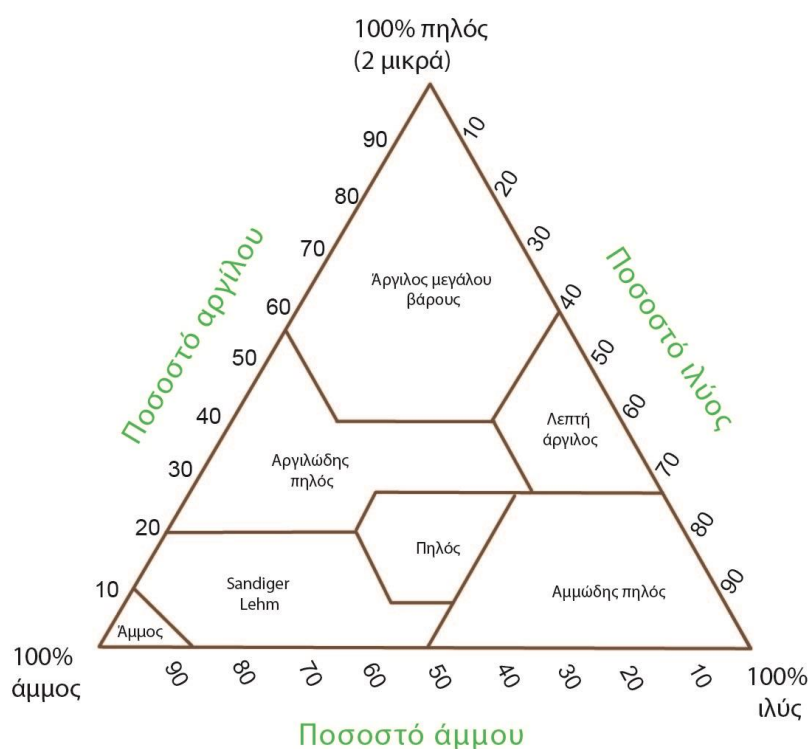
Σχετικό μέγεθος σωματιδίων

- Άργιλος < 0.002mm
- Ιλύς 0.002 - 0.05mm
- Άμμος 0.05 - 2mm

Σχετικά μεγέθη σωματιδίων εδάφους



Τρίγωνο υφής εδάφους



Τρίγωνο υφής εδάφους

Στα εργαστήρια αναλύσεων εδάφους, η υφή του εδάφους μετράται με τον υπολογισμό των αναλογιών κάθε μεγέθους σωματιδίων περνώντας το ξηρό χώμα μέσα από διάφορα κόσκινα με τυποποιημένα μεγέθη φίλτρων ή βυθίζοντας το χώμα στο νερό και μετρώντας τον χρόνο που χρειάζεται μέχρι να κατακαθίσει. Για τους καλλιεργητές, η υφή του εδάφους μπορεί να εκτιμηθεί εύκολα χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της ψηλάφησης του χώματος. Αν τρίψετε το χώμα στο χέρι σας και δείτε τι σχήματα μπορείτε να φτιάξετε μπορείτε να πάρετε μια ιδέα σχετικά με την υφή του εδάφους.

Τα πηλώδη εδάφη είναι ιδανικά για την καλλιέργεια τροφίμων, καθώς διαθέτουν καλή ισορροπία μικρότερων και μεγαλύτερων σωματιδίων, γεγονός που σημαίνει ότι διαθέτουν χώρο για τη συγκράτηση νερού. Το νερό στα πηλώδη εδάφη αποστραγγίζεται, όχι όμως πολύ γρήγορα. Ως αποτέλεσμα, αυτά τα εδάφη δεν είναι ούτε πολύ υγρά, ούτε πολύ ξηρά, και έχουν καλή ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών συστατικών. Τα αμμώδη εδάφη τείνουν να είναι πιο ξηρά και με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, επειδή το νερό αποστραγγίζεται γρήγορα παρασύροντας μαζί του τα θρεπτικά συστατικά. Τα πολύ λεπτά σωματίδια που περιέχουν τα αργιλώδη εδάφη καθιστούν δύσκολη τη διείσδυση του νερού, οπότε μπορεί να φτάσουν σε κατάσταση κορεσμού. Όταν τα αργιλώδη εδάφη ξηραίνονται, γίνονται πολύ σκληρά και αυτό δυσχεραίνει τη διείσδυση των ριζών των φυτών, ενώ το νερό τείνει να απορρέει από την επιφάνεια.



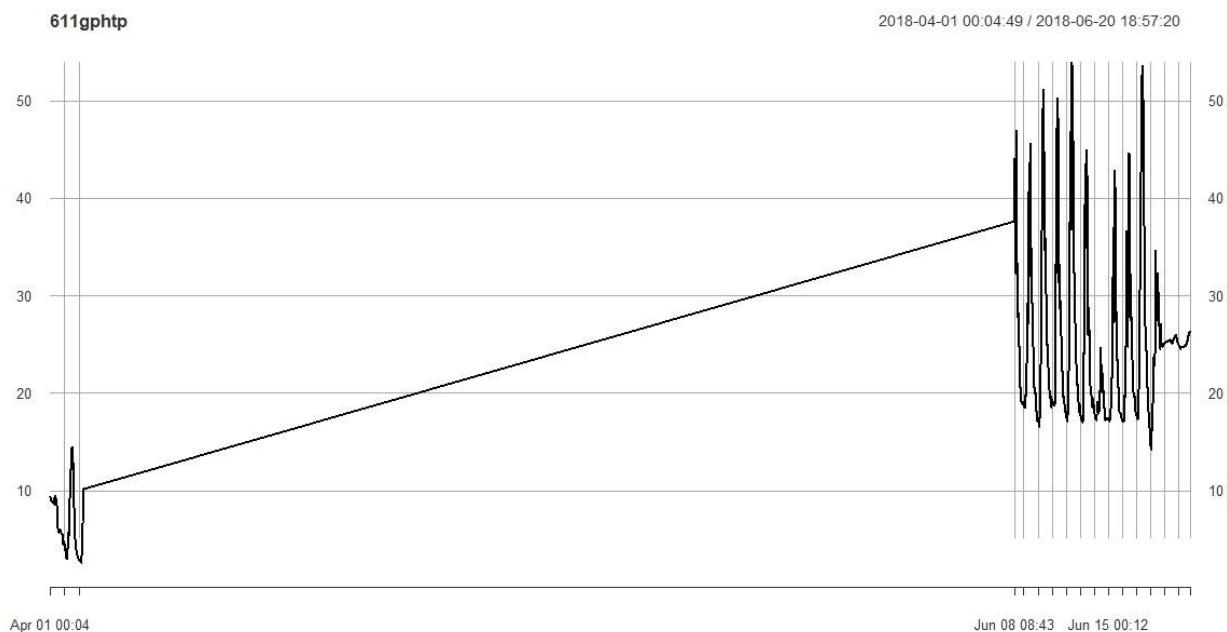
Πορώδες και φαινόμενη πυκνότητα

Ως πορώδες εδάφους ορίζεται ο αριθμός των κενών (ή των πόρων) μεταξύ των σωματιδίων του εδάφους. Οι πόροι μπορούν να είναι γεμάτοι με αέρα ή νερό και ανάλογα με το μέγεθός τους διακρίνονται σε μικροπόρους (5-30 μικρά), μεσοπόρους (30-75 μικρά) και μακροπόρους (πάνω από 75 μικρά). Οι πόροι μπορούν να δημιουργούνται από φυσικές διεργασίες στο έδαφος, όπως για παράδειγμα από ρωγμές του εδάφους λόγω ξηρασίας ή παγετού, και από βιολογικές διεργασίες στο έδαφος, όπως από ρίζες φυτών και γαιοσκώληκες. Το πορώδες επηρεάζεται επίσης από την υφή του εδάφους. Τα πηλώδη εδάφη έχουν την τάση να έχουν χαμηλό πορώδες, καθώς τα σωματίδια του εδάφους είναι μικρότερα και συσσωματώνονται πιο στενά από ότι τα μεγαλύτερα σωματίδια στα αμμώδη εδάφη. Τα πιο πορώδη εδάφη έχουν περισσότερους πόρους και αποστραγγίζουν το νερό πιο γρήγορα από τα λιγότερο πορώδη εδάφη. Φαινόμενη πυκνότητα είναι η μάζα των σωματιδίων του εδάφους σε δεδομένο όγκο και εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, το πορώδες και τον βαθμό συμπίκνωσης του εδάφους. Εάν τα εδάφη συμπιεστούν, οι χώροι μεταξύ των σωματιδίων συμπιέζονται, οπότε το πορώδες μειώνεται και η φαινόμενη πυκνότητα αυξάνεται. Αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην ανάπτυξη, καθώς η ανάπτυξη των φυτικών ριζών και η μετακίνηση των εδαφικών ζώων, του αέρα και του νερού περιορίζονται.

Σφάλματα μετρήσεων

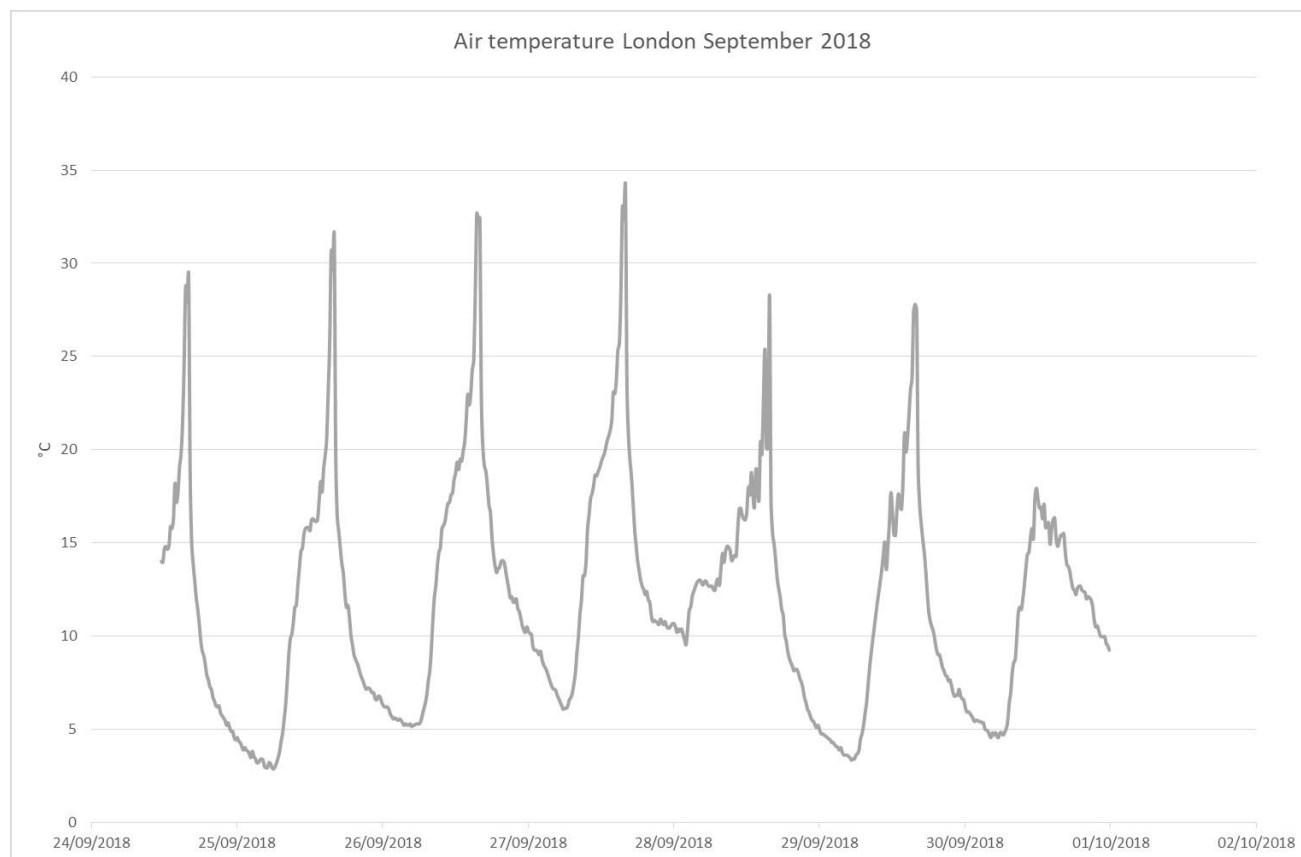
Όπως είδαμε, οι αισθητήρες επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες. Η επιλογή κατάλληλης τοποθεσίας για τον αισθητήρα σας μπορεί να συμβάλει στην ελαχιστοποίηση ορισμένων από αυτούς και να βελτιώσει την ακρίβεια των μετρήσεων. Το εγχειρίδιο εκπαίδευσης του GROW παρέχει καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο τοποθέτησης των αισθητήρων ώστε αυτοί να δείχνουν τις ενδείξεις με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Μπορείτε επίσης να παρακολουθήσετε αυτό το βίντεο, στο οποίο ο Daniel Kibirige, διδακτορικός φοιτητής στο Πανεπιστήμιο του Miskolc, δίνει ορισμένες χρήσιμες συμβουλές για την τοποθέτηση των αισθητήρων εδάφους: https://www.youtube.com/watch?v=0_Y0RZgXEMU

Στα παρακάτω γραφήματα φαίνονται μερικά από τα σφάλματα μετρήσεων που μπορεί να προκύψουν κατά τη χρήση των αισθητήρων. Στο πρώτο γράφημα απεικονίζονται μετρήσεις θερμοκρασίας από έναν μόνο αισθητήρα. Διακρίνεται μια διακοπή στη διαδικασία συλλογής δεδομένων στο διάστημα μεταξύ Απριλίου και Ιουνίου, το οποίο θα μπορούσε να οφείλεται σε βλάβη της μπαταρίας.



Πηγή: Jody Thornton

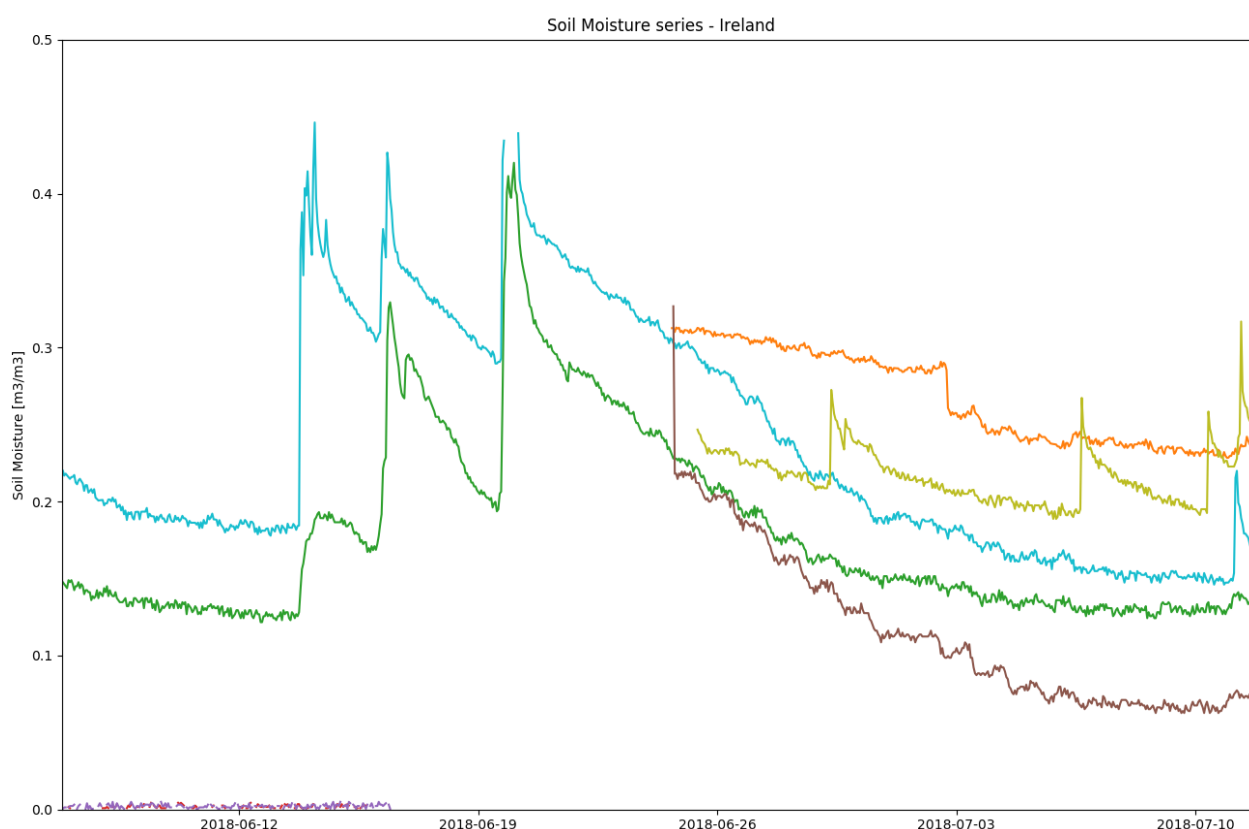
Στο επόμενο γράφημα απεικονίζονται μετρήσεις θερμοκρασίας αέρα ενός αισθητήρα Flower Power στο Λονδίνο του Ηνωμένου Βασιλείου τον Σεπτέμβριο του 2018. Παρατηρήστε τις μέγιστες τιμές θερμοκρασίας. Βλέπετε τίποτα περίεργο;





Οι μέγιστες τιμές θερμοκρασίας δείχνουν εξαιρετικά ανώμαλες ανόδους των τιμών. Παρόλο που αυτός ο μήνας ήταν ασυνήθιστα ζεστός για το Ηνωμένο Βασίλειο, η μέγιστη καταγραφείσα θερμοκρασία σύμφωνα με τα επίσημα μετεωρολογικά στοιχεία ήταν 25 °C. Σε αυτό το γράφημα φαίνεται πώς ο αισθητήρας θερμοκρασίας του αισθητήρα Flower Power μπορεί να υπερθερμανθεί όταν είναι άμεσα εκτεθειμένος στην ηλιακή ακτινοβολία και να δώσει τιμές υψηλότερες από τη θερμοκρασία του αέρα. Είναι χρήσιμο να συγκρίνετε τα δεδομένα σας με δεδομένα από εξωτερικές πηγές και να αξιοποιείτε την εμπειρία σας.

Στο επόμενο γράφημα απεικονίζονται οι μεταβολές της υγρασίας του εδάφους με την πάροδο του χρόνου, όπως καταγράφηκαν από μερικούς αισθητήρες που βρίσκονται στην Ιρλανδία - απεικονίζονται με διαφορετικές χρωματιστές γραμμές. Παρατηρήστε τις γραμμές μία-μία. Σας φαίνεται καμιά από αυτές προβληματική;



Η μοβ γραμμή είναι λανθασμένη - τα δεδομένα που καταγράφηκαν στην αρχή της περιόδου δείχνουν τις τιμές υγρασίας του εδάφους πολύ κοντά στο 0. Αυτό είναι σχεδόν αδύνατο καθώς, ακόμη και σε εξαιρετικά ξηρές συνθήκες, το έδαφος συγκρατεί έστω και λίγο νερό, παρόλο που αυτό μπορεί να μην είναι διαθέσιμο στα φυτά. Τόσο χαμηλές τιμές υγρασίας εδάφους μπορεί να οφείλονται σε μετρήσεις που έγιναν πριν ο αισθητήρας τοποθετηθεί μέσα στο χώμα. Είναι σημαντικό να εντοπίζουμε και να αποκλείουμε τέτοιου είδους δεδομένα από περαιτέρω ανάλυση, καθώς αυτές οι εσφαλμένες παρατηρήσεις μπορούν να οδηγήσουν σε παραπλανητικά αποτελέσματα και συμπεράσματα.



Μελέτες περιπτώσεων

Παύλος Γεωργιάδης

Εθνοβοτανολόγος. Σύμβουλος Βιώσιμης Ανάπτυξης. Επιχειρηματίας γεωργικών ειδών διατροφής.

«Είμαι ελαιοκαλλιεργητής τέταρτης γενιάς, και το μεγάλο πάθος μου είναι η αναβίωση του αγροκτήματος της οικογένειάς μου μέσω των ανανεωτικών γεωργικών πρακτικών. Τον Σεπτέμβριο του 2018 είχαμε μέση θερμοκρασία 12 βαθμούς υψηλότερη από τα προηγούμενα χρόνια, η οποία προκάλεσε τον πολλαπλασιασμό ενός μύκητα που τελικά προκάλεσε απώλεια 70% στην παραγωγή μας. Μέσω του GROW μπορώ να συνδυάζω τα στοιχεία της υγρασίας εδάφους και της θερμοκρασίας του εδάφους και να ελέγχω καλύτερα τα παράσιτα στον οργανικό ελαιώνα της οικογένειάς μου, για την καλύτερη προσαρμογή μας στην κλιματική αλλαγή».

Σε [αυτό το βίντεο](#), ο Παύλος Γεωργιάδης, Επικεφαλής της Κοινότητας του GROW στην Ελλάδα, εξηγεί με ποιον τρόπο, παρά το μεταβαλλόμενο κλίμα με τις τόσο διαφορετικές επιπτώσεις σε κάθε μία από αυτές τις χώρες, τα δεδομένα των αισθητήρων βοηθούν τους καλλιεργητές με τους οποίους συνεργάζονται ώστε να προσαρμοστούν στις νέες καλλιεργητικές και καιρικές συνθήκες.

Κική Χατζησάββα

Βιολόγος. Παραγωγός βιολογικού κρασιού. Μητέρα δυο παιδιών.

«Με τη συμμετοχή μου στην αποστολή Changing Climate του GROW μπόρεσα να κατανοήσω τα επίπεδα υγρασίας στον αμπελώνα μου, τα οποία επηρεάζουν άμεσα τη γεύση και την ποιότητα του κρασιού μου. Ανακάλυψα με έκπληξη ότι τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους είναι υψηλότερα στην κορυφή του πρανούς, ενώ οι χαμηλότεροι αμπελώνες είναι πιο ξηροί. Έτσι μπόρεσα να προσαρμόσω το αρδευτικό μου σύστημα και να παρακολουθώ από κοντά τη χρήση του νερού στον αμπελώνα. Παρόλο που το επάγγελμά του καλλιεργητή είναι μοναχικό επάγγελμα, στο GROW Place στην Ελλάδα κατάφερα να γνωρίσω άλλους GROWers, να ανταλλάξω μαζί τους τεχνογνωσία και να αναλάβω συλλογική δράση σε τοπικό επίπεδο».

Λήψη των δεδομένων του αισθητήρα σας

Μπορείτε να κατεβάσετε τα δεδομένα του δικού σας αισθητήρα Flower Power σε αρχείο CSV (αρχείο με τιμές που χωρίζονται με κόμματα) χρησιμοποιώντας ένα απλό πρόγραμμα που ανέπτυξε το Παρατηρητήριο GROW. Επισκεφθείτε τη σελίδα του Παρατηρητηρίου GROW στο GitHub

<https://github.com/growobservatory/MyData> και επιλέξτε το κατάλληλο πρόγραμμα MyData για το λειτουργικό σας σύστημα. Τα αρχεία CSV εισάγονται στα περισσότερα προγράμματα ανάλυσης δεδομένων ή υπολογιστικών φύλλων που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συνόψεων και γραφημάτων και την ανάλυση δεδομένων.