

Project #1 - Υδρολογία

Σχεδιασμός Άρδευσης Αβοκάντο

Στην πεδιάδα του ποταμού Κοιλιάρη, το Πολυτεχνείο Κρήτης έχει εγκαταστήσει ένα σταθμό για την παρακολούθηση της ανάπτυξης της παραγωγής μίας φυτείας αβοκάντο. Ο σταθμός περιλαμβάνει ένα βροχόμετρο, μετεωρολογικές μετρήσεις θερμοκρασίας, υγρασίας, ηλιοφάνειας, ταχύτητας ανέμου, από κάμερες παρακολούθησης της ανάπτυξης του φυτού που μετράνε το NDVI (Normalized difference vegetation index - Δείκτης Κανονικοποιημένης Διαφοράς Βλάστησης) και το PRI (Photochemical Reflectance Index - Δείκτης Φωτοχημικής Ανακλαστικότητας), καθώς και μέτρηση της υγρασίας του εδάφους μέχρι 1 μέτρο και ανά 10 εκατοστά.



Ταυτόχρονα παίρνουμε μετρήσεις για την ποσότητα νερού που αρδεύει ο αγρότης κάθε φορά στη διάρκεια του καλοκαιριού. Ο αγρότης αρδεύει κάθε 4 περίπου μέρες και καταγράφει τις ποσότητες άρδευσης.

Η άρδευση γίνεται με σταλάκτες και ο σωλήνας είναι απλωμένος περιμετρικά της ρίζας του φυτού σε ακτίνα περίπου 1 m. Η ακτίνα της άρδευσης εκτείνεται 1.6 m από την ρίζα του φυτού (πληροφορία για τον

υπολογισμό του όγκου της εξατμισοδιαπνοής).

Ο σχεδιασμός της άρδευσης θα γίνει με βάση την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιεί το φυτό, δηλαδή με την ποσότητα της εξατμισοδιαπνοής.

Σας δίνουμε τα δεδομένα άρδευσης και τα μετεωρολογικά δεδομένα. Να υπολογιστούν τα

παρακάτω:

1. Χρησιμοποιήστε την εξίσωση του Penman-Montheith για να υπολογίσετε τη εξατμισοδιαπνοή ET του φυτού και να την συγκρίνετε με την ποσότητα της άρδευσης για τον μήνα Αύγουστο (Το φυτό βρίσκεται στο τέταρτο από τα πέντε έτη της ανάπτυξής του, επομένως θεωρήστε διορθωτικό συντελεστή 4/5 για την ET).
2. Με βάση το ισοζύγιο του νερού και αν υποθέσουμε ότι η εδαφική υγρασία μεταξύ ποτισμάτων δεν αλλάζει, υπολογίστε πόσο νερό εμπλουτίζει τον υπόγειο υδροφόρα.
3. Αν ο γεωργός πότιζε με ποσότητα ίση της ET των ημερών που μεσολαβούν μεταξύ των ποτισμάτων, πόση ποσότητα νερού θα εξοικονομήσει?

Να γράψετε μία ατομική έκθεση 10-15 σελίδων με τα παρακάτω:

- Εξώφυλλο
- Πίνακας Περιεχομένων
- Εισαγωγή
- Μεθοδολογία
- Αποτελέσματα
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφία

Για την παράδοση της εργασίας απαιτείται και το αρχείο του προγράμματος excel που χρησιμοποιήθηκε.

Π1: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Ημερομηνία	Άρδευση (L)
1/8/2020	296
5/8/2020	188
9/8/2020	644
13/8/2020	216
19/8/2020	252
23/8/2020	256
27/8/2020	252
31/8/2020	308

Θεωρητικό υπόβαθρο

Εξίσωση Penman-Monteith

$$\lambda ET = \frac{\Delta \times (R_n - G) + \rho_a \times C_p \times \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \times \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

όπου:

λET : λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$]

Δ : κλίση της καμπύλης της τάσης ατμών [$\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$]

R_n : καθαρή ακτινοβολία [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$]

G : ροή θερμότητας του εδάφους 0 [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$]

$e_s - e_a$: έλλειμμα πίεσης υδρατμών του αέρα [kPa]

ρ_a : μέση πυκνότητα του αέρα σε σταθερή πίεση [kg m^{-3}]

C_p : ειδική θερμότητα του αέρα 1.013 [$\text{kJ kg}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$]

γ : ψυχομετρική σταθερά [$\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$]

r_s : επιφανειακή αντίσταση [day m^{-1}]

r_a : αεροδυναμική αντίσταση [day m^{-1}]

Κλίση της καμπύλης τάσης ατμών, Δ [kPa °C⁻¹]

$$\Delta = \frac{4098 \times \left(0.618 \times e^{\frac{17.27 \times T_{\text{mean}}}{237.3 + T_{\text{mean}}}} \right)}{(T_{\text{mean}} + 237.3)^2}$$

όπου:

T_{mean} : η μέση θερμοκρασία του αέρα σε °C

Πίεση ατμών κορεσμού e_s (kPa)

$$e_s = \frac{e_{T_{\text{max}}} + e_{T_{\text{min}}}}{2}$$

όπου

$e_{T_{\text{max}}}$: η πίεση ατμών κορεσμού στη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία [kPa]

$$e_{T_{\text{max}}} = 0.608 \times e^{\frac{17.27 \times T_{\text{max}}}{237.3 + T_{\text{max}}}}$$

$e_{T_{\text{min}}}$ η πίεση ατμών κορεσμού στην ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία [kPa]

$$e_{T_{\text{min}}} = 0.608 \times e^{\frac{17.27 \times T_{\text{min}}}{237.3 + T_{\text{min}}}}$$

Πραγματική πίεση ατμών e_a [kPa]

$$e_a = \frac{e_{T_{\text{min}}} \times \frac{RH_{\text{max}}}{100} + e_{T_{\text{max}}} \times \frac{RH_{\text{min}}}{100}}{2}$$

όπου

e_{Tmax} : η πίεση ατμών κορεσμού στη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία [kPa]

e_{Tmin} : η πίεση ατμών κορεσμού στην ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία [kPa]

RH_{min} : η ελάχιστη υγρασία

RH_{max} : η μέγιστη υγρασία

Αεροδυναμική αντίσταση r_a [sec m^{-1}]

$$r_a = \frac{\ln\left(\frac{z_m - d}{z_{om}}\right) \times \ln\left(\frac{z_h - d}{z_{oh}}\right)}{k^2 \times u_z}$$

όπου:

z_m : ύψος των μετρήσεων ανέμου 3.15 [m]

z_h : ύψος μετρήσεων υγρασίας 3.15 [m]

d : ύψος μετατόπισης μηδενικού επιπέδου [m]

$$d = \frac{2}{3} \times h$$

z_{om} : μήκος τραχύτητας που διέπει τη μεταφορά ορμής [m]

$$z_{om} = 0.123 \times h$$

όπου

h : το ύψος του φυτού 2.1 [m]

z_{oh} : μήκος τραχύτητας που διέπει τη μεταφορά θερμότητας και υδρατμών [m]

$$z_{oh} = 0.1 \times z_{om}$$

k: σταθερά von Karman 0.41 [-]

u_z : ταχύτητα του ανέμου στο ύψος z [$m s^{-1}$]

Επιφανειακή αντίσταση, r_s [$sec m^{-1}$]

$$r_s = \frac{100}{0.5 \times LAI}$$

όπου

LAI: δείκτης φυλλικής επιφάνειας, $3 m^2$ (φυλλική επιφάνεια)/ m^2 (επιφάνεια εδάφους)

Ψυχομετρική σταθερά γ [$kPa ^\circ C^{-1}$]

$$\gamma = 0.00065 \times P(KPa)$$

όπου:

P : η ατμοσφαιρική πίεση σε KPa

$$P = 101.3 \times \left(\frac{293 - 0.0065 \times z}{293} \right)^{5.26}$$

Όπου

z : το υψόμετρο πάνω από το επίπεδο της θάλασσας ,15 m

Για την μετατροπή της εξατμισοδιαπνοής σε $\frac{\text{Kg}}{\text{d} \times \text{m}^2}$ χρειάζεται να υπολογιστεί η λανθάνουσα θερμότητα (λ) σε $\frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$.

$$\lambda = 2501 - 2.361 \times T$$

όπου T η μέση θερμοκρασία του αέρα σε $^{\circ}\text{C}$.

Υδατικό ισοζύγιο

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = Q_{\text{irr.}} - ET - Q_{\text{perc}}$$

Όπου

$Q_{\text{irr.}}$: η ποσότητα άρδευσης (L)

ET : η εξατμισοδιαπνοή (L)

Q_{perc} : οι απώλειες στον υπόγειο υδροφόρα (L)

Θεωρούμε ότι ο όγκος δεν μεταβάλλεται χρονικά και γνωρίζουμε ότι η πυκνότητα του νερού είναι $\rho_w = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.