



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρδεύσεις – Στραγγίσεις έργων πρασίνου

Ενότητα 3 : Προγραμματισμός αρδεύσεων

Δρ. Τσιρογιάννης Λ. Ιωάννης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων

Αρδεύσεις – Στραγγίσεις έργων πρασίνου

Ενότητα 3: Προγραμματισμός αρδεύσεων

Δρ. Τσιρογιάννης Λ. Ιωάννης

Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου

Άρτα, 2015



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Σκοποί ενότητας

- Η παρουσίαση βασικών προσεγγίσεων κατάρτισης και εφαρμογής προγραμμάτων άρδευσης



Περιεχόμενα ενότητας

- Μέθοδοι κατάρτισης προγράμματος άρδευσης
- Παραδείγματα εφαρμογής



Πρόγραμμα άρδευσης

- Θεωρητικός υπολογισμός βασισμένος:
 - στις μηχανικές ιδιότητες του εδάφους,
 - στο βάθος ριζοστρώματος,
 - στην εξατμισοδιαπνοή,
 - στην ενεργό βροχόπτωση και
 - στην αποτελεσματικότητα του δικτύου άρδευσης





Λογική



Λογική

- Στο έδαφος μπορούμε να δώσουμε **μία μέγιστη δόση νερού** σε κάθε άρδευση το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από:
 - **την υγρασία του εδάφους,**
 - **την καλλιέργεια μέσω**
 - του βάθους του ενεργού ριζοστρώματος και
 - του ποσοστού εξάντλησης της διαθέσιμης υγρασίας που σηματοδοτεί ανάγκη για άρδευση (δεν την εξαντλούμε ποτέ όλη -το ποσοστό έχει βρεθεί από μελέτες που αφορούν την διατήρηση της παραγωγικότητας στο βέλτιστο- γιατί τότε θα φτάναμε και επικίνδυνα κοντά στο σημείο μόνιμης μάρανσης και θα είχαμε μείωση παραγωγής)
- Η δόση αυτή μπορεί να δοθεί **με ένα μέγιστο ρυθμό** που εξαρτάται από:
 - **τη διηθητικότητα του εδάφους**

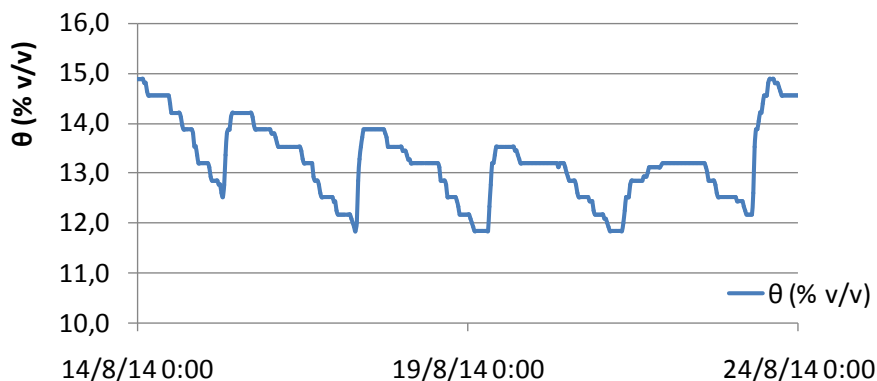


Λογική

- Η ποσότητα νερού που χορηγείται στα φυτά σε κάθε άρδευση ονομάζεται δόση άρδευσης.
- Για να φτάσει στα φυτά η ποσότητα ίση με τη δόση άρδευσης πρέπει συνήθως να ρίξουμε κάτι παραπάνω λόγω του ότι το σύστημα έχει απώλειες (**δεν είναι 100% αποτελεσματικό**).



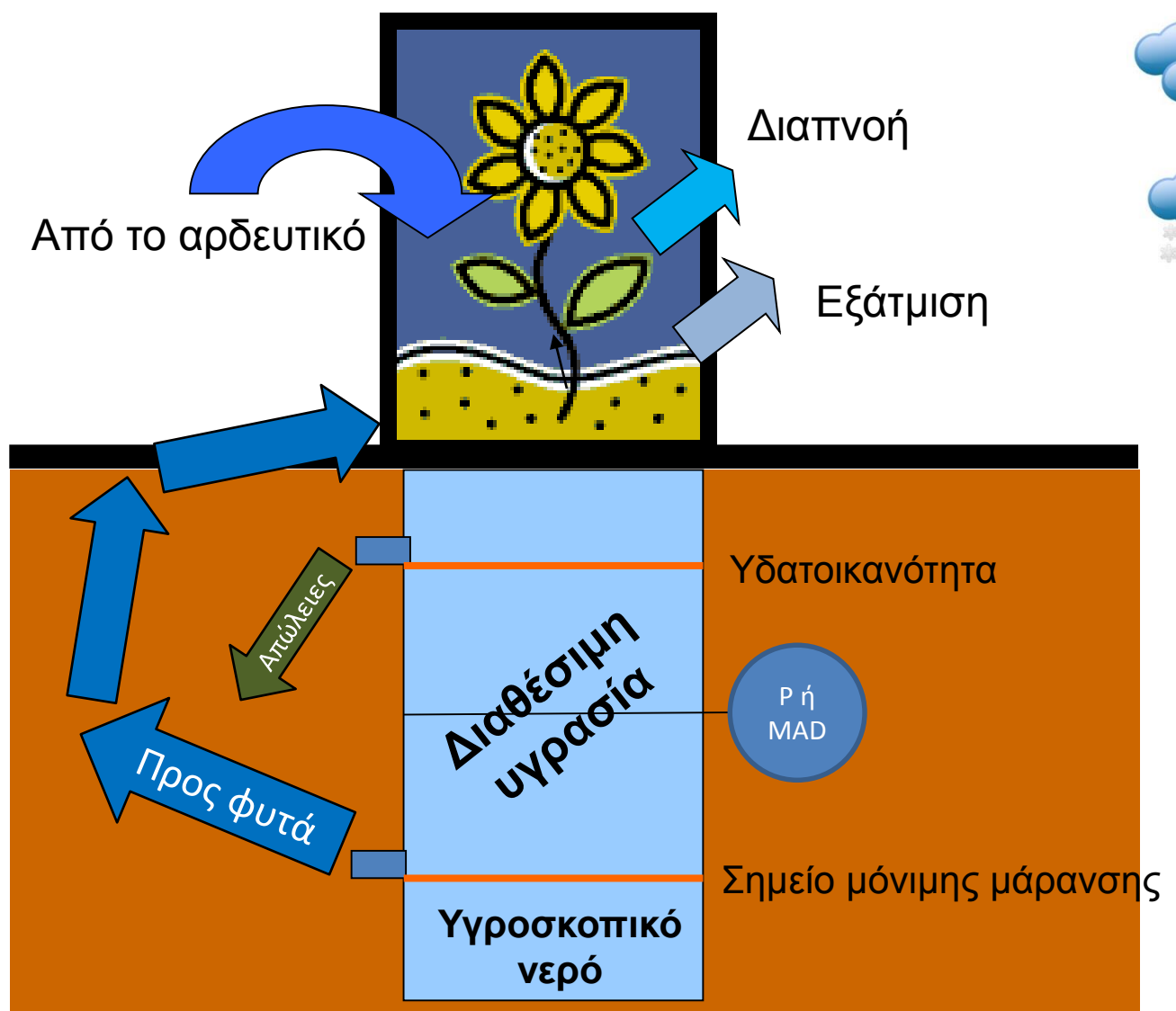
Λογική



- Από το νερό που είναι διαθέσιμο στα φυτά μετά από κάθε πότισμα ποσότητα ίση με την ημερήσια υδατοκατανάλωση (ETcday) αναμένεται να καταναλωθεί κάθε μέρα.
- Επομένως σε χρονικό διάστημα που ονομάζεται **εύρος άρδευσης** όλο το νερό που δόθηκε θα έχει καταναλωθεί και πρέπει να ποτίσουμε ξανά.



Λογική





Κατάρτιση προγράμματος





Μονάδες

- Ύψος νερού:
 - mm (m^3 /στρέμμα, l/m^2) ανά μονάδα χρόνου (συνήθως ώρα, ημέρα, μήνας, έτος)
- Ποσότητα ανά φυτό:
 - L ή ml ανά φυτό ανά μονάδα χρόνου (συνήθως ώρα, ημέρα)



Αν πολλαπλασιάσουμε την δόση με την επιφάνεια που αντιστοιχεί σε κάθε στάση έχουμε τον όγκο νερού σε κάθε στάση σε κάθε πότισμα.

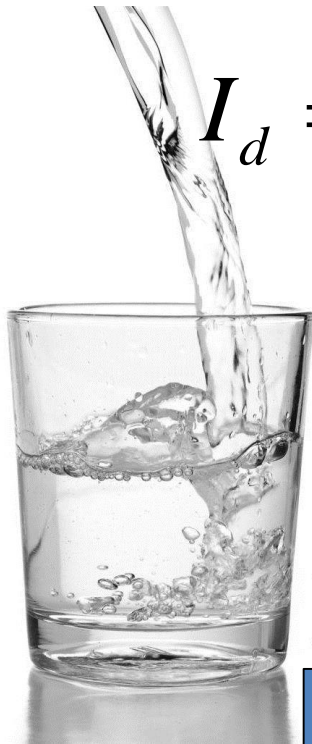


Υπολογισμοί

- Στο πλαίσιο των υπολογισμών θεωρούμε καλλιέργεια ως μία ομοιογενή αρδευτική ζώνη τόσο όσο αφορά τις ανάγκες των φυτών σε νερό όσο και το έδαφος (κλίση, μηχανική κατάσταση).



Υπολογισμός: δόση άρδευσης



$$I_d = \theta_{FC-PW} \times d_e \times MAD \times P_s / IE$$

- Δόση άρδευσης:
 - I_d : δόση εφαρμογής άρδευσης (mm)
 - θ_{FC-PW} : διαθέσιμη υγρασία του εδάφους (% κατ' όγκο, ίση με υδατοικανότητα – σημείο μάρανσης)
 - d_e : βάθος ενεργού ριζοστρώματος (mm)
 - MAD (ή P): συντελεστής εξάντλησης διαθέσιμης υγρασίας (επιτρεπόμενη μείωση υγρασίας ώστε να μην έχουμε καταπόνηση που μπορεί π.χ. να οδηγήσει σε μείωση παραγωγής). Για τα λαχανικά είναι 25-50cm
 - P_s το ποσοστό διαβροχής του εδάφους εκφρασμένο ως κλάσμα του ολικού όγκου του εδάφους που υγραίνεται (για καταιωνισμό, $P_s=1$)
 - IE: αποτελεσματικότητα άρδευσης

Προσοχή:
Όσο αφορά την εδαφική υγρασία χρησιμοποιούμε ποσοστό κατ'όγκο, αν χρησιμοποιήσουμε όγκο νερού ως ποσοστό του ξηρού βάρους εδάφους πρέπει να πολλαπλασιάσουμε και με το Εφ (φαινόμενο ειδικό βάρος εδάφους)



Υπολογισμός: εύρος άρδευσης

- Εύρος άρδευσης:
$$F = \frac{I_d \cdot IE}{ET_{Cday}}$$

- I_d : δόση άρδευσης σε (mm ή m^3 /στρέμμα)
- ET_{Cday} : ημερήσια υδατοκατανάλωση ($mm \text{ day}^{-1}$)
- IE : αποτελεσματικότητα άρδευσης (κυμαίνεται από 50-% για επιφανειακή άρδευση έως 95% για υπόγεια άρδευση με σταγόνες)
- Στη συνέχεια θα επιλεγεί ένα πρακτικά εφαρμόσιμο εύρος (μικρότερο από το θεωρητικό)



Πρακτικό εύρος και δόση

- Πολλές φορές το θεωρητικά υπολογισμένο εύρος άρδευσης σε ημέρες δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμο νούμερο π.χ. 2,9 επομένως αποφασίζουμε εμείς κάποιο πρακτικό εύρος (πάντα μικρότερο του θεωρητικού).
- Αν βάζαμε μεγαλύτερο έπρεπε να ρίξουμε μεγαλύτερη δόση εφαρμογής ώστε να καλύπτουν τα φυτά ανάγκες περισσότερων ημερών άρα θα "εκβιάζαμε" το έδαφος να απορροφήσει μεγαλύτερη καθαρή δόση από αυτή που μπορεί ή από την άλλη μπορεί η εδαφική υγρασία να πέσει κάτω από το όριο που θέλουμε, όμως αυτό θα οδηγήσει σε πρόβλημα.
- Έτσι προκύπτει μία νέα δόση εφαρμογής (που θα είναι μικρότερη από τη θεωρητική). Επομένως πρέπει η προηγούμενη σχέση να λυθεί ξανά, ως προς I_d αυτή τη φορά.

$$I_d = \frac{F \cdot ET_{Cday}}{IE}$$



Εφαρμογή: εύρος και δόση

- Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι οι χρόνοι που προκύπτουν είναι ουσιαστικά όρια, το τι θα επιλεγεί στο τέλος έχει να κάνει με τη στρατηγική της άρδευσης.
- Π.χ. βρίσκουμε εύρος 5 ημέρες και αποφασίζουμε να ποτίζουμε κάθε μέρα (με μικρότερη τελική δόση προφανώς) αυτό μπορεί να οδηγήσει τα φυτά π.χ. γρασίδι στην ανάπτυξη αβαθούς ριζικού συστήματος και να τα κάνει ευάλωτα σε πιθανή ξηρασία.



Υπολογισμός: διάρκεια άρδευσης

- Όσο αφορά το χρόνο που διαρκεί κάθε άρδευση, θέλουμε να χορηγούμε νερό με ρυθμό το πολύ όσο η τελική ταχύτητα διήθησης (απλοποίηση που μπορεί να γίνει αποδεκτή για πρακτικούς λόγους) επομένως διαιρώντας την ποσότητα νερού κάθε άρδευσης που φθάνει στο έδαφος (I_d/IE) με την τελική ταχύτητα διήθησης (i_f) παίρνουμε ως αποτέλεσμα το μέγιστο χρόνο που πρέπει να διαρκέσει η άρδευση.
- **Ο χρόνος αυτός είναι ουσιαστικά κάτω όριο στον χρόνο άρδευσης.**



Υπολογισμός: διάρκεια άρδευσης



- Αν χρησιμοποιηθεί μικρότερος χρόνος για να χορηγηθεί το νερό η ένταση διαβροχής θα είναι μεγαλύτερη από το ρυθμό με τον οποίο μπορεί να απορροφήσει νερό το έδαφος και θα είχα επιφανειακή συσσώρευση (λίμνασμα) και επιφανειακή απορροή έστω και με την παραμικρή κλίση (απώλεια νερού).



Υπολογισμός: διάρκεια άρδευσης

- Διάρκεια άρδευσης:
$$RT_{\min} = \frac{I_d}{i_f}$$
 - RT_{\min} σε h (x60 σε min)
 - I_d η δόση άρδευσης (mm)
 - i_f : τελική ταχύτητα διήθησης (mm h⁻¹)
 - PR: ένταση (ρυθμός) διαβροχής
 - A: αρδευόμενη επιφάνεια (m²)
 - ΣQ: συνολική παροχή συστήματος αρδευτικής ζώνης (m³ h⁻¹ εάν γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά των εξόδων)



Υπολογισμός: διάρκεια άρδευσης

- **Διάρκεια άρδευσης:**

- RTmin και RT σε h (x60 σε min)

- I_d η δόση άρδευσης (mm)

- if: τελική ταχύτητα διήθησης (mm h^{-1})

- IE: βαθμός απόδοσης άρδευσης (κυμαίνεται από 50-% για επιφανειακή άρδευση έως 95% για υπόγεια άρδευση με σταγόνες)

- PR: ένταση (ρυθμός) διαβροχής

- A: αρδευόμενη επιφάνεια (m^2)

- ΣQ: συνολική παροχή συστήματος αρδευτικής ζώνης ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ εάν γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά των εξόδων)

$$RT = \frac{I_d / IE}{PR} = \frac{(I_d / IE) \times A}{\Sigma Q}$$

$$RT > RT_{\min}$$



- **Για την περίπτωση άρδευσης με σταλακτηφόρους, διάρκεια άρδευσης (h):**

- I_d : δόση εφαρμογής σε ($\text{mm} \approx \text{m}^3/\text{στρέμμα}$ ή l/m^2)

- n, q: αριθμός σταλακτών ανά φυτό και παροχή σταλάκτη (l/h)

- S_Φ, S_γ : αποστάσεις μεταξύ φυτών επί της γραμμής και γραμμών εφαρμογής (m)

$$RT = \frac{(I_d / IE) \cdot S_\Phi S_\gamma}{n \cdot q}$$



όταν δίνουμε λιγότερο ή το ξεχνάμε



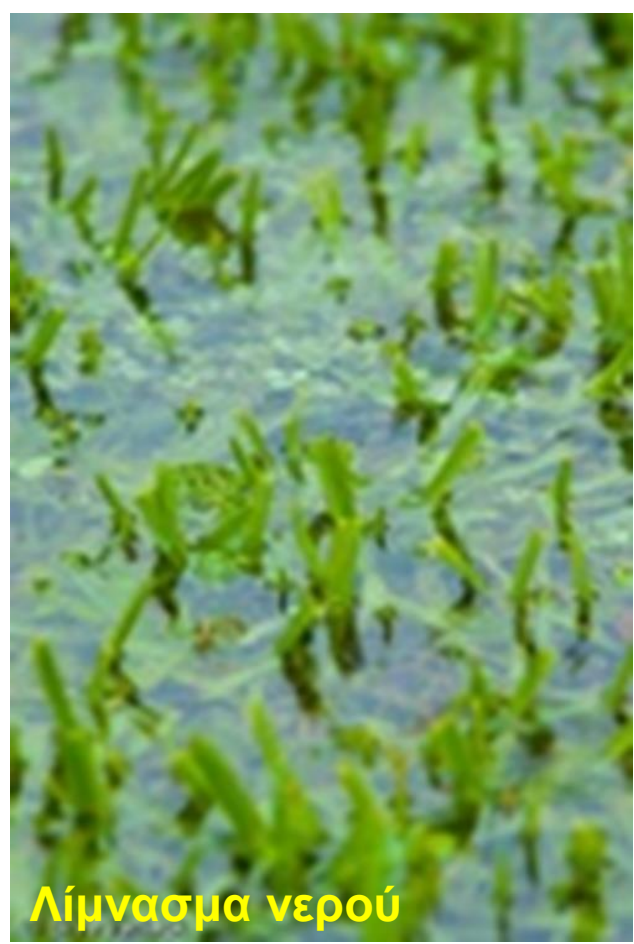
Υδατική καταπόνηση



Ξερά φυτά



όταν το παρακάνουμε



Λίμνασμα νερού



Επιφανειακή απορροή



Μειωτικοί συντελεστές



- Το P (ποσοστό διαβροχής του εδάφους εκφρασμένο ως κλάσμα του ολικού όγκου του εδάφους που υγραίνεται) είναι ουσιαστικά ένας μειωτικός συντελεστής που έχει πρακτική εφαρμογή στη στάγδην άρδευσης (για καταιωνισμό, $P=1$). Για αυτόν υπάρχουν εκτιμήσεις από πειραματικά δεδομένα.
- Άλλες προσεγγίσεις, στο πλαίσιο του ότι στη στάγδην άρδευση παρατηρείται μία μείωση των αναγκών που οφείλεται στο γεγονός ότι αρδεύεται ένα τμήμα μόνο του εδάφους, προτείνουν αντί του P να γίνεται μία μείωση του ET_{cday} . Η μείωση αυτή ονομάζεται μείωση λόγω συστήματος και εκφράζεται από την εμπειρική σχέση:
 - $ET_{cday} = ET_{cday} \cdot r$ με $r = SP/85 \leq 1$ όπου:
 - ET_{cday} : η ημερήσια υδατοκατανάλωση (mm/day)
 - SP : το ποσοστό της επιφάνειας του εδάφους που σκιάζεται από τα φυτά κατά τις μεσημβρινές ώρες
 - τυπικές τιμές του r είναι από 0,6 έως 0,9
- Προφανώς θα εφαρμόζεται ή η μία μείωση ή η άλλη



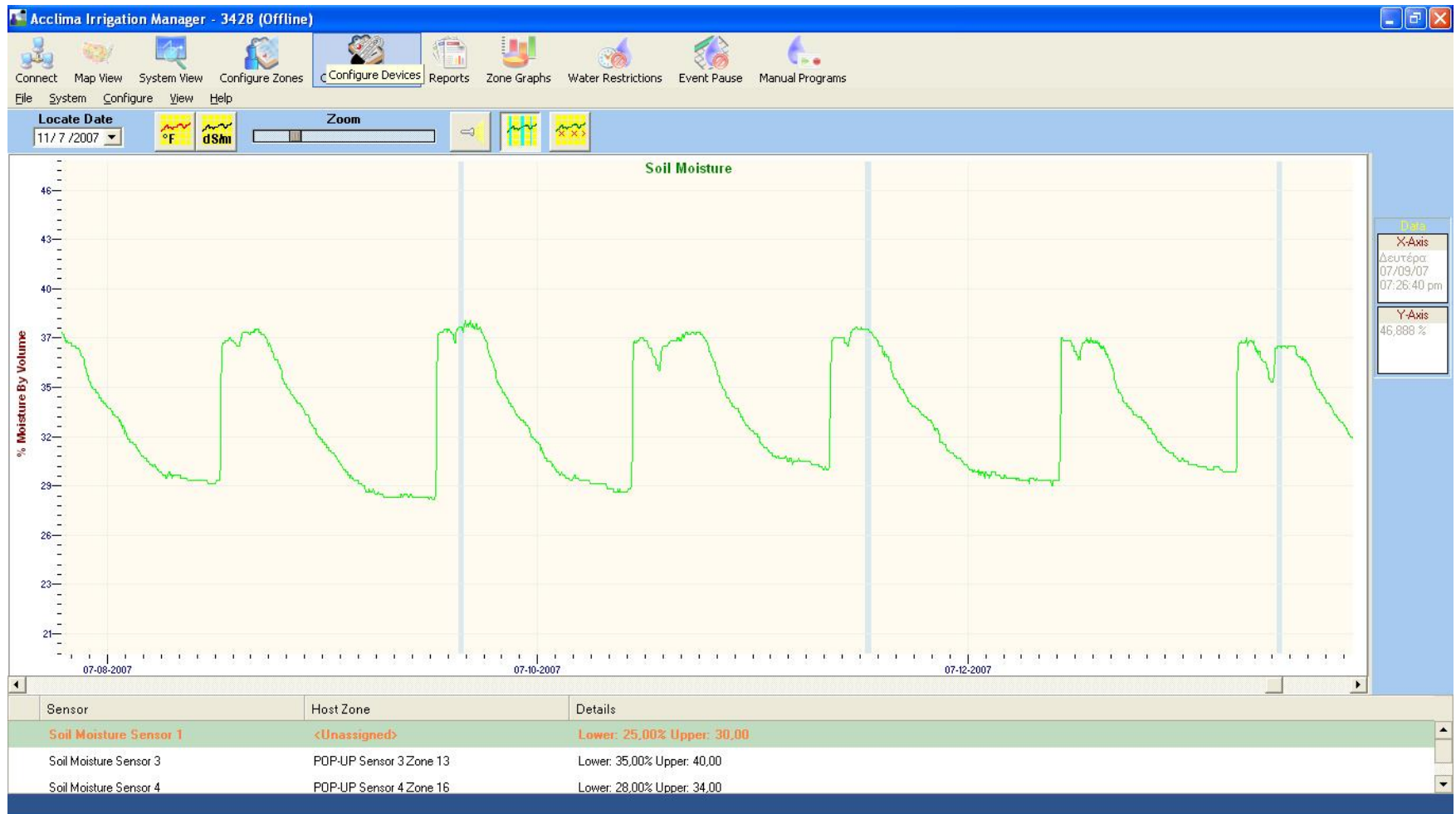
Προβλήματα αλατότητας: έκπλυση

- Αν υπάρχει πρόβλημα αλατότητας θα πρέπει να αυξήσουμε την δόση εφαρμογής με βάση το συντελεστή:
- Leaching fraction = EC_{actual} / EC_{opt} όπου EC_{actual} και EC_{opt} η υφιστάμενη και η ιδανική ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης.



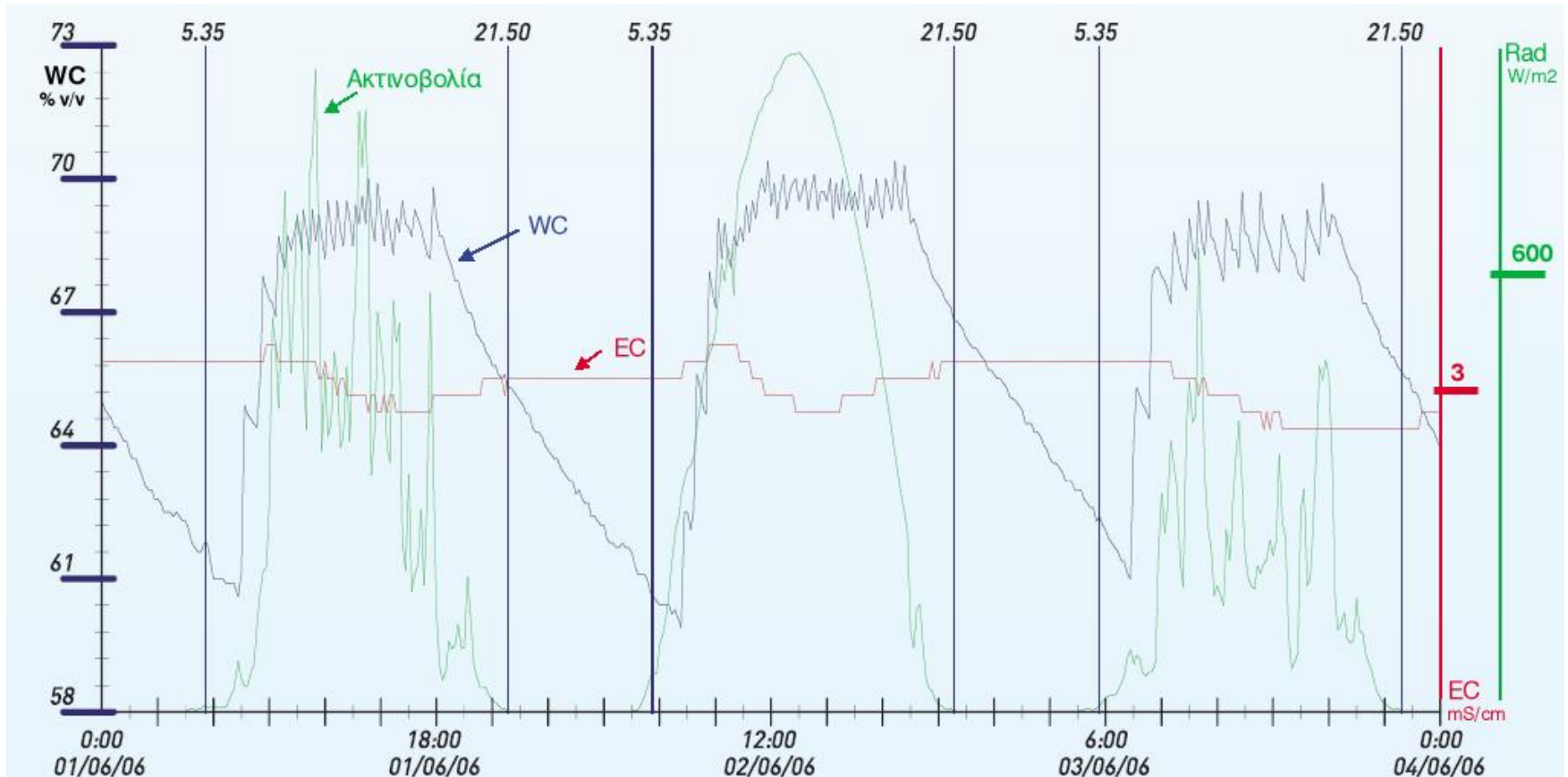


Αποτέλεσμα εφαρμογής προγράμματος χώμα





Αποτέλεσμα εφαρμογής προγράμματος υπόστρωμα υδροπονίας





Ενδεικτικά δεδομένα και χρήσιμες υπενθυμίσεις



Νόμοι, κανονισμοί κλπ

- Οδηγοί FAO κλπ
- Κλιματικά δεδομένα από ΕΜΥ
- Οδηγίες Υπουργείου Γεωργίας σχετικά με Κc, ΕΤ ανά περιφέρεια και αρδευτική περίοδο
- Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές σχετικά με έργα πράσινου
- .
- .



Ενδεικτικά δεδομένα

Καλλιέργεια	Μείωση διαθέσιμης υγρασίας (MAD ή P %)
Γρασίδι	40-60
Φυλλοβόλα δένδρα	50-70
Λαχανικά	25-50

Καλλιέργεια	Βάθος ενεργού ριζοστρώματος (cm)
Γρασίδι	25-45
Οπωροφόρα	50-70
Τομάτες	30-50

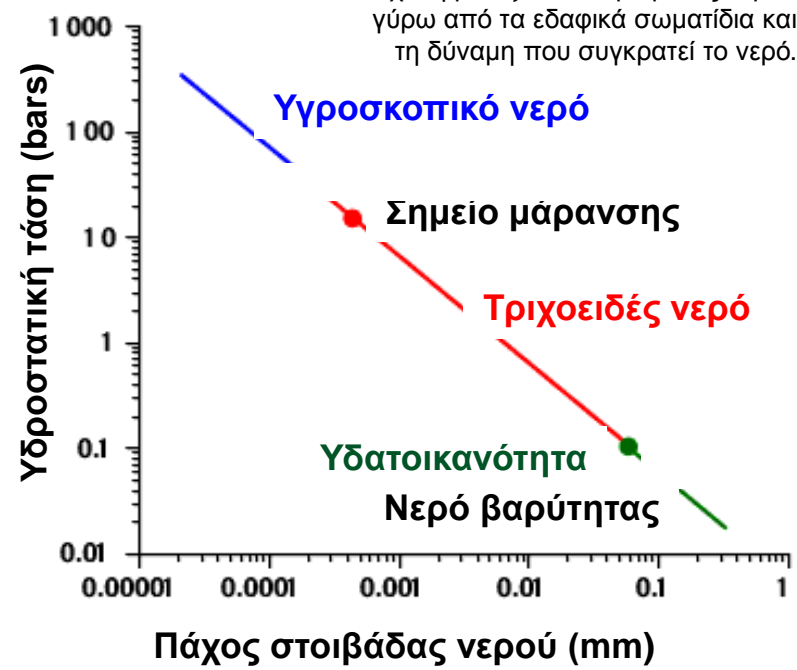


Εδαφική υγρασία

- **Ταξινόμηση εδαφική υγρασίας:**
 - Ελεύθερο νερό ή νερό βαρύτητας
 - Τριχοειδές νερό
 - Υγροσκοπικό νερό
 - Νερό σε αέρια κατάσταση
- **Έκφραση εδαφικής υγρασίας:**
 - Κατά βάρος
 - Κατά όγκο
- **Αποθήκευση εδαφικής υγρασίας**
 - Κορεσμός
 - Υδατοικανότητα
 - Σημείο μόνιμης μάρανσης
 - Διαθέσιμη υγρασία



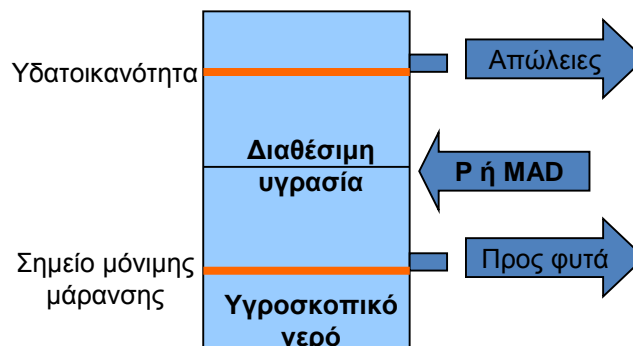
Σχέση μεταξύ του στρώματος νερού γύρω από τα εδαφικά σωματίδια και τη δύναμη που συγκρατεί το νερό.



Προσοχή οι ρίζες θέλουν και αέρα!



Εδαφική Υγρασία



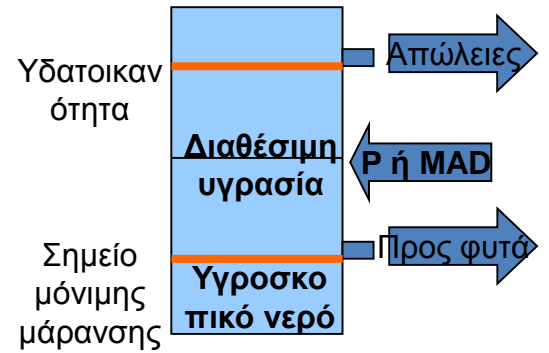
Μηχανική σύσταση εδάφους	Εφ, Φαινόμενο βάρος gr/cm ³	Υδατοικανότητα (% ξηρού βάρους εδάφους)	Σημείο μάρανσης (% ξηρού βάρους εδάφους)	Τελική ταχ. διήθησης (mm/h)
Άμμος (Sand)	1,65	6	4	50
Πηλός (Loam)	1,40	22	10	13
Άργιλος (Clay)	1,25	35	17	5



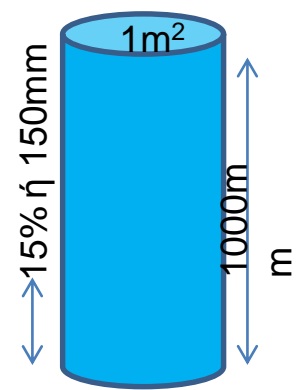
Εδαφική Υγρασία

Τύπος εδάφους	Μέγιστος ρυθμός διήθησης (mm/h)	Διαθέσιμη υγρασία (Available Water AW) (mm/m)
Ελαφρύ	18-32	100
Μέσο	6,5-18	150
Βαρύ	3,5-6,5	180

100mm/m είναι το ίδιο σα να λέμε 10% v/v



- Εκτός από % $m^3 m^{-3}$ είναι πιθανό να βρείτε την εδαφική υγρασία εκφρασμένη σε mm (/m βάθους εδάφους).





Βροχή?



Λογική

- Στο πλαίσιο κατάρτισης ενός προγράμματος άρδευσης δεν λαμβάνουμε υπόψη την βροχόπτωση
- Σε μία μελέτη ισοζυγίου θεωρούμε λαμβάνουμε υπόψη την ενεργό βροχόπτωση



Ενεργός βροχόπτωση

- Ενεργός βροχόπτωση:
 - B: συνολικό μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης (mm για $B \geq 7\text{mm}$)
 - c: εμπειρική σταθερά (τιμές 10-20, 10 προτείνεται για πεδινές περιοχές κοντά στη θάλασσα, 20 για ηπειρωτικές επικλινείς περιοχές)
- Μέθοδος U.S. Bureau of Reclamation:
 - Χωρισμός μηνιαίας βροχόπτωσης κατά κλάσεις και πολλαπλασιασμός κάθε κλάσης με ένα ειδικό συντελεστή



$$R = B - \left[c + \frac{B}{8} \right]$$



Μηνιαία βροχόπτωση (κλάσεις) mm	Μέσο ποσοστό ενεργού βροχόπτωσης της κλάσης (%)
0,0 – 25,4	95
25,4 – 50,8	90
50,8 – 76,2	82,5
76,2 – 101,6	65
101,6 – 127,0	45
127,0 – 152,4	25
> 152,4	5



Άλλες μέθοδοι



Απλοποιημένη μέθοδος προγραμματισμού για τεχνητή βροχή / χλοοτάπητα SID

- Σύμφωνα με την μέθοδο απλοποιημένου σχεδιασμού αρδευτικών συστημάτων πράσινου (SID, Melby, 1995) αφού υπολογιστούν οι εβδομαδιαίες ανάγκες σε νερό με κάποια αναγνωρισμένη μεθοδολογία –όπως έγινε και εδώ- το επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε την ταχύτητα εφαρμογής του συστήματος.
- Για να βρούμε για πόσο χρόνο πρέπει να αρδεύουμε σε εβδομαδιαία βάση για να καλύψουμε τις ανάγκες αυτές διαιρούμε τις εβδομαδιαίες ανάγκες σε νερό με την ταχύτητα εφαρμογής.

$$PR = 60 \times \frac{\sum Q}{A}$$

όπου: PR η ταχύτητα εφαρμογής (mm h-1), ΣQ η συνολική παροχή εκτοξευτήρων (L min-1) και A η επιφάνεια που αρδεύεται (m2)

$$RTweek = \frac{ET_c}{PR}$$

όπου: RTweek ο χρόνος άρδευσης σε h week-1, ET_c η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας σε mm week-1 και PR η ταχύτητα εφαρμογής σε mm h-1



Απλοποιημένη μέθοδος προγραμματισμού για τεχνητή βροχή / χλοοτάπητα SID

- Αυτό που θα καθορίσει στη συνέχεια πόσο θα διαρκεί κάθε άρδευση και επομένως και πόσες αρδεύσεις την εβδομάδα θα χρειαστούν είναι η ικανότητα του εδάφους να διηθεί το νερό που δέχεται. Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται διηθητικότητα ή τελική ταχύτητα διήθησης και εκφράζει το πόσο γρήγορα απορροφά το έδαφος το νερό, μετριέται δε σε mm/h. Η τιμή αυτή διαφέρει ανάλογα με τον τύπο και την κλίση του εδάφους.
- Τέλος με βάση τους δύο αυτούς χρόνους βρίσκουμε τον αριθμό των ποτισμάτων που απαιτούνται ανά εβδομάδα και τα προγραμματίζουμε τις βραδινές ή τις πρώτες πρωινές ώρες. Αν η διαθέσιμη παροχή ή η πίεση δεν επαρκούν για την λειτουργία όλου του συστήματος (αρδευτικής ζώνης) ταυτόχρονα θα πρέπει αυτό να χωριστεί σε στάσεις.

$$RT_{Irrigation\ event} = \frac{if}{PR}$$

όπου: $RT_{Irrigation\ event}$ (ή RT_{max}) η μέγιστη επιτρεπτή διάρκεια άρδευσης (Run Time) σε h, if η τελική ταχύτητα διήθησης mm h⁻¹ και PR η ταχύτητα εφαρμογής σε mm h⁻¹

$$IW = \frac{RT_{week}}{RT_{Irrigation\ event}}$$

όπου: IW ο αριθμός εβδομαδιαίων ποτισμάτων.



Απλοποιημένη μέθοδος προγραμματισμού για τεχνητή βροχή / χλοοτάπητα Hunter

- Η εταιρεία Hunter στο οδηγό της για τη διαχείριση χλοοτάπητα προτείνει την δική της απλοποιημένη μεθοδολογία για το πρόγραμμα άρδευσης (Guide Prof. Turf Manager, Hunter, 1998).
- Υπολογίζεται η ένταση εφαρμογής του συστήματος τεχνητής βροχής (έχει γίνει προσαρμογή σε μονάδες SI σε σχέση με το πρωτότυπο):

$$PR = \frac{\sum Q \times 1000}{A}, \quad PR_{catch-can} = \frac{D catch - cans}{Number\ of\ cans \div Runtime \times 60}$$

όπου: PR και PR_{catch-can} η ένταση εφαρμογής σε mm h⁻¹ όταν υπολογίζονται από τα χαρακτηριστικά του συστήματος ή τον έλεγχο ομοιομορφίας αντίστοιχα, ΣQ η συνολική παροχή όλων των εκτοξευτήρων σε m³ h⁻¹, A η έκταση της περιοχής που αρδεύεται σε m², D catch-cans το άθροισμα του ύψους νερού σε όλα τα δοχεία σε mm, Number of cans ο αριθμός των δοχείων που χρησιμοποιήθηκαν στον έλεγχο ομοιομορφίας, Runtime ο χρόνος λειτουργίας του συστήματος κατά τη διάρκεια του ελέγχου ομοιομορφίας σε min.



Απλοποιημένη μέθοδος προγραμματισμού για τεχνητή βροχή / χλοοτάπητα Hunter

Σημείωση:
AWHC ή AW
available Water Holding Capacity
AWHC FC – PWP
FC: Field Capacity
PWP: Permanent Wilting Point
RZ: Root Zone depth
MAD: Maximum Allowable Depletion

- Στην συνέχεια υπολογίζεται η συχνότητα άρδευσης (ανά πόσες ημέρες απαιτείται άρδευση) και η διάρκεια κάθε ποτίσματος. Σύμφωνα με τις εξισώσεις:

$$F = \frac{AWHC \times RZ \times MAD}{ET_c}$$

$$RT = \frac{60 \times F \times ET_c}{PR \times EA}$$

όπου: F (Frequency) η συχνότητα άρδευσης σε days, AWHC διαθέσιμη υγρασία του εδάφους (%), RZ το βάθος ενεργού ριζοστρώματος σε mm, MAD η επιτρεπόμενη εξάντληση της εδαφικής υγρασίας και ET_c η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή ($mm\ day^{-1}$).

όπου: RT (Run Time) η διάρκεια κάθε ποτίσματος σε min, F η συχνότητα άρδευσης σε days, ET_c η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή ($mm\ day^{-1}$), PR (ή PRcatch-can) η ένταση εφαρμογής σε $mm\ h^{-1}$ και EA ο βαθμός απόδοσης του συστήματος.



Απλοποιημένη μέθοδος προγραμματισμού για τεχνητή βροχή / χλοοτάπητα Hunter

- Ο συνολικός χρόνος άρδευσης που υπολογίστηκε (RT) μπορεί να χρειαστεί να χωριστεί σε τμήματα.
- Αυτό θα προκύψει από την τιμή της σχέση PR (Prec. Rate) /SIR (Soil Intake Rate)
- Το αποτέλεσμα μας λέει σε πόσα τμήματα θα χωριστεί το RT



Αυτοματισμοί



Προσαρμογή στις δυνατότητες

- Στο τέλος το θεωρητικά υπολογισμένο πρόγραμμα άρδευσης θα πρέπει να προσαρμοστεί στις δυνατότητες επιλογών του προγραμματιστή.
- Χρησιμοποιώντας τα όρια που υπολογίστηκαν σχετικά με κάλυψη αναγκών σε νερό, μέγιστο χρόνο άρδευσης και συχνότητα επιλέγουμε μία από τις αποδεκτές διαθέσιμες ρυθμίσεις του προγραμματιστή.

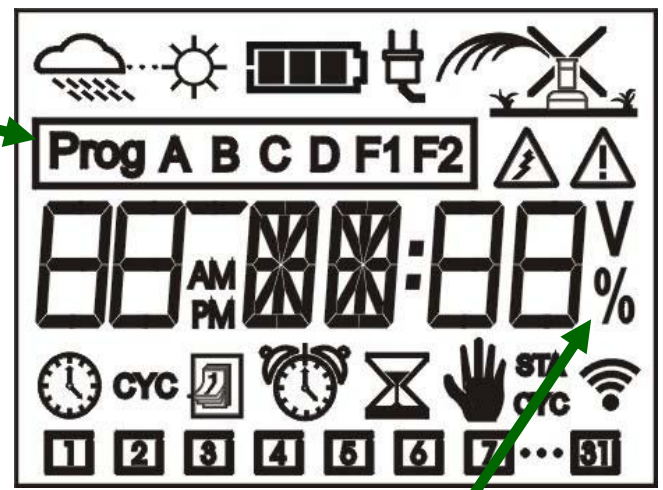




...χαρακτηριστικά σύγχρονων προγραμματιστών

Καυστέρηση λόγω βροχής για να καθυστερήσει ο χρήστης την άρδευση σε βροχερές εποχές και να ξεκινήσει κανονικά όταν φτιάξει ο καιρός.

Πολλούς χρόνους έναρξης και ανεξάρτητα προγράμματα για να μειωθεί ο συνολικός χρόνος άρδευσης και να ποτίζουμε κάθε είδους φυτό, ανάλογα με τις ανάγκες νερού, ξεχωριστά.



Εποχιακές ποσοστιαίες αυξομειώσεις νερού (water budget %) για εύκολη ρύθμιση της άρδευσης με ποσοστά.



Βιβλιογραφία

- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome,
- Costello D. (2000). A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California - The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III
- EU (2000). Directive 2000/60/EC for Water
- Irrigation Association (2011). Landscape Drainage Design
- Melby P. (1995). Simplified Irrigation Design, Van Nostrand Reinhold, 1995
- ΕΛΟΤ (2009) 10-06-02-01 Άρδευση φυτών και 10-06-02-02 Άρδευση χλοοτάπητα - Φυτών εδαφοκάλυψης - Χλοοτάπητα πρανών
- Μπαμπίλης Δ. (2008) Αρδευτικά δίκτυα πρασίνου. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
- Ουζούνης Δ. (2002). Συστήματα αυτόματης άρδευσης Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη
- Τσιρογιάννης Γ. (2009) Χρήση ειδικού λογισμικού για το σχεδιασμό αρδευτικών δικτύων - Εφαρμογές με το IRRICAD v9 PRO. Αυτοέκδοση, Άρτα
- Τσιρογιάννης Γ. (2010) Φάκελος Εργαστηριακών Ασκήσεων Αρδεύσεις – Στραγγίσεις, ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα ΑΑΤ, Άρτα, 2010



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. <Τσιρογιάννης Λ. Ιωάννης>.

<Αρδεύσεις - Στραγγίσεις Έργων Πράσινου>.

Έκδοση: 1.0 <Άρτα>, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG116/>





Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: <Μπαλτζώη Πηνελόπη>
<Άρτα>, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





Σημειώματα





Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη Δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

