



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρδεύσεις – Στραγγίσεις έργων πρασίνου

Ενότητα 4 : Ειδικά θέματα εκτίμησης αναγκών σε
νερό και προγραμματισμού άρδευσης

Δρ. Τσιρογιάννης Λ. Ιωάννης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων

Αρδεύσεις – Στραγγίσεις έργων πρασίνου

Ενότητα 4: Ειδικά θέματα εκτίμησης αναγκών σε νερό και προγραμματισμού άρδευσης

Δρ. Τσιρογιάννης Λ. Ιωάννης

Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
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

- Παρουσίαση ειδικών περιπτώσεων σχετικά με την εκτίμηση αναγκών σε νερό και την κατάρτιση προγραμμάτων άρδευσης



Περιεχόμενα ενότητας

- Η μέθοδος του συντελεστή τοπίου
- Προγραμματισμός άρδευσης στην περίπτωση υδροπονίας



Η μέθοδος του συντελεστή τοπίου

- Η μέθοδος του συντελεστή τοπίου (Landscape Coefficient Method - LCM) αποτελεί μία μέθοδο εκτίμησης των αρδευτικών αναγκών των έργων πράσινου.
- Έχει αναπτυχθεί για την California αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ευρύτερα.
- Απευθύνεται σε επαγγελματίες της αρχιτεκτονικής τοπίου και περιλαμβάνει πληροφορία που βασίζεται σε έρευνα και εμπειρία.
- Σε κάθε περίπτωση τονίζεται ότι η LCM παρέχει εκτιμήσεις των υδατικών αναγκών και όχι απόλυτα ακριβής ποσότητες. Για το λόγο αυτό είναι πιθανό να χρειαστούν επιτόπιες ρυθμίσεις στην ποσότητα νερού που θα παρέχει τελικά το αρδευτικό σύστημα.



Γιατί να υπολογίσουμε τις υδατικές ανάγκες;

- Η εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών ενός έργου πράσινου είναι σημαντική για τουλάχιστον τρεις λόγους:
 1. Εξοικονόμηση νερού υπό την έννοια της διαφύλαξης ενός σημαντικού φυσικού πόρου
 2. Μείωση κόστους λειτουργίας – συντήρησης του έργου πράσινου
 3. Καλύτερη ποιότητα του έργου πράσινου λόγω σωστής επιλογής φυτών και κάλυψης των υδατικών τους αναγκών



Εξατμισοδιαπνοή

- Η υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής γίνεται με την ευρέως αποδεκτή προσέγγιση:

Δυνητική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας =

Φυτικός συντελεστής x Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

$$E_{Tc} = K_c \times E_{To}$$

- Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή είναι αυτή που θα συμβεί όταν υφίστανται οι βέλτιστες αγρονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Όσο αφορά τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία που προτείνεται από το FAO paper 56 (μέθοδοι Penman-Monteith ή Hargreaves).

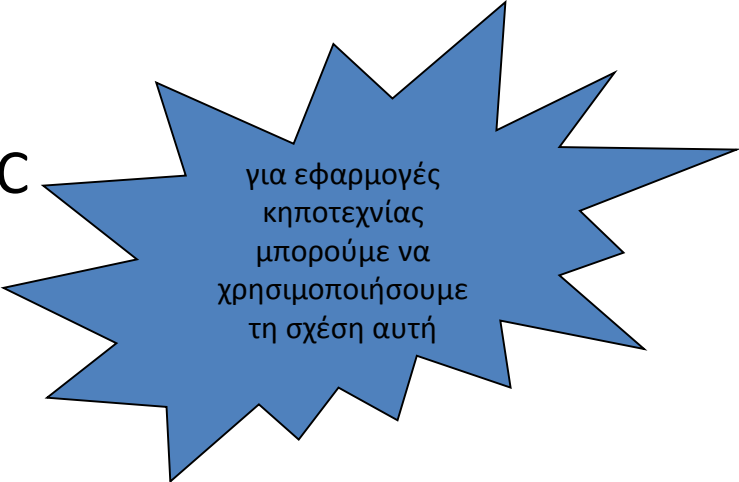


Η μέθοδος Hargreaves

- Όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία, την σχετική υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου θα πρέπει αυτά να εκτιμηθούν μέσω υπολογιστικών προσεγγίσεων.
- Εναλλακτικά η ET_0 μπορεί να εκτιμηθεί από τη σχέση Hargreaves ET_0 σύμφωνα με την οποία:

$$ET_0 = 0,0023(T_{\text{mean}} + 17.8)(T_{\text{max}} - T_{\text{min}})^{0.5} R_a$$

όπου ET_0 και R_a σε mm day^{-1} και T σε $^{\circ}\text{C}$



για εφαρμογές
κηποτεχνίας
μπορούμε να
χρησιμοποιήσουμε
τη σχέση αυτή



Τυπολογία





Φυτικοί συντελεστές

$$K_c = E_{Tc} / E_{To}$$

- Όσο αφορά τις αγροτικές καλλιέργειες και τον χλοοτάπητα έχουν δημοσιευτεί πολλές ερευνητικές εργασίες όπου προτείνονται φυτικοί συντελεστές.
- Το ίδιο ισχύει και για μεμονωμένα φυτά που χρησιμοποιούνται στην αρχιτεκτονική τοπίου.
- Όσο αφορά όμως ένα έργο πράσινου όπου πολλά διαφορετικά είδη συνυπάρχουν παρουσιάζονται πολλές δυσκολίες στον υπολογισμό του φυτικού συντελεστή.



Προσαρμογή στα έργα πράσινου

- Αντίθετα με τις αγροτικές καλλιέργειες ή το γρασίδι, τα έργα πράσινου τυπικά συντίθενται από πολλά διαφορετικά είδη στην ίδια αρδευτική ζώνη. Είναι λογικό ότι στην περίπτωση αυτή θα πρέπει οι ανάγκες σε νερό των διαφόρων φυτών μίας αρδευτικής ζώνης να είναι παραπλήσιες αλλιώς κάποια φυτά δεν θα είναι ευχαριστημένα.
- Η χρήση του συντελεστή τοπίου (K_L) μας δίνει τη δυνατότητα πέρα από το είδος να λαμβάνουμε υπόψη μας και άλλα χαρακτηριστικά όπως η πυκνότητα φύτευσης και το μικροκλίμα που παίζει ιδιαίτερο ρόλο στις αστικές περιοχές.



Προσαρμογή στα έργα πράσινου

- $ET_L = K_L \times ET_o$, $K_L = k_s \times k_d \times k_{mc}$
 - k_s : συντελεστής είδους (species factor)
 - k_d : συντελεστής πυκνότητας (density factor)
 - k_{mc} : συντελεστής μικροκλίματος (microclimate factor)



k_s : συντελεστής είδους (species factor)

- Ο συντελεστής παίρνει τιμές από 0,1 έως 0,9, λαμβάνεται από πίνακες που έχουν προκύψει από έρευνα και εμπειρία και χωρίζεται σε 4 κατηγορίες:
 - Πολύ χαμηλός $< 0,1$
 - Χαμηλός $0,1 - 0,3$
 - Μέσος $0,4 - 0,6$
 - Υψηλός $0,7 - 0,9$



k_s : συντελεστής είδους (species factor)

- Αν έχουμε μόνο ένα είδος βρίσκουμε την αντίστοιχη τιμή στον πίνακα



k_s : συντελεστής είδους (species factor)

- Αν έχουμε πολλά είδη σε μία αρδευτική ζώνη, τότε αν έχουν παρόμοιες ανάγκες χρησιμοποιούμε τον κοινό συντελεστή k_s , αν όχι, έχουμε τις εξής επιλογές:
 - χρησιμοποιούμε τον k_s που αντιστοιχεί στο είδος με τις μεγαλύτερες ανάγκες,
 - προτείνουμε αλλαγές στο σχέδιο φύτευσης ώστε να έχουμε φυτά με παρόμοιες ανάγκες σε νερό,
 - χρησιμοποιούμε τον k_s που αντιστοιχεί στα περισσότερα φυτά και παρέχουμε συμπληρωματική άρδευση στα λίγα φυτά που έχουν μεγαλύτερες ανάγκες.



k_d : συντελεστής πυκνότητας

- Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι διαφορές στην πυκνότητα φύτευσης υπό την έννοια της αθροιστικής φυλλικής επιφάνειας των φυτών που βρίσκονται σε μία αρδευτική ζώνη. Παίρνει τιμές από 0,5 έως 1,3 και κατηγοριοποιείται σε τρεις περιοχές τιμών:
 - Χαμηλός 0,5 – 0,9
 - Μέσος 1,0
 - Υψηλός 1,1 – 1,3
- Δυστυχώς δεν υπάρχει κάποιο τυποποιημένο σύστημα για την εκτίμηση της φυτικής πυκνότητας των έργων πράσινου (υπάρχουν κάποιες σχετικές οδηγίες στο FAO56) και έτσι η εκτίμηση βασίζεται σε κάποιες γενικές οδηγίες και την εκτίμηση του μελετητή.



k_d : συντελεστής πυκνότητας

- Γενικές οδηγίες:
 - Περιοχές με φυτά μικρής ηλικίας ή αραιοφυτεμένα τοποθετούνται στην χαμηλή κατηγορία.
 - Τοπία με πολλούς τύπους φυτών (εδαφοκάλυψη, θάμνοι και δένδρα μαζί) τοποθετούνται στην υψηλή κατηγορία.
 - Τοπία με πλήρη και πυκνή φυτική κάλυψη αλλά από ένα μόνο είδος τοποθετούνται στην μεσαία κατηγορία.



k_d : συντελεστής πυκνότητας

- Ειδικότερες εκτιμήσεις με βάση:
 - Την φυτοκάλυψη (canopy cover), δηλαδή το ποσοστό του εδάφους που σκιάζεται από την κόμη των φυτών. Μελέτες σε οπωρώνες έχουν δείξει ότι πλήρης θεωρείται η κάλυψη όταν ξεπερνά το 70%. Το ποσοστό αυτό ανεβαίνει στο 90% για θάμνους και φυτά εδαφοκάλυψης.
 - Π.χ. Οπωρώνας ή γρασίδι με φυτοκάλυψη 75% και 90% αντίστοιχα, τοποθετούνται στην μεσαία κατηγορία (ένα είδος φυτού). Για μικρότερα ποσοστά φυτοκάλυψης τοποθετούνται στη χαμηλή κατηγορία.



k_d : συντελεστής πυκνότητας

- Ειδικότερες εκτιμήσεις με βάση τους φυτικούς ορόφους (vegetation tiers):
 - Παράδειγμα ορόφων: χλοοτάπητας, θάμνοι, δένδρα
 - Η παρουσία δύο ή τριών ορόφων μαζί με πλήρη φυτοκάλυψη τοποθετεί την αρδευτική ζώνη στην υψηλή κατηγορία k_d .
 - Τοπία με παρουσία και των τριών ορόφων τα οποία όμως δεν έχουν πλήρη φυτοκάλυψη μπορεί να μην τοποθετούνται στην υψηλή κατηγορία όπως συμβαίνει π.χ. με ένα πρόσφατα φυτεμένο τοπίο το οποίο θα έμπαινε στην χαμηλή κατηγορία.



Χαμηλό k_d



Μεσαίο k_d



Υψηλό k_d



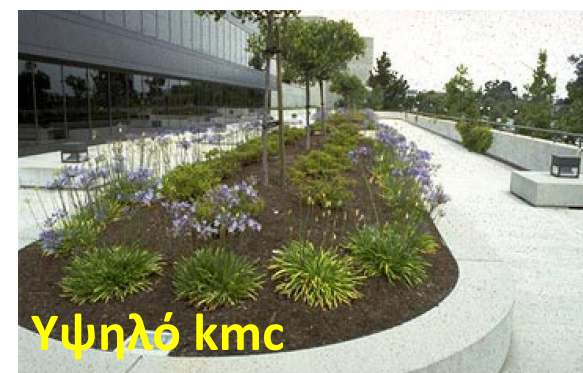
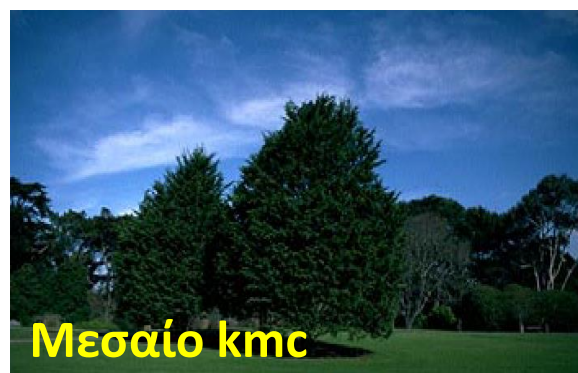
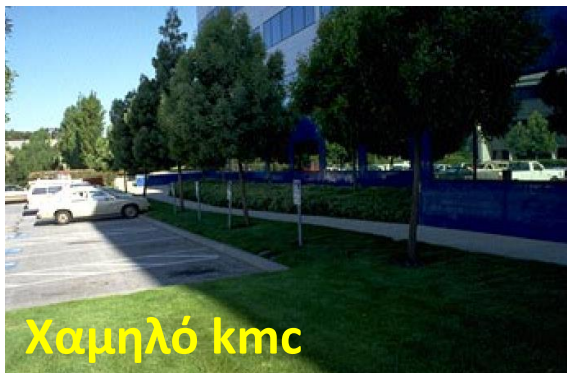
κ_{mc}: συντελεστής μικροκλίματος

- Το μικροκλίμα υπάρχει σε κάθε περιοχή και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των αναγκών σε νερό. Τυπικά χαρακτηριστικά των αστικών τοπίων όπως κτίρια, δρόμοι, πλακοστρώσεις επηρεάζουν τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου και την ένταση της ακτινοβολίας. Ο συντελεστής παίρνει τιμές από 0.5 έως 1.4 και χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:
 - Χαμηλή: 0.5-0.9
 - Μεσαία: 1.0
 - Υψηλή: 1.1 – 1.4



kmc: συντελεστής μικροκλίματος

- Στη χαμηλή κατηγορία έχουμε περιοχές που βρίσκονται σε σχεδόν συνεχή σκιά.
- Ο συντελεστής μικροκλίματος είναι ευκολότερο να καθοριστεί. Στη μεσαία κατηγορία τοποθετούνται τοπία που προσομοιάζουν με τη φυσική τοποθέτηση των φυτών. Π.χ. σε ένα μεγάλο πάρκο (στα όρια του πάρκου αναμένεται η ύπαρξη διαφορετικών ζωνών)
- Στην υψηλή κατηγορία τοποθετείται η αρδευτική ζώνη εάν υπάρχουν χαρακτηριστικά κοντά στο τοπίο που αυξάνουν την εξάτμιση νερού π.χ. επιφάνειες που απορροφούν θερμότητα, ανακλαστικές επιφάνειες.





Παράδειγμα - Περίπτωση

- Ένα τοπίο σε ζωολογικό κήπο στο Αττικό Πάρκο με:
 - Κισσό (*Hedera helix*, English ivy, εδαφοκάλυψη),
 - Ραφιολεπίδα (*Rhaphiolepis* sp., θάμνος),
 - Αγγελική (Wheeler's dwarf pittosporum, θάμνος),
 - Λικιδάμβραρη (*Liquidambar*, Sweetgum, δένδρο) και
 - Φράξο (*Fraxinus*, Raywood ash δένδρο)
- Τα φυτά είναι ώριμα (φυτοκάλυψη 100%), εκτεθειμένα πλήρως στον ήλιο και σε μεγάλες ταχύτητες ανέμου.



Παράδειγμα - Ανάλυση

- Όλα τα είδη έχουν μέσο k_s , υψηλό k_d λόγω 100% φυτοκάλυψης και ύπαρξης και των τριών ορόφων και υψηλό k_{mc} λόγω των ισχυρών ανέμων.
 - $k_s = 0.5$
 - $k_d = 1.2$
 - $k_{mc} = 1.3$
- $K_L = 0.5 \times 1.2 \times 1.3 = 0.78$



Πίνακες εκτίμησης

Μέγιστες ανάγκες φυτών σε νερό

Είδος φυτού	Μέγιστες ανάγκες σε νερό (mm/εβδομάδα)
Χλοοτάπητας	38-51
Φυτά εδαφοκάλυψης	13-25
Θάμνοι	25-38
Δένδρα	25-38
Τριαντάφυλλα	51
Ανθοκομικά (Ετήσια και πολυετή)	38-51
Λαχανικά	51



Πρακτικοί κανόνες στην Ελλάδα

- Αναφορές σχετικά με τις ανάγκες σε νερό που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα ως γενική λύση στο πλαίσιο εκπόνησης μελετών εγκατάστασης και συντήρησης πράσινου υπάρχουν στα ακόλουθα:
 - ΕΛΟΤ, Ελληνικές Προδιαγραφές τεχνικών έργων:
 - 10-06-02-01 Άρδευση φυτών
 - 10-06-02-02 Άρδευση χλοοτάπητα - Φυτών εδαφοκάλυψης - Χλοοτάπητα πρανών
 - ΓΓΔΕ, ΑΤΕΠ (Αναλυτικό τιμολόγιο έργων πράσινου)



ΕΛΟΤ, ΓΓΔΕ

<http://sate.gr/html/pdf/10-06-02-01.pdf>

- 10-06-02-01 Άρδευση φυτών, §3.6 Διάρκεια και συχνότητα άρδευσης:
 - *Η διάρκεια και η συχνότητα άρδευσης του φυτού με τη στάγδην άρδευση εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος του φυτού, τον τύπο του εδάφους, το κλίμα και την εποχή.*
 - *Ο μέσος όρος αναγκών σε νερό, τους καλοκαιρινούς μήνες, για μέσης σύστασης εδάφη και για φυτά ηλικίας μέχρι 3 ετών, έχει προσδιοριστεί σε **3-4lt/ημέρα** για τους θάμνους και σε **6-8lt/ημέρα** για τα δένδρα. Επομένως, με σταλάκτη παροχής 4lt και διάρκεια ποτίσματος 3 ώρες, η άρδευση επαναλαμβάνεται κάθε τρεις ημέρες.*



ΕΛΟΤ, ΓΓΔΕ

<http://sate.gr/html/pdf/10-06-02-01.pdf>

- 10-06-02-02 Άρδευση χλοοτάπητα - Φυτών εδαφοκάλυψης - Χλοοτάπητα πρανών, §3.7 Διάρκεια και συχνότητα άρδευσης:
 - *Η διάρκεια και η συχνότητα άρδευσης του χλοοτάπητα εξαρτάται από το είδος του χλοοτάπητα, τον τύπο του εδάφους, το κλίμα και την εποχή.*
 - *Ο μέσος όρος αναγκών σε νερό, τους καλοκαιρινούς μήνες, για μέσης σύστασης εδάφη, έχει προσδιοριστεί σε 5-6mm/ημέρα. Επομένως, με εκτοξευτήρα παροχής 500lt/h που ποτίζει 100m², η διάρκεια ποτίσματος πρέπει να είναι 1 ώρα και η άρδευση θα επαναλαμβάνεται κάθε ημέρα.*



ΓΓΔΕ, ΑΤΕΠ

- Τιμές εφαρμογής, εγκατάστασης & πράσινου, ΣΤ2. ΑΡΔΕΥΣΗ:
 - ΣΤ2.1. ΑΡΔΕΥΣΗ ΦΥΤΩΝ
 - Άρθρο ΣΤ2,1.1, ΑΡΔΕΥΣΗ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΒΥΤΙΟ: Η εργασία ποσότητα **15 lt ανά φυτό**.
 - Άρθρο ΣΤ2,1.2, ΑΡΔΕΥΣΗ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΒΥΤΙΟ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΡΙΤΕΥΟΝΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ & Άρθρο ΣΤ2.1.3 ΑΡΔΕΥΣΗ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΕΠΙΓΕΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΓΕΜΙΣΜΑ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΥΤΙΟ: Η εργασία ποσότητα **12 lt ανά φυτό**.
 - ΣΤ2.2. ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ
 - Άρθρο ΣΤ2.2.1 ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΜΕ ΒΥΤΙΟ & Άρθρο ΣΤ2.2.2 ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΜΕ ΠΑΡΟΧΕΣ: Η εργασία ποσότητα **5 m³ ανά στρέμμα**.
 - ΣΤ2.3. ΑΡΔΕΥΣΗ ΦΥΤΩΝ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ – ΜΕΣΗΜΒΡΙΑΝΘΕΜΟΥ
 - Άρθρο ΣΤ2.3.1 ΑΡΔΕΥΣΗ ΦΥΤΩΝ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ - ΜΕΣΗΜΒΡΙΑΝΘΕΜΟΥ ΜΕ ΒΥΤΙΟ: Η εργασία ποσότητα **5 m³ ανά στρέμμα**.
 - Άρθρο ΣΤ2.3.2 ΑΡΔΕΥΣΗ ΦΥΤΩΝ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ - ΜΕΣΗΜΒΡΙΑΝΘΕΜΟΥ ΜΕ ΠΑΡΟΧΕΣ: Η εργασία ποσότητα **4 m³ ανά στρέμμα**.
 - ΣΤ2.4. ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΠΡΑΝΩΝ
 - Άρθρο ΣΤ2.4.1 ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΠΡΑΝΩΝ ΜΕ ΒΥΤΙΟ: Η εργασία ποσότητα **5 m³ ανά στρέμμα**.
 - Άρθρο ΣΤ2.4.2 ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΠΡΑΝΩΝ ΜΕ ΠΑΡΟΧΕΣ: Η εργασία ποσότητα **4 m³ ανά στρέμμα**.



Πρόγραμμα άρδευσης στην υδροπονία



Μέθοδος κατάρτισης προγράμματος άρδευσης σε υδροπονία

- Τα υποστρώματα καλλιέργειας έχουν περιορισμένες δυνατότητες συγκράτησης υγρασία
- Έτσι μπορεί να απαιτούνται πολύ περισσότερες από μία αρδεύσεις την ημέρα ώστε το υπόστρωμα να μένει στην περιοχή του εύκολα διαθέσιμου νερού (ΕΔΝ)





Προγραμματισμός άρδευσης με βάση την συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας

- Αυτού του είδους ο αυτοματισμός –που βασίζεται στον κύριο παράγοντα που επηρεάζει την εξατμισοδιαπνοή- είναι δοκιμασμένος και παρέχει πολύ καλά αποτελέσματα .
- Ένα πυρανόμετρο τοποθετημένο εκτός του θερμοκηπίου (ώστε να μην επηρεάζεται από σκιάσεις του σκελετού ή του υλικού κάλυψης), μετρά την ηλιακή ακτινοβολία και ο υπολογιστής την ολοκληρώνει ως προς το χρόνο.
- Οι βασικές παράμετροι υπολογισμού –ποσότητα νερού (δόση) που θα εφαρμοστεί (IR) και συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας (συχνότητα) που σηματοδοτεί την έναρξη της άρδευσης (R_{G0}) υπολογίζονται με βάση τις ακόλουθες σχέσεις:



Προγραμματισμός άρδευσης με βάση την συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας

- Δόση άρδευσης:
$$IR = \frac{T_r}{(1 - dr/100)} E_i$$
- όπου: dr είναι το ποσοστό απορροής (%), E_i η αποτελεσματικότητα του συστήματος άρδευσης και T_r είναι η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (kg m^{-2}) η οποία μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (έχει αναπτυχθεί από την ομάδα του Σταθμού Βιοκλιματολογίας του Institute National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A.) στην Avignon της Γαλλίας και έχει δοκιμαστεί σε περιοχές της Μεσογειακής λεκάνης):
$$T_r = \zeta R_{G_0}$$
- όπου: R_{G_0} είναι το ολοκλήρωμα ως προς το χρόνο της ακτινοβολίας στο εξωτερικό του θερμοκηπίου (kJ m^{-2})



Προγραμματισμός άρδευσης με βάση την συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας

ζ ένας συντελεστής που μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$\zeta = K_c \tau \alpha / \lambda$$

Ημέρα	W/m ²			Wh/day
	8:00 & 16:00	10:00 & 14:00	12:00	
21/12	40	302	420	2256,32
21/1	136	393	567	
21/2	268	587	703	
21/3	390	587	798	
21/4	460	736	836	
21/5	482	748	842	
21/6	457	729	827	
21/7	385	672	779	5976,6
21/8	258	567	678	
21/9	136	442	558	
21/10	44	302	416	
21/11	19	243	357	

όπου: K_c είναι ο φυτικός συντελεστής, τ η περατότητα του καλύμματος του θερμοκηπίου στην ηλιακή ακτινοβολία (μέσος λόγος εισερχόμενης προς εξωτερική ακτινοβολία), α ο συντελεστής εξάτμισης ο οποίος εκφράζει το μέρος της ενέργειας της εισερχόμενης ηλιακή ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα μέσω της διαπνοής και λ είναι η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού (kJ kg^{-1})³⁵



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

