



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρδεύσεις – Στραγγίσεις έργων πρασίνου

Ενότητα 1 : Εισαγωγή στις αρδεύσεις - στραγγίσεις
Υδρολογικός κύκλος, Έδαφος

Δρ. Τσιρογιάννης Λ. Ιωάννης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων

Αρδεύσεις – Στραγγίσεις έργων πρασίνου

Ενότητα 1: Εισαγωγή στις αρδεύσεις – στραγγίσεις / Υδρολογικός κύκλος, Έδαφος

Δρ. Τσιρογιάννης Λ. Ιωάννης

Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



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



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγή στο μάθημα
- Παρουσίαση χώρων εκπαίδευσης και πηγών πληροφορίας
- Μάθημα και συζήτηση σχετικά με κλίμα / καιρό, υδρολογικό κύκλος, έδαφος, έργα άρδευσης και στράγγισης πράσινου



Περιεχόμενα ενότητας

- Παρουσίαση μαθήματος, στόχων, τρόπου εξέτασης κλπ.
- Παρουσίαση προτεινόμενων βιβλίων, πηγών πληροφοριών, βιβλιοθήκης ΤΕΙ (βιβλία, περιοδικά αρδεύσεων), eclass μαθήματος
- Κλίμα / καιρός, Υδρολογικός κύκλος, έδαφος
- Παρουσίαση πραγματικών έργων άρδευσης & στράγγισης πράσινου
- Εισαγωγή στην κατάρτιση μελετών συστημάτων άρδευσης



Άρδευση / Στράγγιση

- Για να μπορούν τα φυτικά σύνολα να ανταποκριθούν στο ρόλο τον οποίο καλούνται να διαδραματίσουν απαιτείται η διατήρηση στην περιοχή του εδάφους όπου αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα, κατάλληλων συνθηκών υγρασίας.
- Πολλές φορές η ίδια η φύση καλύπτει την απαίτηση αυτή μέσω της βροχής και της φυσικής αποστράγγισης.
- Όμως στις περισσότερες περιπτώσεις εγκατάστασης φυτεύσεων (είτε γεωργικών καλλιεργειών είτε έργων πράσινου) απαιτείται η τεχνητή προσθήκη (άρδευση) ή απομάκρυνση (στράγγιση) νερού.



Γενικοί ορισμοί

- Άρδευση είναι η τεχνητή παροχή νερού σε έδαφος ή άλλο υπόστρωμα με σκοπό την κάλυψη των σχετικών αναγκών των φυτών.
 - Στην αγροτική παραγωγή συνήθως χρησιμοποιείται σε ξηρές περιοχές ή και σε περιόδους περιορισμένης βροχόπτωσης, αλλά επίσης και για την προστασία των φυτών από τον παγετό. Ακόμη χρησιμοποιείται σε ειδικές εφαρμογές όπως η υδροπονία. Σκοπός είναι η διατήρηση της παραγωγής σε υψηλά επίπεδα.
 - Στην κηποτεχνία στόχος είναι η διατήρηση των φυτών σε τέτοιο επίπεδο ώστε να καλύπτουν τα αισθητικά και λειτουργικά κριτήρια χρήσης τους.



Άρδευση έργων πράσινου

- Ο στόχος της άρδευσης των έργων αστικού πράσινου είναι κυρίως η ανταπόκριση των φυτικών συνόλων σε προκαθορισμένες αισθητικές και λειτουργικές απαιτήσεις για τον κάθε χώρο καθώς και η θετική επίδραση του πράσινου στο μικροκλίμα της περιοχής (μείωση απαιτούμενης ενέργειας για ψύξη κτιρίων, δημιουργία ευχάριστων χώρων και διαδρομών για τους ανθρώπους κοκ).
- Όμως σε περιόδους ξηρασίας ο στόχος αυτός μπορεί να περιοριστεί στην απαίτηση για επιβίωση των φυτών με την ελάχιστη δυνατή χρήση νερού.



Υποδομές άρδευσης / στράγγισης

- Σχετικά με την κατασκευή υποδομών άρδευσης χρησιμοποιείται και ο όρος έγγειες βελτιώσεις.
- Σημαντικά έργα άρδευσης είναι η κατασκευή φραγμάτων, η κατασκευή λιμνοδεξαμενών, η κατασκευή αρδευτικών δικτύων διανομής και οι γεωτρήσεις.
- Οι εγγειοβελτιωτικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν, εκτός από τα έργα άρδευσης, τα αντιπλημμυρικά έργα, τα αποξηραντικά έργα, τις αναδασώσεις και τις ισοπεδώσεις/συστηματοποίηση εδαφών.



Συστήματα άρδευσης

Επιφανειακή:

Το νερό καλύπτει μεγάλο μέρος της υπό άρδευση έκτασης (λεκάνες, αυλάκια κοκ).



Συστήματα άρδευσης

Με καταγωνισμό:

- Το νερό διανέμεται με εκτοξευτήρες σε όλη την αρδευόμενη επιφάνεια.
- Εφαρμόζεται κυρίως για την άρδευση χλοοταπών, εδαφοκαλύψεων με μικρά ποώδη φυτά κλπ.



Συστήματα άρδευσης

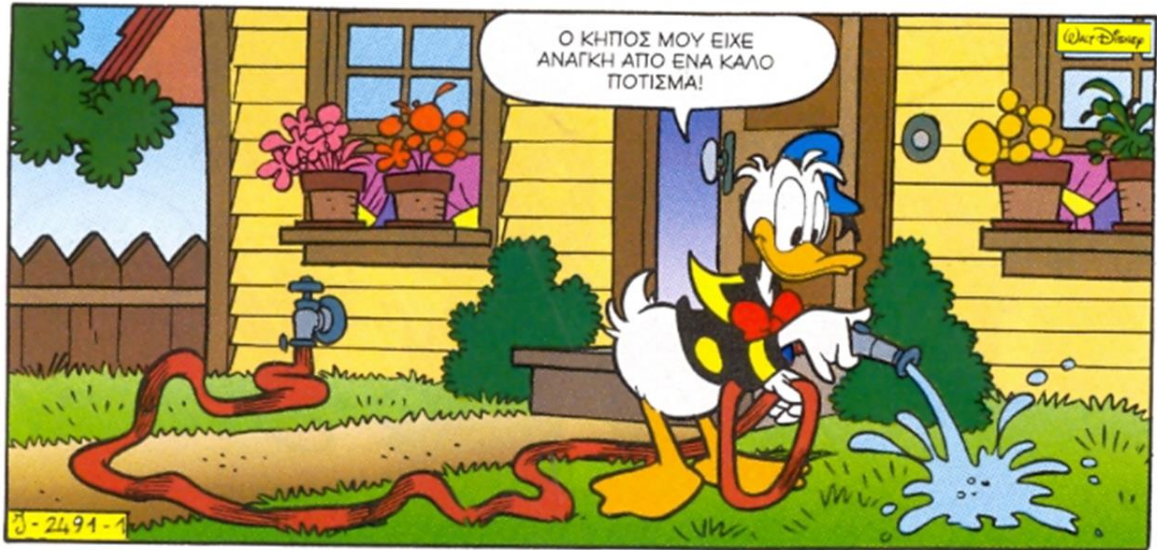
Μικροάρδευση/Τοπική άρδευση:

- Η διανομή του νερού γίνεται τοπικά (τοπική άρδευση) σε τμήμα της ριζόσφαιρας του φυτού, με τη χρήση σταλακτών μέσω επιφανειακής ή υπόγειας εγκατάστασης.
- Εφαρμόζεται για άρδευση δένδρων, θάμνων, ετήσιων φυτών, φυτών εδαφοκάλυψης ή χλοοταπήτων σε ειδικές περιπτώσεις - δεν πρέπει να βρέχονται γειτονικοί χώροι, υπάρχει έλλειψη νερού ή η ποιότητα αυτού είναι οριακή.

Σημ.: Η άρδευση με καταιωνισμό με μικροεκτοξευτήρες αντιμετωπίζεται ως παραλλαγή της τοπικής άρδευσης.

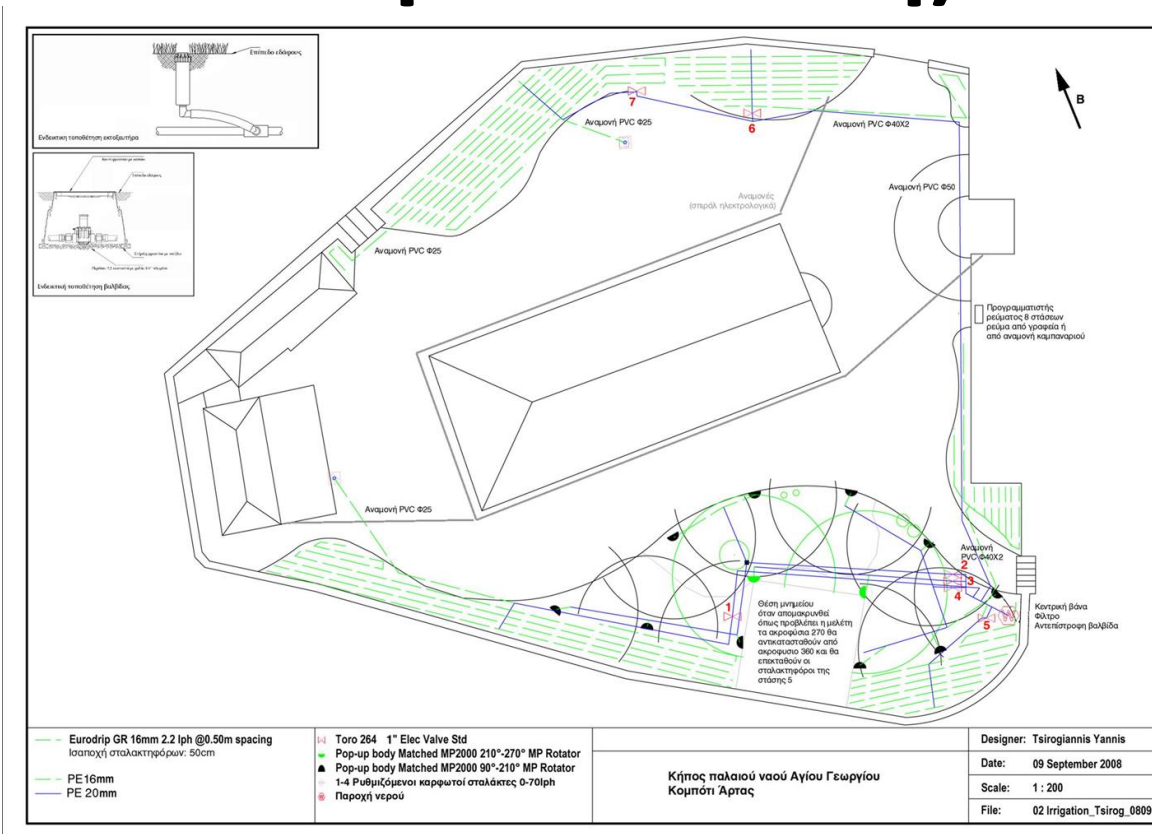
Παράμετροι σχεδιασμού

- Σύστημα κατανομής και διανομής νερού
- Πρόγραμμα άρδευσης
- Αυτοματισμοί





Σύστημα άρδευσης κήπου (σχέδιο & εγκατάσταση)



Σύστημα τεχνητής βροχής



Εγκατεστημένοι στατικοί αυτοανυψούμενοι υπόγειοι εκτοξευτήρες (pop up)



Σύστημα άρδευσης με στατικούς εκτοξευτήρες





Εγκατεστημένοι περιστρεφόμενοι αυτοανυψούμενοι υπόγειοι εκτοξευτήρες (pop up)





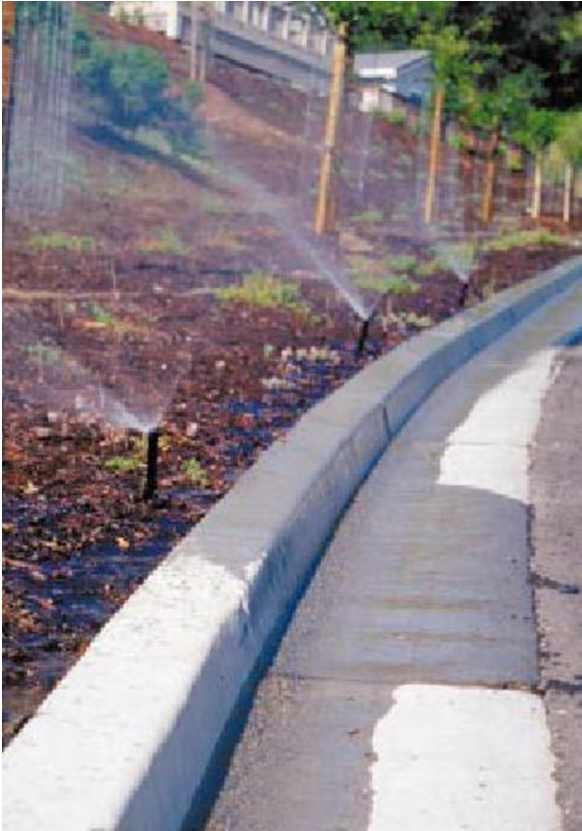
Σύστημα τεχνητής βροχής σε γήπεδο ποδοσφαίρου







Απώλειες, χαμηλή αποτελεσματικότητα



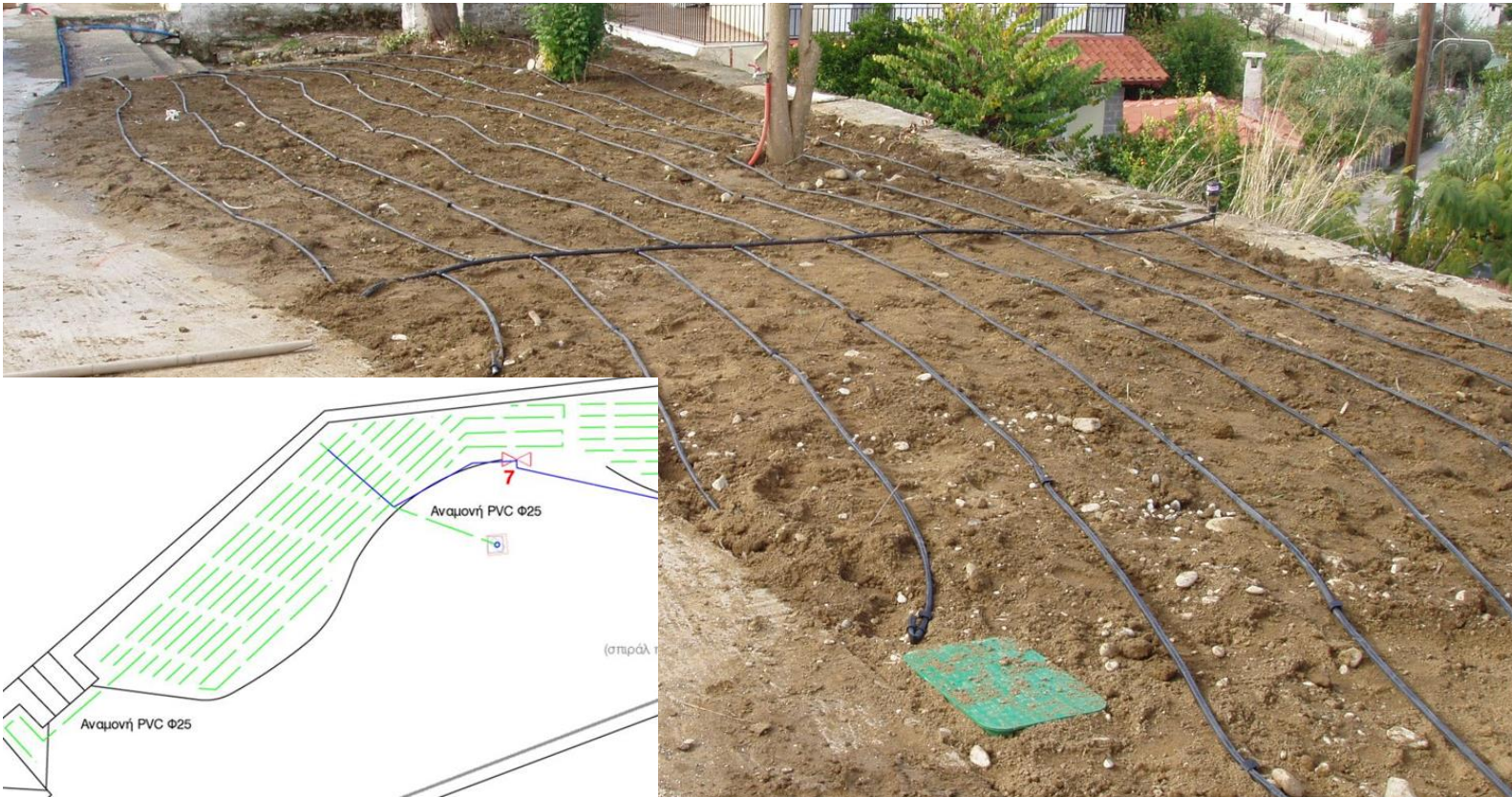


Εγκατεστημένο σύστημα στάγδην άρδευσης





Τμήμα στάγδην άρδευσης (σχέδιο & εγκατάσταση)





Εγκατάσταση συστήματος στάγδην άρδευσης





Σύστημα στάγδην άρδευσης σε παρτέρι



Σύστημα στάγδην άρδευσης





Σύστημα άρδευσης με μικροεκτοξευτήρες



Σύστημα υδροπονίας σε θερμοκήπιο





Σύστημα στάγδην άρδευσης σε κατακόρυφο κήπο





Οροφώκηπος με σύστημα υπόγειας άρδευσης



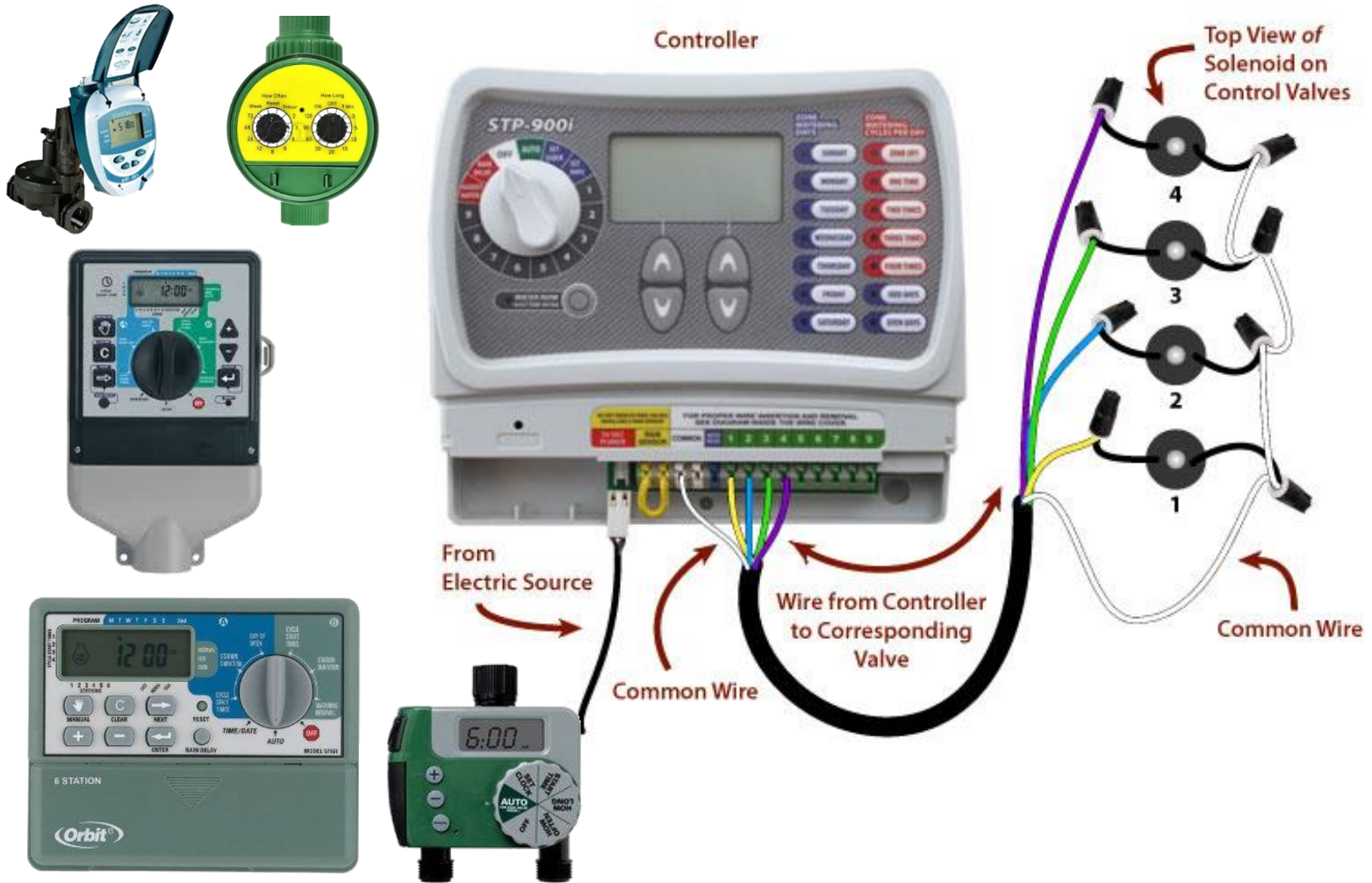


Εναλλακτικές πηγές νερού





Προγραμματιστές και αυτοματισμοί







Ενδεικτικές τιμές αποδοτικότητας εφαρμογής διαφόρων μεθόδων άρδευσης

Μέθοδος άρδευσης	Αποδοτικότητα εφαρμογής
Κατάκλιση (λεκάνες)	0.60 – 0.80
Περιορισμένη διάχυση (λωρίδες)	0.60 – 0.75
Αυλάκια	0.50 – 0.75
Καταιονισμός	0.60 – 0.80
Στάγδην	0.80 – 0.95

Εξαρτάται από το κλίμα (μέση μέγιστη θερμοκρασία θέρους):

- Για τα επίγεια:
 - $T > 32^{\circ}\text{C}$ $\text{IE}=85\%$
 - $21^{\circ}\text{C} < T < 32^{\circ}\text{C}$
 $\text{IE}=90\%$
 - $T < 21^{\circ}\text{C}$ $\text{IE}=95\%$
- Για τα υπόγεια:
 - πάντα 90%





Αποτελεσματικότητα χρήσης νερού

Water Use Efficiency

Συνθήκες ανάπτυξης	Χώρα	WUE (kg/m ³)
Ανοιχτός αγρός	Ισραήλ (έδαφος)	17
	Γαλλία (έδαφος)	14
Μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο	Ισπανία (έδαφος)	25
	Γαλλία (έδαφος)	24
	Ισραήλ (έδαφος)	33
Πλήρως ελεγχόμενο θερμ. Υδροπονία	Γαλλία (ανοιχτό)	39
	Ολλανδία (ανοιχτό)	45
	Ολλανδία (κλειστό)	66



Βασικά τμήματα αρδευτικού δικτύου

- Πηγή τροφοδοσίας (νερού, πίεσης) – Υδροληψία
- Κεντρική κεφαλή επεξεργασίας και ελέγχου νερού

Πρωτεύον Δίκτυο

- Αγωγός υδραγωγείου
- Εξοπλισμός ελέγχου και ασφάλειας υδραγωγείου

Δευτερεύον Δίκτυο

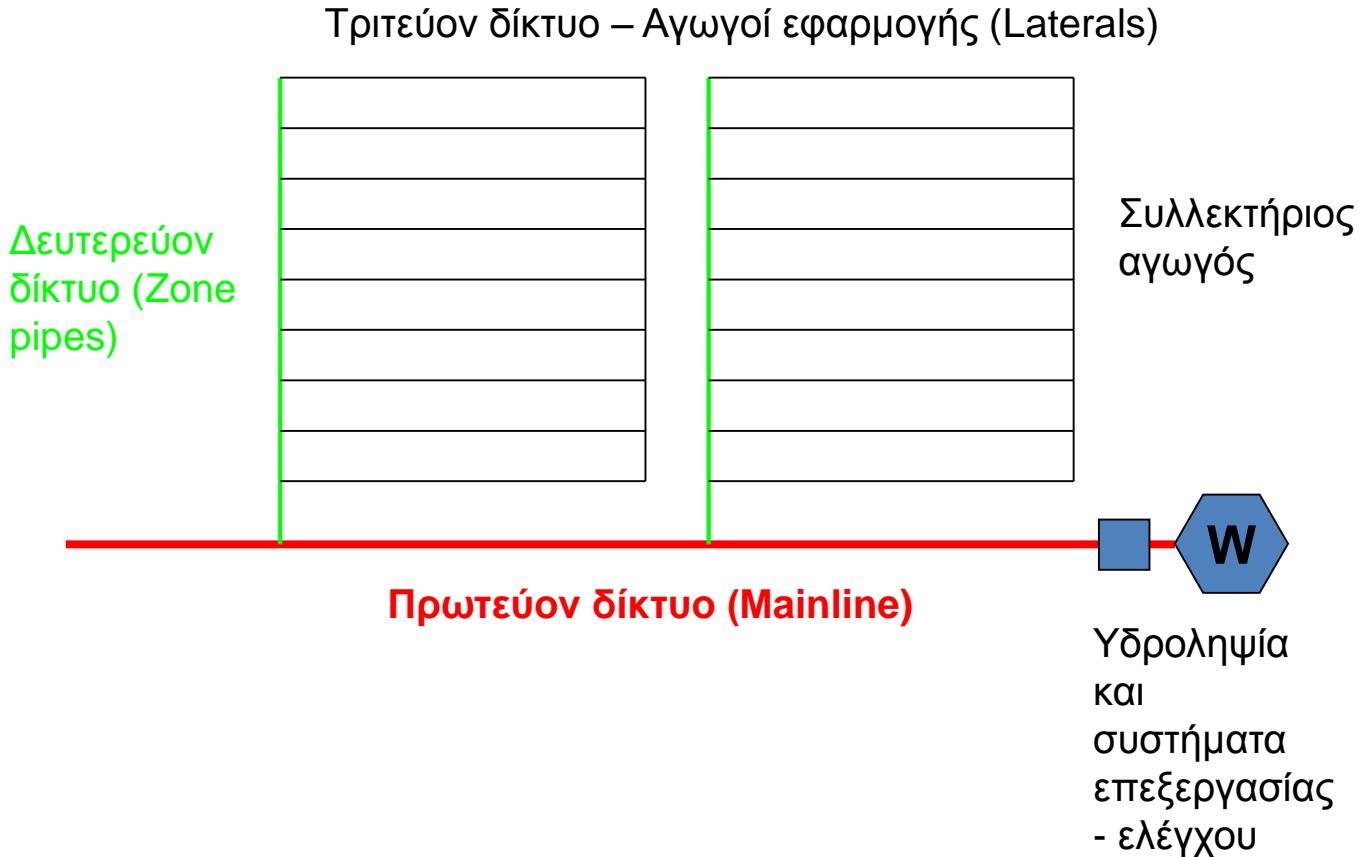
- Φρεάτια ελέγχου άρδευσης (ΦΕΑ) και αντίστοιχος εξοπλισμός (Κεφαλές ελέγχου άρδευσης)
- Εγκαταστάσεις προγραμματισμού και ελέγχου άρδευσης

Τριτεύον Δίκτυο

- Γραμμές μεταφοράς
- Αρδευτικές γραμμές (αγωγοί, σταλάκτες, σταλακτηφόροι, εκτοξευτήρες κλπ.)

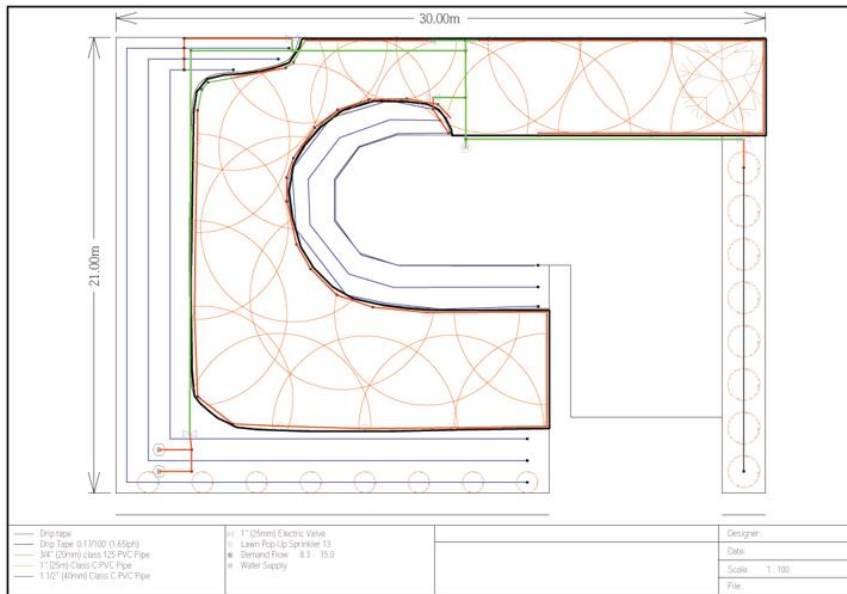


Τυπική διάταξη δικτύου





Μελέτη άρδευσης πράσινου



- Σε μικρά έργα η μελέτη άρδευσης αποτελεί συνήθως τμήμα της μελέτης φύτευσης.
- Σε μεγάλα έργα συντάσσεται ειδική μελέτη άρδευσης -ανεξάρτητα από τη μελέτη φύτευσης-.



Περιεχόμενα μελέτης

Στην περίπτωση
σύνταξης ανεξάρτητης
μελέτης άρδευσης
αυτή περιλαμβάνει:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΤΕΥΧΗ

- Τεύχος Τεχνικής Περιγραφής
- Τεύχος Υδραυλικών Υπολογισμών
- Τεύχος Σχηματικών Διατάξεων Φρεατίων
- Σχέδια Οριζοντιογραφίων
- Σχέδια Μηκοτομών
- Σχέδια Αντλιοστασίων
- Τεύχος Προμετρήσεων

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΕΥΧΗ

- Αναλυτικό Τιμολόγιο
- Προϋπολογισμός Μελέτης
- Προϋπολογισμός Αμοιβής Μελέτης



Νέες τεχνολογίες

Για τη βελτίωση διαχείρισης υδατικών πόρων:

- Υιοθέτηση εξελιγμένων συστημάτων διανομής για ελαχιστοποίηση διαρροών
- Επιλογή κατάλληλων καλλιεργειών / ποικιλιών
- Ανάπτυξη νέων διαδικασιών διαχείρισης αρδεύσεων
- Αποτελεσματική χρήση της βροχής
- Χρήση νερού που προέρχεται από επεξεργασία αποβλήτων
- Χρήση κλειστών συστημάτων (ανακύκλωση νερού)

Παραδείγματα

- επιφανειακή και υπόγεια στάγδην άρδευση
- διακοπτόμενη άρδευση
- χρήση ειδικών αισθητήρων και μεθόδων υπολογισμού για τον προγραμματισμό των αρδεύσεων



Κλίμα, Υδρολογικός κύκλος, Έδαφος, Φυτά και Νερό



Κλίμα

- Κλίμα είναι η μέση κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μια μεγάλη περιοχή για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 30 χρόνια).
- Η μέση αυτή κατάσταση καθορίζεται από τις μέσες τιμές και τις διακυμάνσεις των τιμών διαφόρων μετεωρολογικών παραμέτρων.
- Ως μετεωρολογικές παράμετροι χαρακτηρίζονται τόσο οι ιδιότητες της ατμόσφαιρας (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση), όσο και τα μετεωρολογικά φαινόμενα (βροχόπτωση, άνεμος, ηλιοφάνεια, νέφωση, ομίχλη).



Επίδραση του κλίματος

- Η επίδραση του κλίματος στη διαμόρφωση της βλάστησης σε ένα οικοσύστημα είναι καθοριστική, τις περισσότερες φορές η βλάστηση μίας περιοχής αποτελεί έκφραση του κλίματός της.
- Το ΜΤΚ (**μεσογειακού τύπου κλίμα**) απαντά γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου και τις δυτικές ακτές των ηπείρων (Καλιφόρνια, Χιλή, ΝΔ Αφρική, ΝΔ Αυστραλία).



ΜΤΚ (μεσογειακού τύπου κλίμα)

Τα κριτήρια για τον χαρακτηρισμό ενός κλίματος ως μεσογειακού τύπου (κατά Aschmann) είναι:

- ανώτερο όριο μέσου συνολικού ετήσιου ύψους βροχής 975 mm,
- περιοδικότητα βροχοπτώσεων, ώστε τουλάχιστον 65% του ετήσιου ύψους να παρατηρείται στο εξάμηνο Νοεμβρίου - Απριλίου και
- διάρκεια εμφάνισης παγετού μικρότερη από 3% για όλο το χρόνο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου κλίματος είναι οι χειμερινές βροχοπτώσεις, η θερινή ξηρασία, η σχετικά μεγάλη διακύμανση του ετήσιου ύψους των βροχοπτώσεων, το ήπιο έως θερμό καλοκαίρι (με έντονη ηλιακή ακτινοβολία) και ο ψυχρός χειμώνας.



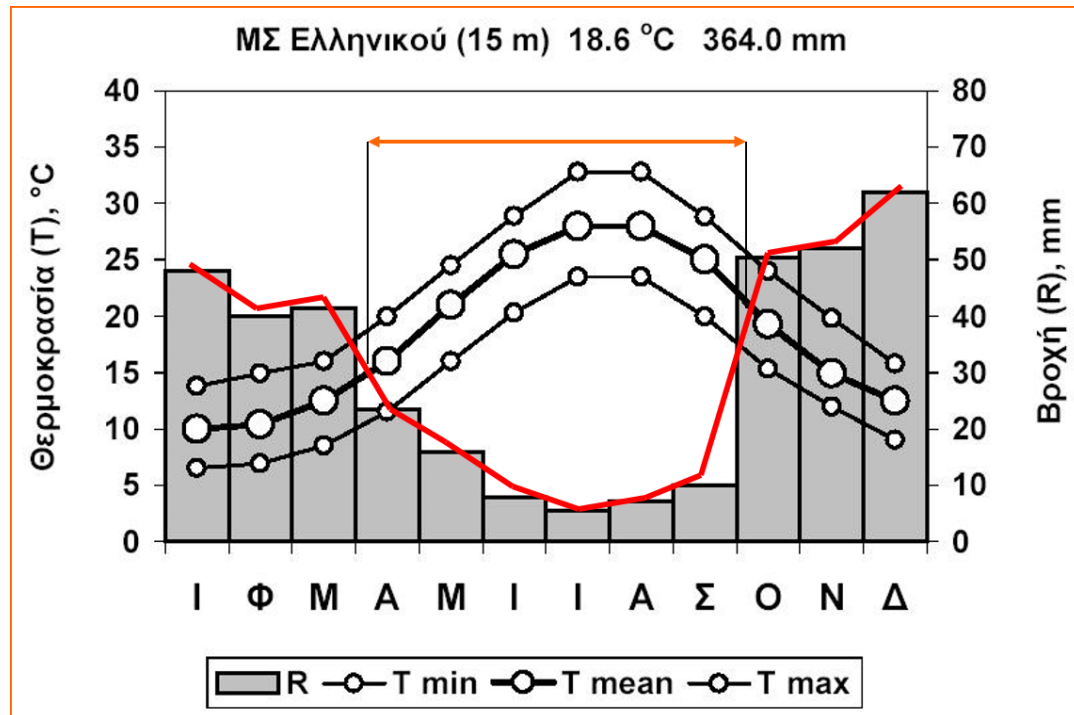
Ομβροθερμικό διάγραμμα

- Για την περιγραφή των κλιματικών παραγόντων της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας και για τη διάκριση των διαφόρων βλαστητικών περιοχών της γης με βάση τους παράγοντες αυτούς, χρησιμοποιείται το ομβροθερμικό διάγραμμα.
- Ένα ομβροθερμικό διάγραμμα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
 - στην τετμημένη του βρίσκονται οι μήνες του έτους,
 - στην μία τεταγμένη οι μηνιαίες βροχοπτώσεις R σε mm και
 - στην άλλη οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες T σε $^{\circ}\text{C}$.
- Η κλίμακα του άξονα των βροχοπτώσεων είναι διπλάσια από αυτήν των θερμοκρασιών ($R=2T$).
- Με την ένωση των σημείων των μηνιαίων βροχοπτώσεων σχηματίζεται η καμπύλη βροχοπτώσεων και με την ένωση των σημείων των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών η καμπύλη των θερμοκρασιών.



Τα δύο σημεία τομής των καμπυλών δείχνουν τη χρονική στιγμή όπου $R=2T$. Το διάστημα όπου $R < 2T$ ονομάζεται ξηροθερμική περίοδος και σύμφωνα με τις θεωρίες των Bagnouli-Gaussen τα φυτά υποφέρουν κατά την περίοδο αυτή. ($R=2T$, π.χ. στους 5°C αντιστοιχούν τα 10mm βροχής)

$R=2T$, π.χ. στους 5°C αντιστοιχούν τα 10mm βροχής







Πληροφορίες και δεδομένα

- Βιβλία σχετικά με το κλίμα
- Δομές συγκέντρωσης δεδομένων:
- Εθνική μετεωρολογική υπηρεσία (www.hnms.gr): κλιματικά δεδομένα στο διαδίκτυο αλλά και δυνατότητα παροχής δεδομένων από μετεωρολογικούς σταθμούς)
- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (<http://www.noa.gr/>, <http://www.meteo.gr/>)
- Άμεση καταγραφή

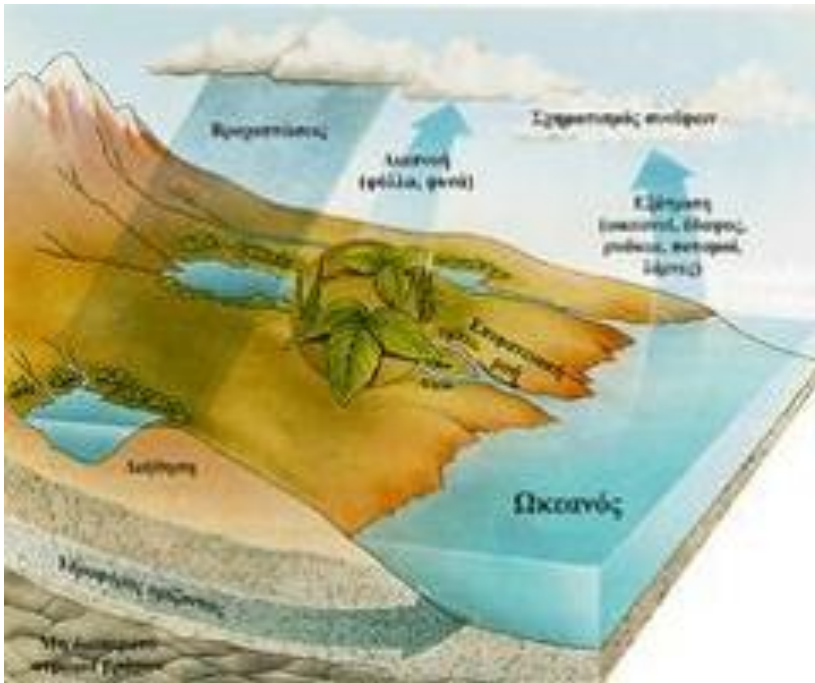


Υδρολογικός κύκλος

- Η μάζα της υδρόσφαιρας είναι σχεδόν σταθερή σε όλες τις μετεωρολογικές χρονικές κλίμακες, εκτός ίσως από εκείνες που σχετίζονται με πολύ αργές κλιματικές αλλαγές. Όμως, μέσα στην υδρόσφαιρα γίνεται μια πολύ πιο γρήγορη κίνηση του νερού
- Με τον όρο "υδρολογικό κύκλο" εννοούμε τη γενική κίνηση της υδάτινης μάζας σε όλες της τις φάσεις και από όλους τους δυνατούς δρόμους



Υδρολογικός κύκλος



Σημαντικά συστατικά του υδρολογικού κύκλου θεωρούνται:

- η εξατμισοδιαπνοή,
- η βροχή και
- η αποθήκευση νερού στην επιφάνεια του εδάφους και μέσα σ' αυτό (λίμνες, κοιτάσματα νερού) καθώς και
- η οριζόντια μεταφορά του νερού από ή προς μία περιοχή (ποτάμια)

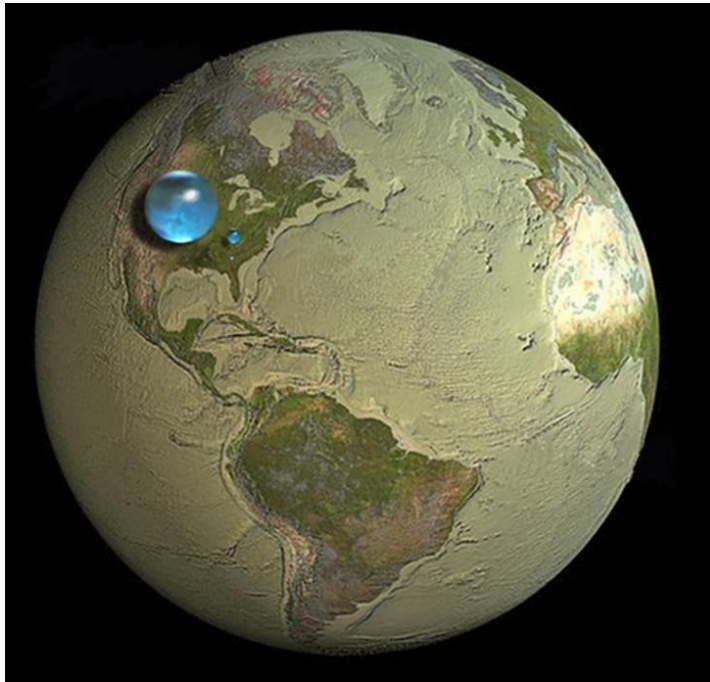


Ο υδρολογικός κύκλος





Παγκόσμια κρίση νερού



- 97% αλμυρό νερό, 2% γλυκό νερό σε παγόβουνα, 1% άμεσα διαθέσιμο γλυκό νερό
- Παγκόσμια: 69% αγροτικός τομέας, 21% ύδρευση, 10% βιομηχανία
- Παγκόσμια, κάθε 20 χρόνια, η χρήση του νερού διπλασιάζεται.
- Σε αναπτυγμένες χώρες για κάθε διπλασιασμό στον πληθυσμό, η κατανάλωση του νερού πολλαπλασιάζεται κατά 8 φορές



και για όσους νομίζουν ότι δεν τους αφορούν αυτά...





Παγκόσμια κρίση νερού και κάποιες λύσεις

Επιλογές	Πλεονέκτημα	Μειονέκτημα
Χρέωση της πραγματικής αξίας του νερού	Άμεση μείωση της κατανάλωσης	Μειώνει την παραγωγικότητα και την ανταγωνιστικότητα της χώρας
Χρήση του νερού βροχής και άλλων εναλλακτικών πηγών	Νέα πηγή νερού και καλό για τα φυτά σε ορισμένες περιπτώσεις	Είναι σχετικά ακριβή η εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα
Αφαλάτωση του θαλασσινού νερού	Μεγάλη και νέα πηγή νερού.	Είναι ακριβό και αφήνει παραπροϊόντα που μπορεί να βλάπτουν το περιβάλλον
Βελτίωση του δικτύου	Φέρνει άμεσα αποτελέσματα. Στις ΗΠΑ 24% του διαθέσιμου νερού χάνεται σε διαρροές στις σωληνώσεις. Στην Ιορδανία 60%.	Απαιτεί την συνεργασία πολλών δήμων και είναι ακριβό.
Φύτευση ντόπιων φυτών που έχουν χαμηλότερη ανάγκη άρδευσης.	Μειώνει την κατανάλωση νερού και φαρμάκων μακροπρόθεσμα.	Μικρότερη ποικιλία φυτών διαθέσιμη στους σχεδιαστές.
Αποδοτική άρδευση και νέες τεχνολογίες	Άμεσα αποτελέσματα και μπορεί να εφαρμοστεί σε στάδια	Για να είναι αποτελεσματικό στο μέγιστο βαθμό χρειάζεται και τα τέσσερα στάδια. Καλή σχεδίαση, αποδοτικά προϊόντα άρδευσης, σωστή εγκατάσταση και σωστή χρήση / συντήρηση



- Στην Ελλάδα το 80% των υδατικών πόρων χρησιμοποιείται για άρδευση
- Υπάρχει ανάγκη δράσεων για την αποτελεσματικότερη χρήση του νερού (Οδηγία 2000/60/ΕΚ)



WFD 2000/60/EC (στην Ελλάδα νόμος από το 2003 με ορίζοντα υλοποίησης έως 2015)

Οδηγία 2000/60/ΕΕ
**Σχέδιο διαχείρισης των
Λεκανών Απορροής Ποταμών
του Υδατικού Διαμερίσματος
Ηπείρου**



Έδαφος

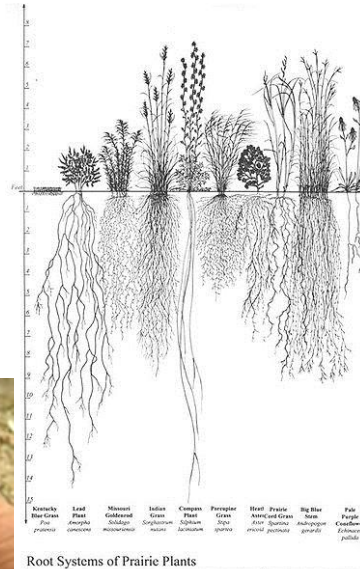
Έδαφος



- Το έδαφος είναι το ανώτατο στρώμα του φλοιού της γης, δηλαδή το επιφανειακό στρώμα σε πάχος καλλιεργήσιμο 35 ως 50 πόντους.
- Το κάτω από το έδαφος στρώμα λέγεται υπέδαφος. Το υπέδαφος φτάνει στο 1,5 ως 2 μ., ως εκεί δηλαδή που προχωρούν οι ρίζες των φυτών και μπορεί να γίνει γεωργική εκμετάλλευσή του.



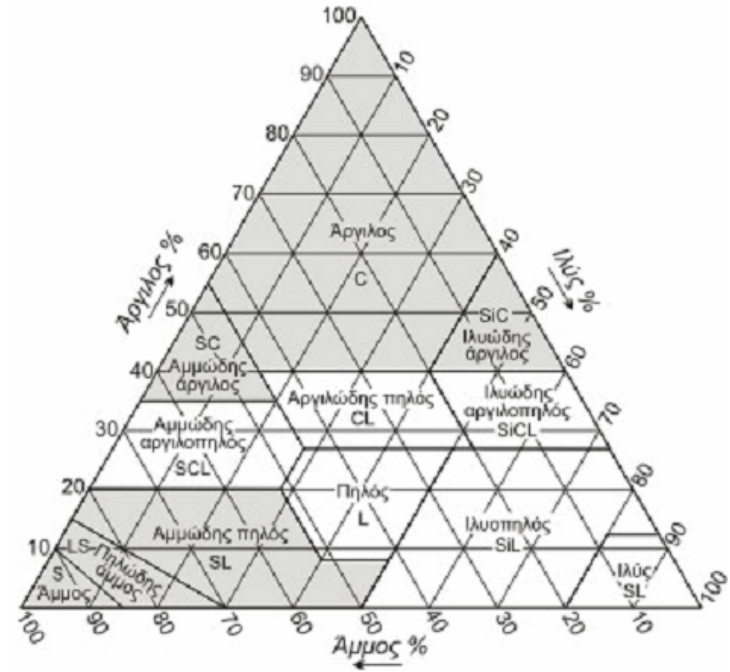
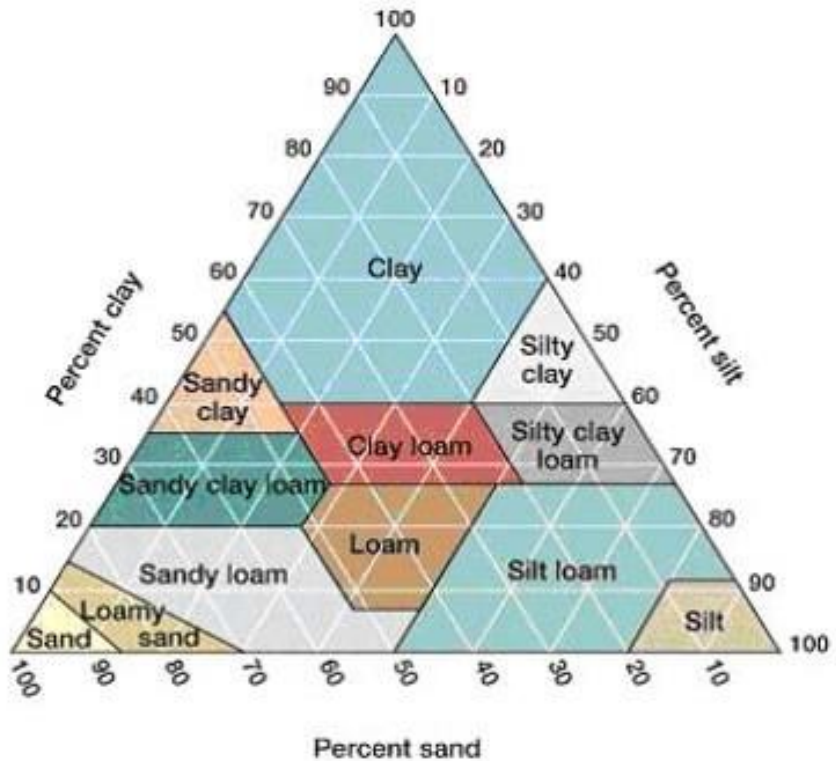
Ρίζες



- Η κατανομή των ριζών στο έδαφος εξαρτάται από το είδος του φυτού, την χωρική και εποχική διαθεσιμότητα νερού και θρεπτικών συστατικών καθώς και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους.
- Η τυπική κατάσταση είναι οι περισσότερες ρίζες να βρίσκονται σχετικά κοντά στην επιφάνεια.
- Οι βαθύτερες ρίζες βρίσκονται συνήθως σε έρημους (η πιο βαθιά ρίζα που έχει καταγραφεί είναι 60m).



Τρίγωνο μηχανικής σύστασης εδαφών





Κατάταξη εδάφους με βάση την αφή

Η κατηγορία στην οποία ανήκει ένα έδαφος μπορεί να προσεγγιστεί και πρακτικά με την αίσθηση αφής που δίνει.

Ακολουθήστε τις παρακάτω οδηγίες:

1. Φτιάχνετε ένα βόλο εδάφους (από μία κουταλιά της σούπας εδάφους) ξεκινώντας όπως είναι και προσθέτοντας αν χρειαστεί και 4-6 σταγόνες νερό.
2. Πλάθετε το βόλο με το δείκτη και τον αντίχειρα και παρατηρείτε την αίσθηση και το βαθμό τραχύτητας άμμου.
3. Πιέζετε δυνατά το βόλο με τα ίδια δάκτυλα και μετά τα ξεχωρίζετε αργά, παρατηρώντας την τάση συγκόλλησης που προκαλείται από την άργιλο,
4. προσθέτεται δύο σταγόνες νερό και καθώς προσπαθείτε να τον πλάσετε ξανά και παρατηρείτε τη σαπωνοειδή αίσθηση που αφήνει η άργιλος.



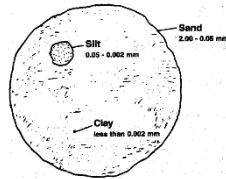
Κατάταξη με βάση την αφή

Τυπος εδαφους	Χαρακτηριστικα
Ελαφρύ (αμμώδες)	<ol style="list-style-type: none">1. Αν προσπαθήσουμε να το πλάσουμε ενώ είναι ξηρό για να φτιάξουμε ένα βόλο, θα αποτύχουμε και αν σταματήσουμε το πλάσιμο θα διαλυθεί. Αν το πλάσουμε ενώ είναι υγρό θα σχηματίσει εύθρυπτο βόλο.2. Οι κόκκοι γίνονται άμεσα αισθητοί με την αφή. Δίνει την αίσθηση χαλαρού εδάφους.
Μέσο (πηλώδες)	<ol style="list-style-type: none">1. Αν προσπαθήσουμε να το πλάσουμε ενώ είναι υγρό θα σχηματίσει βόλο που δεν σπάει εύκολα.2. Στην αφή είναι απαλό με κάπως αμμώδη υφή. Είναι μαλακό και εύπλαστο.
Βαρύ (αργιλώδες)	<ol style="list-style-type: none">1. Σχηματίζει σκληρούς βόλους όταν είναι ξηρό. Αν προσπαθήσουμε να το πλάσουμε ενώ είναι υγρό κολλά και είναι αρκετά εύπλαστο.2. Όταν πιέσουμε το υγρό βόλο ανάμεσα στα δάκτυλα σχηματίζει μία εύκαμπτη ταινία. Έχει την τάση να κρατά τα δάκτυλα ενωμένα.3. Δίνει σαπωνοειδή αίσθηση στα δάκτυλα όταν πλάθεται.



Μηχανική σύσταση

Η μηχανική σύσταση ή υφή του εδάφους προσδιορίζεται από το μέγεθος των τεμαχιδίων ή κόκκων του εδάφους

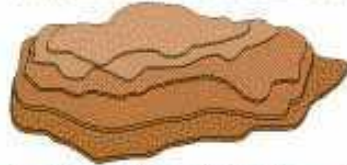




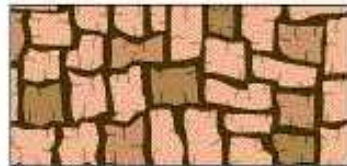
Δομή εδάφους



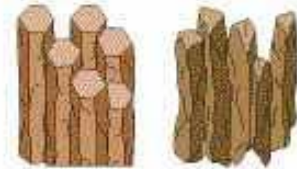
Crumb or granular



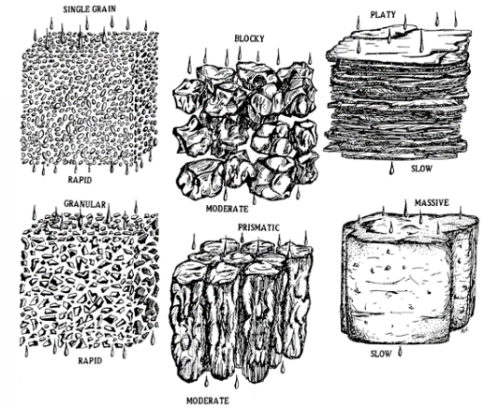
Platy



Blocky



Prismatic or columnar





Φυσικές παράμετροι εδάφους

Το πορώδες καθορίζεται από την υφή, τη δομή και το οργανικό περιεχόμενο του εδάφους

- Πραγματικό ειδικό βάρος
- Φαινόμενο ειδικό βάρος
- Πορώδες
- Βάθος



Εδαφική υγρασία



Εδαφική υγρασία

• Ταξινόμηση εδαφική υγρασίας:

- Ελεύθερο νερό ή νερό βαρύτητας
- Τριχοειδές νερό
- Υγροσκοπικό νερό
- Νερό σε αέρια κατάσταση

• Έκφραση εδαφικής υγρασίας:

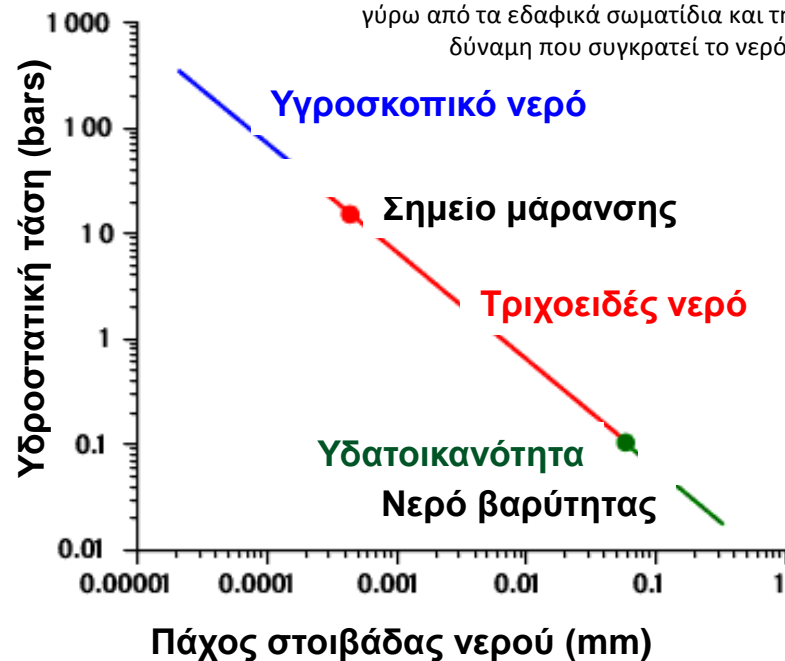
- Κατά βάρος
- Κατά όγκο

• 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.

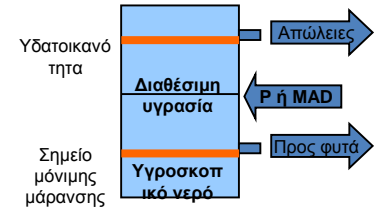


Προσοχή οι ρίζες θέλουν και αέρα!



Εδαφική υγρασία

Τύπος εδάφους (κατηγορία κοκκομετρικής σύστασης)	θ FC	θ WP	(θ FC - θ WP)
	m ³ /m ³	m ³ /m ³	m ³ /m ³
Αμμώδες (Sand)	0,07 - 0,17	0,02 - 0,07	0,05 - 0,11
Πηλοαμμώδες (Loamy sand)	0,11 - 0,19	0,03 - 0,10	0,06 - 0,12
Αμμοπηλώδες (Sandy loam)	0,18 - 0,28	0,06 - 0,16	0,11 - 0,15
Πηλώδες (Loam)	0,20 - 0,30	0,07 - 0,17	0,13 - 0,18
Ιλοοπηλώδες (Silt loam)	0,22 - 0,36	0,09 - 0,21	0,13 - 0,19
Ιλυώδες (Silt)	0,28 - 0,36	0,12 - 0,22	0,16 - 0,20
Ιλοαργιλοπηλώδες (Silt clay loam)	0,30 - 0,37	0,17 - 0,24	0,13 - 0,18
Ιλοαργιλώδες (Silty clay)	0,30 - 0,42	0,17 - 0,29	0,13 - 0,19
Αργιλώδες (Clay)	0,32 - 0,40	0,20 - 0,24	0,12 - 0,20

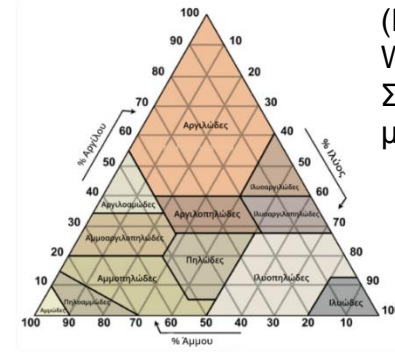
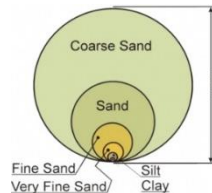
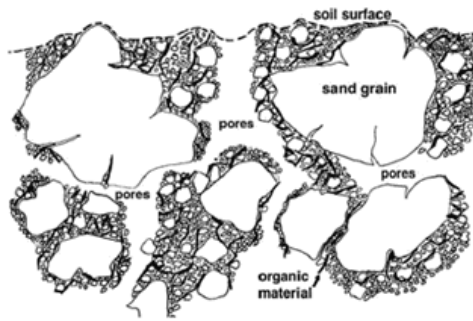


θ ή VWC
Κατ'όγκο υγρασία
Volumetric water content
% v/v

FC:
Field Capacity
Υδατοικανότητα

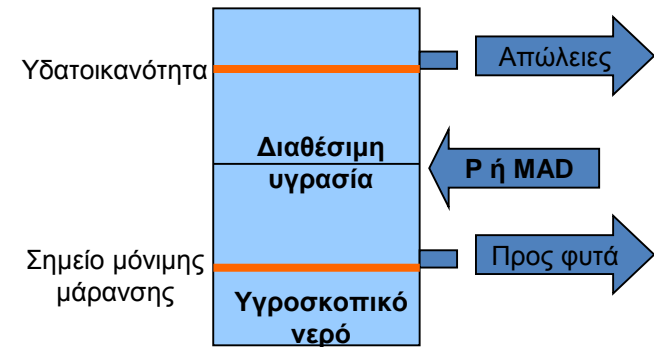
PWP ή WP:
(Permanent) Wilting point
Σημείο (μόνιμης) μάρανσης

Soil type (USA Soil Texture Classification) FAO paper56





Εδαφική Υγρασία



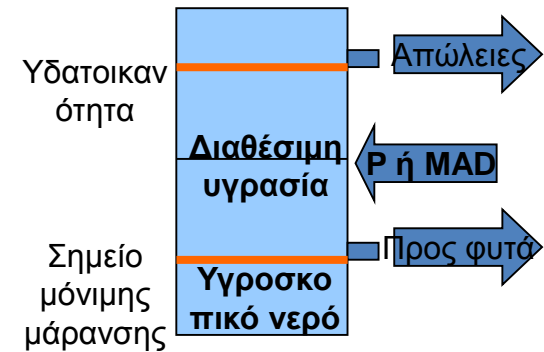
Μηχανική σύσταση εδάφους	Εφ, Φαινόμενο βάρος gr/cm^3	Υδατοικανότητα (% Ξηρού βάρους εδάφους)	Σημείο μάρανσης (% Ξηρού βάρους εδάφους)	Τελική ταχ. διήθησης (mm/h)
Άμμος (Sand)	1,65	6	4	50
Πηλός (Loam)	1,40	22	10	13
Άργιλος (Clay)	1,25	35	17	5



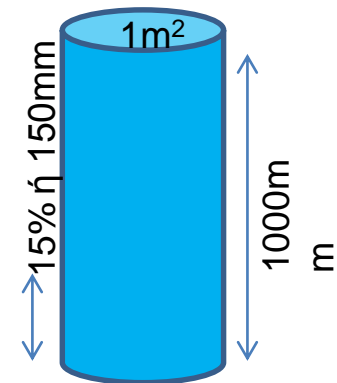
Εδαφική Υγρασία

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

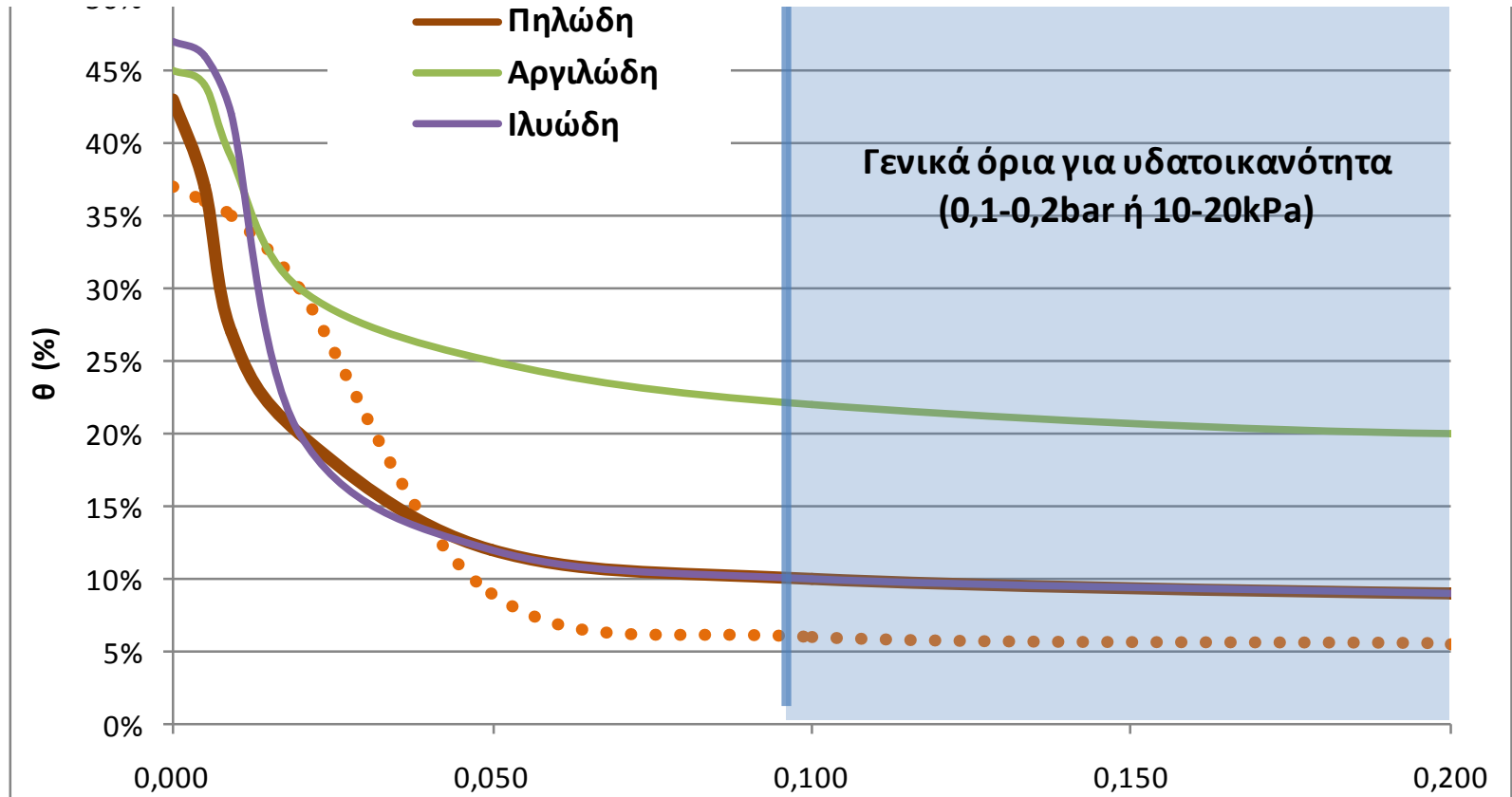


- Εκτός από % $m^3 m^{-3}$ είναι πιθανό να βρείτε την εδαφική υγρασία εκφρασμένη σε mm (/m βάθους εδάφους).



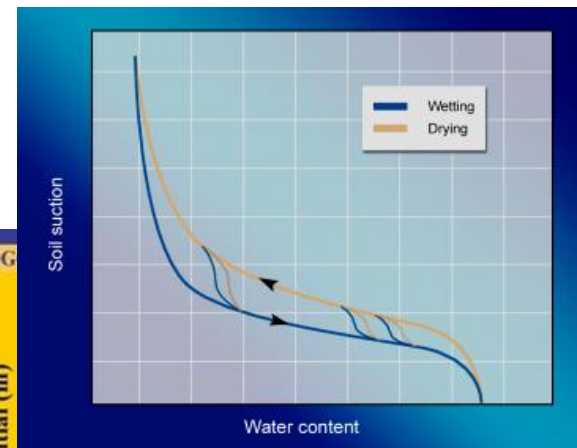
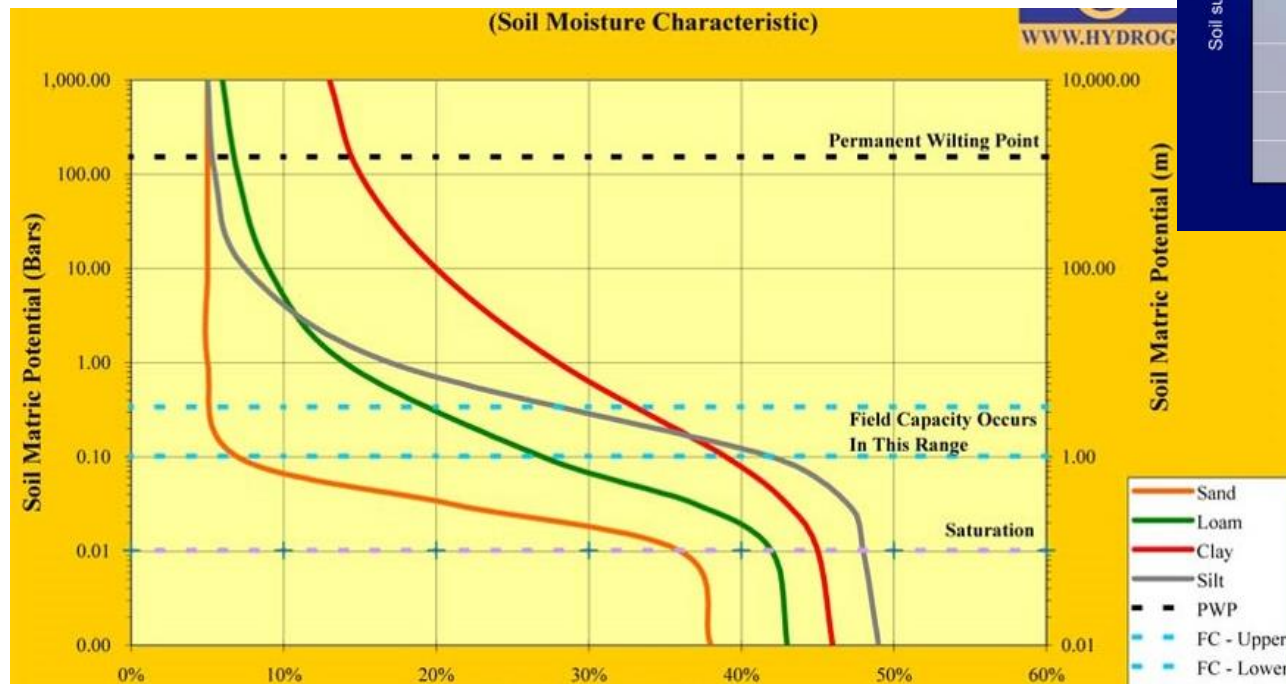


Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας





Υστέρηση

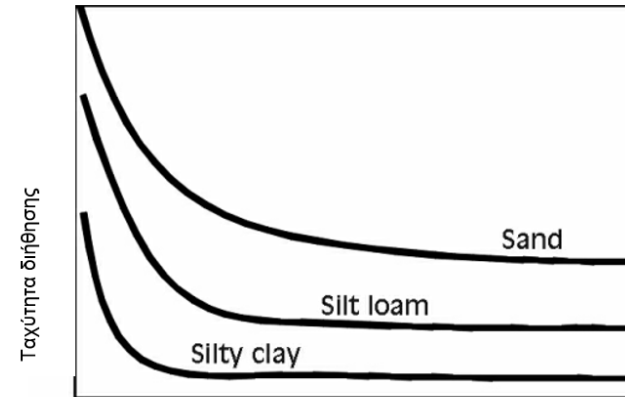


Πηγή: http://echo2.epfl.ch/VICAIRE/mod_3/chapt_4/main.htm

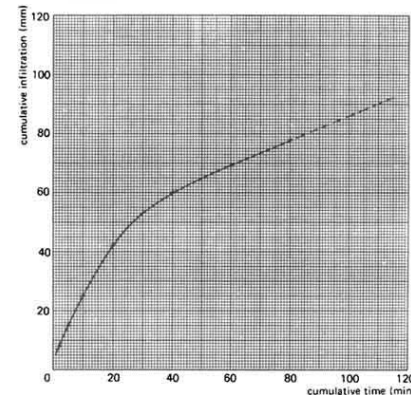


Διήθηση νερού στο έδαφος

- Κίνηση από την επιφάνεια προς το εσωτερικό του εδάφους:
ρυθμός διήθησης (infiltration rate) ή διήθηση ($if = dQ/dt$),
τελική ταχύτητα διήθησης (if)



Ώρες από την έναρξη της άρδευσης





Διηθητικότητα εδάφους

Τα ελαφρότερα εδάφη (coarse textured soils) έχουν μεγαλύτερους πόρους από τα βαριά εδάφη (fine-grained soils) και έτσι επιτρέπουν σε περισσότερο νερό να ρέει.

Η ταχύτητα διήθησης συνήθως ελαττώνεται γρήγορα κατά την αρχή της διαβροχής και φτάνει σε μία σταθερή τιμή μετά από κάποιο χρόνο (της τάξης ωρών), αυτό συμβαίνει γιατί:

- Το γέμισμα των μικρών πόρων στην επιφάνεια του εδάφους με νερό μειώνει την δυνατότητα των τριχοειδών δυνάμεων να μεταφέρουν ενεργά νερό εντός του εδάφους.
- Καθώς το έδαφος υγραίνεται τα σωματίδια της αργίλου απορροφούν νερό και διαστέλλονται με αποτέλεσμα να μειώνεται το μέγεθος των πόρων.
- Η πρόσκρουση του νερού στο έδαφος σπάει τα μεγαλύτερα εδαφικά σωματίδια σε μικρότερα τα οποία φράζουν τους πόρους του εδάφους



Κίνηση νερού στο έδαφος

Η κίνηση του νερού στο έδαφος τόσο σε κορεσμένο όσο και ακόρεστο σε υγρασία έδαφος διέπεται από το νόμο του Darcy:

$Q = -K(\Delta H/L)A$ όπου

- Q : η ροή ή παροχή του νερού (cm^3/h)
- ΔH : η διαφορά δυναμικού (διαφορά πίεσης) μεταξύ δύο σημείων όπου λαμβάνει χώρα η κίνηση (cm στήλης νερού)
- L : η απόσταση των δύο σημείων (cm)
- K : η υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους (cm/h)
- A : η διατομή του εδάφους (cm^2)



Υποστρώματα υδροπονίας



Υποστρώματα υδροπονίας

Κοκκομετρική κατανομή

Υδατοικανότητα φυτοδοχείου

- ισούται με την μέγιστη περιεκτικότητα (%) ενός υποστρώματος σε υγρασία σε συνθήκες ανεμπόδιστης στράγγισης. Συμβατικά η Θ_{cc} λαμβάνεται ίση με την περιεκτικότητα του υποστρώματος σε υγρασία (με βάση την Χ.Κ.Υ.) σε μύζηση 10 cm στήλης νερού (1 kPa).

Εύκολα διαθέσιμο νερό

- η διαφορά μεταξύ της περιεκτικότητας ενός υποστρώματος σε υγρασία σε 10 και 50 cm στήλης νερού (1 και 5 kPa, αντίστοιχα).

Ρυθμιστικό νερό

- η διαφορά μεταξύ της περιεκτικότητας ενός υποστρώματος σε υγρασία σε 50 και σε 100 cm στήλης νερού (5 και 10 kPa, αντίστοιχα).

Δύσκολα διαθέσιμο νερό

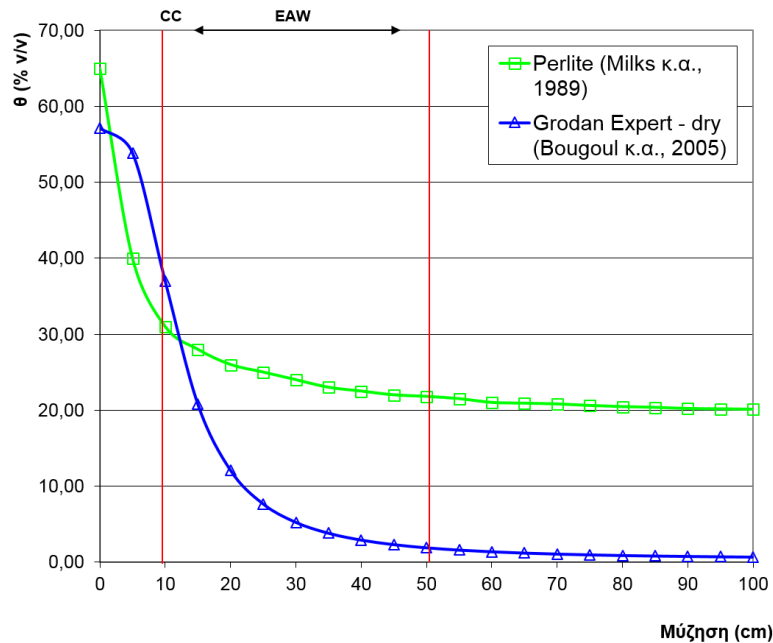
- η διαφορά μεταξύ της περιεκτικότητας σε υγρασία σε 100 και σε 15.000 cm στήλης νερού (10 και 1500 kPa, αντίστοιχα).

Μη διαθέσιμο νερό

- εκατοστιαία περιεκτικότητα σε νερό που συγκρατείται με μύζηση μεγαλύτερη από 15.000 cm (1500 kPa 1,5 MPa 15 At)



Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας σε υποστρώματα υδροπονίας



- Ο πετροβάμβακας μπορεί να κρατήσει περισσότερο νερό από τον περλίτη (FC φυτοδοχείου -10cm)
- Ο περλίτης συγκρατεί ισχυρότερα το νερό όμως και έτσι η διαφορά όσο αφορά το εύκολα διαθέσιμο νερό είναι ακόμη μεγαλύτερη
- Επομένως ο περλίτης απαιτεί συχνότερα ποτίσματα

10 cm στήλης νερού = 1 kPa = 0,01bar



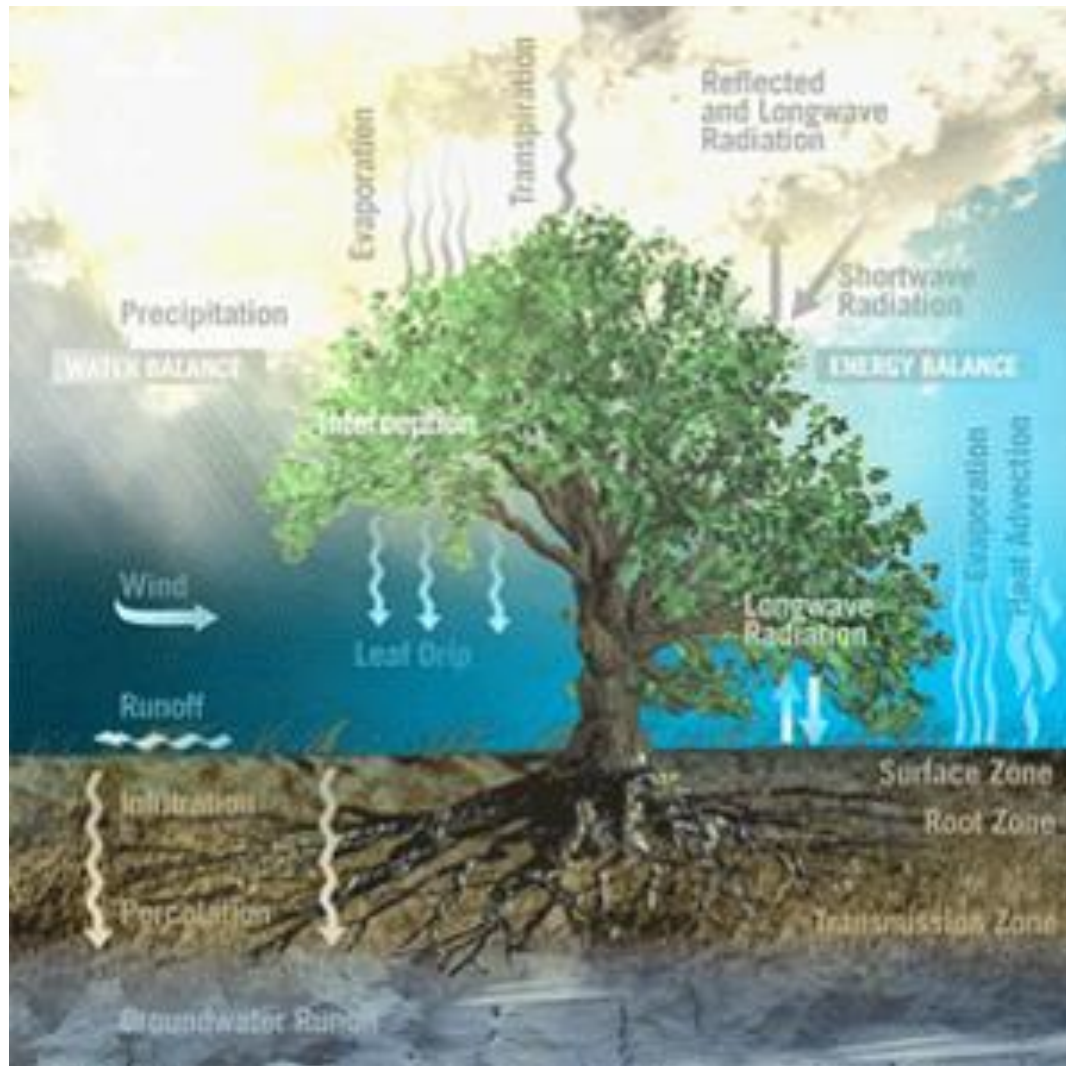
Υποστρώματα υδροπονίας

	Πετροβάμβακας	Περλίτης
Υδατοικανότητα φυτοδοχείου 10 cm στήλης νερού (1 kPa)	51%	33%
Εύκολα διαθέσιμο νερό περιεκτικότητα μεταξύ 10 και 50 cm στήλης νερού (1 και 5 kPa).	$51 - 5 = 46\%$	$33 - 26 = 7\%$
Ρυθμιστικό νερό περιεκτικότητα μεταξύ 50 και 100 cm στήλης νερού (5 και 10 kPa)	$5 - 3 = 2\%$	$26 - 24 = 2\%$





Συνεχές έδαφος – ρίζες – ατμόσφαιρα





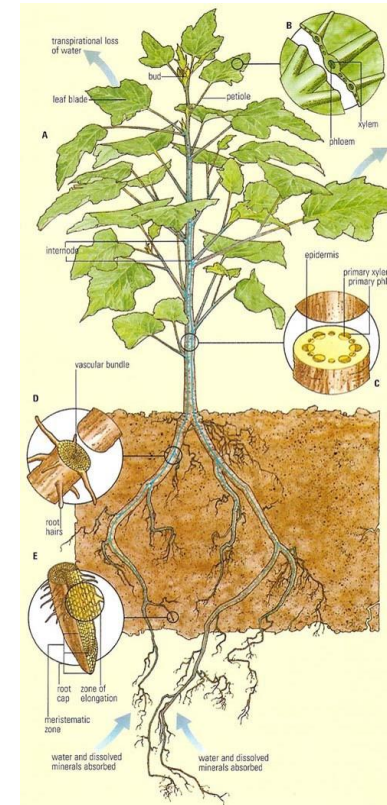
Κίνηση νερού

Έδαφος – Φυτό - Ατμόσφαιρα

Το νερό εισέρχεται στα φυτά μέσω του ριζικού συστήματος και εξέρχεται ως υδρατμός μέσω των φύλλων.

Η συγκέντρωση του νερού στα φυτά εξαρτάται από δύο κύριους παράγοντες:

- τη διαθεσιμότητα του νερού στο υπόστρωμα και την απορρόφησή του από τις ρίζες και
- τον ρυθμό εξάτμισης του νερού από τα φύλλα, δηλαδή τη διαπνοή.



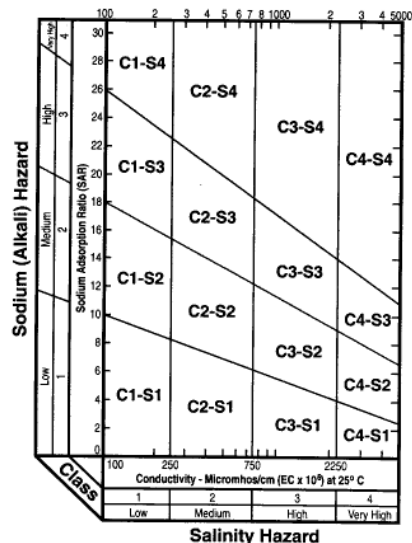


Ποιότητα νερού άρδευσης



Ποιότητα νερού άρδευσης

		Βαθμός επίδρασης		
Χαρακτηριστικό	Μονάδα	Καμμία	Ελαφριά έως μέση	Σημαντική
EC	dS/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
pH	0-14	Ανεκτά όρια 6.5 – 8.4		



Άρδευση με επεξεργασμένο νερό
ΦΕΚ Β 354 2011

Κατηγοριοποίηση νερού άρδευσης κατά Agriculture Handbook No. 60, USDA Salinity Laboratory in Riverside, California).





**Γνωρίζετε αρδεύσεις απλά δεν το
ξέρετε**



Βιβλία και σημειώσεις

- Πρόταση επιλογής διδακτικών συγγραμμάτων για τους σπουδαστές στο πλαίσιο του ΠΔ 226/2007:
 - Μπαμπίλης Δημήτριος, **ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ**. Εκδόσεις ΣΤΑΜΟΥΛΗ Α.Ε., Αθήνα, 2004 (ISBN: 9603514810)
 - Ουζούνης Δημήτριος, **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ - ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ & ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ**. Εκδόσεις Γαργατάνη Θεσσαλονίκη, 2002 (ISBN: 960-7013-29-8)
- Στο πλαίσιο της διάλεξης και του εργαστηρίου διανέμονται και τα ακόλουθα:
 - Φυλλάδια παραδειγμάτων σχετικά με ειδικά θέματα που διδάσκονται στη διάλεξη (εύρεση αναγκών νερό, εκτίμηση ομοιομορφίας κοκ).
 - Τσιρογιάννης Γιάννης, Αρδεύσεις – Στραγγίσεις Πράσινου Φάκελος Σημειώσεων, ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα ΑΑΤ, Άρτα 2010



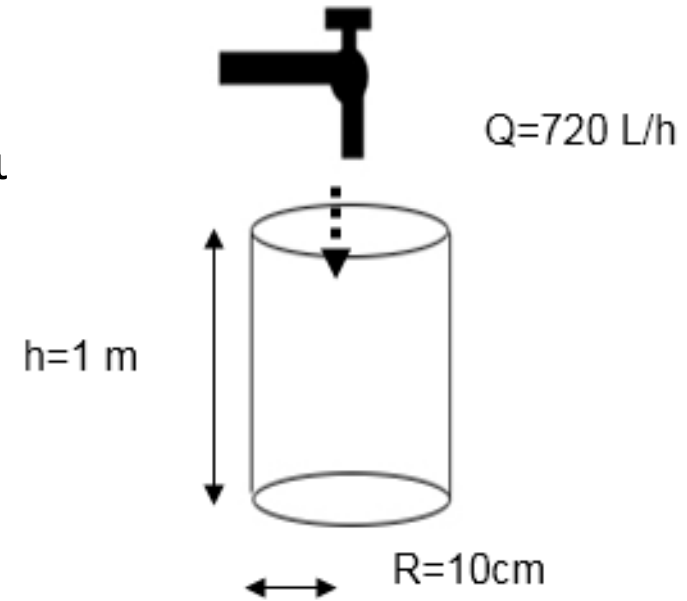
Άσκηση 1. Μετατροπή μονάδων

Έστω ότι η παροχή ενός σωλήνα είναι $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$,
μετατρέψτε την παροχή αυτή σε λίτρα ανά λεπτό
(L/min)



Άσκηση 2. Όγκος και παροχή

Μία βρύση από όπου περνά παροχή νερού $Q=720 \text{ L/h}$, χρησιμοποιείται για να γεμίσει ένα άδειο κυλινδρικό δοχείο κυκλικής διατομής με ακτίνα $R=10 \text{ cm}$ και ύψος $h=1 \text{ m}$. Μετά από $t=157 \text{ s}$ σε πιο ύψος θα έχει φτάσει το νερό στο δοχείο;



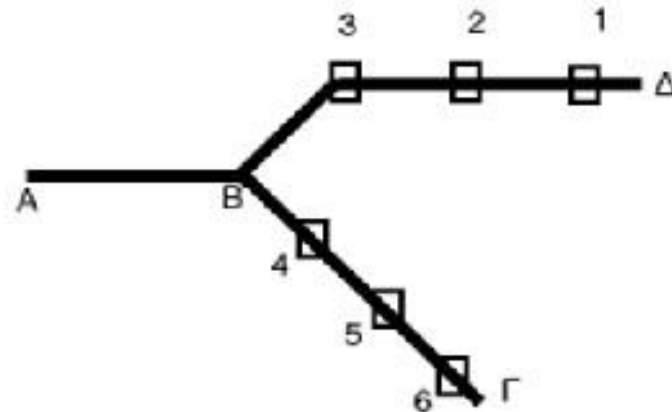
Παροχή (Q) καλείται ο όγκος του ρευστού που διέρχεται από μια κάθετη προς τον άξονα ροής επιφάνεια (διατομή) στη μονάδα του χρόνου: $Q = V / t$ (V όγκος, t χρόνος). Αν κάνουμε ορισμένες μετατροπές εύκολα αποδεικνύουμε ότι η παροχή ισούται και με το γινόμενο του εμβαδού της διατομής από όπου διέρχεται το ρευστό επί τη μέση ταχύτητα με την οποία αυτό κινείται: $Q = A \times u$ (A εμβαδόν, u ταχύτητα).



Άσκηση 3. Επιλογή διατομής σωλήνων

Η διάταξη αγωγών του σχήματος αποτελεί ένα μικρό τμήμα αρδευτικού δικτύου, το οποίο αποτελείται από τον δευτερεύοντα αγωγό AB από τον οποίο συνεχίζουν δύο αγωγοί εφαρμογής ο κάθε ένας από τους οποίους φέρει τρεις εκτοξευτήρες (οι θέσεις τους σημειώνονται με τα αντίστοιχα νούμερα). Ο κάθε εκτοξευτήρας απαιτεί για την λειτουργία του παροχή 10 λίτρα / λεπτό (L/min). Ζητείται να γίνει επιλογή της διατομής για κάθε τμήμα του αγωγού (A-B, B-3, B-4, 3-2, 2-1, 4-5, 5-6).

Οι διατομές των αγωγών με τις αντίστοιχες μέγιστες παροχές που μπορούν να εξυπηρετήσουν φαίνονται στον πίνακα.



Διατομή αγωγού (χιλιοστά)	Μέγιστη παροχή που μπορεί να περάσει από τον αγωγό (λίτρα / ώρα)
16	580
20	1100
25	1800
32	3050
40	5400
50	8400



Άσκηση 4. Εκτοξευτήρες και κάλυψη αναγκών σε νερό

Για την άρδευση έκτασης που έχει σχήμα τετραγώνου πλευράς 20m και είναι φυτεμένη με γρασίδι χρησιμοποιείται σύστημα άρδευσης που αποτελείται από τέσσερις περιστρεφόμενους εκτοξευτήρες με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ακτίνα διαβροχής (πόσο μακριά ρίχνουν το νερό): 20 m
- Τόξο διαβροχής (πόσο τμήμα του κύκλου βρέχουν): 90°
- Γωνία εκτόξευσης (τι κλίση έχει το ακροφύσιο του εκτοξευτήρα σε σχέση με την οριζόντια): 25°
- Παροχή: 5 L min^{-1}

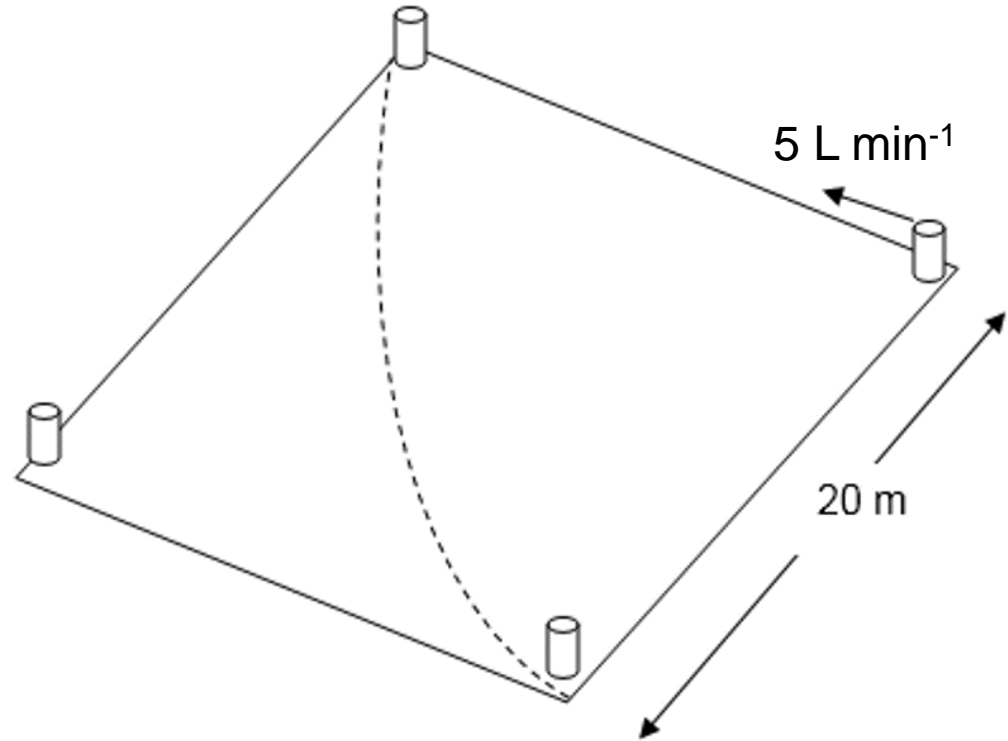
Το σύστημα άρδευσης έχει προγραμματιστεί έτσι ώστε να κάνει ένα πότισμα κάθε απόγευμα κατά το οποίο δίνει 7mm νερό στην έκταση. Μία ημέρα έτυχε το πρωί να βρέξει, το δε ύψος βροχής που έπεσε στην έκταση ήταν 2mm. Πόσα λεπτά της ώρας (min) πρέπει να δουλέψει το σύστημα άρδευσης το απόγευμα ώστε να καλυφθεί ακριβώς η προγραμματισμένη ποσότητα νερού (7mm);



Άσκηση 5. Εκτοξευτήρες και κάλυψη αναγκών σε νερό

Το σύστημα άρδευσης έχει προγραμματιστεί έτσι ώστε να κάνει ένα πότισμα κάθε απόγευμα κατά το οποίο δίνει 7mm νερό στην έκταση. Μία ημέρα έτυχε το πρωί να βρέξει, το δε ύψος βροχής που έπεσε στην έκταση ήταν 2mm.

Πόσα λεπτά της ώρας (min) πρέπει να δουλέψει το σύστημα άρδευσης το απόγευμα ώστε να καλυφθεί ακριβώς η προγραμματισμένη ποσότητα νερού (7mm);





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 πράσινου. 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:

<URL μαθήματος: <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



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





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



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης