



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρδεύσεις – Στραγγίσεις έργων πρασίνου

Ενότητα 9 : Μικροάρδευση

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 9: Μικροάρδευση

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

Εξοικείωση των φοιτητών με:

- Θεωρία μικροάρδευσης
- Παρουσίαση συστημάτων μικροάρδευσης
- Ειδικά θέματα

Περιεχόμενα ενότητας

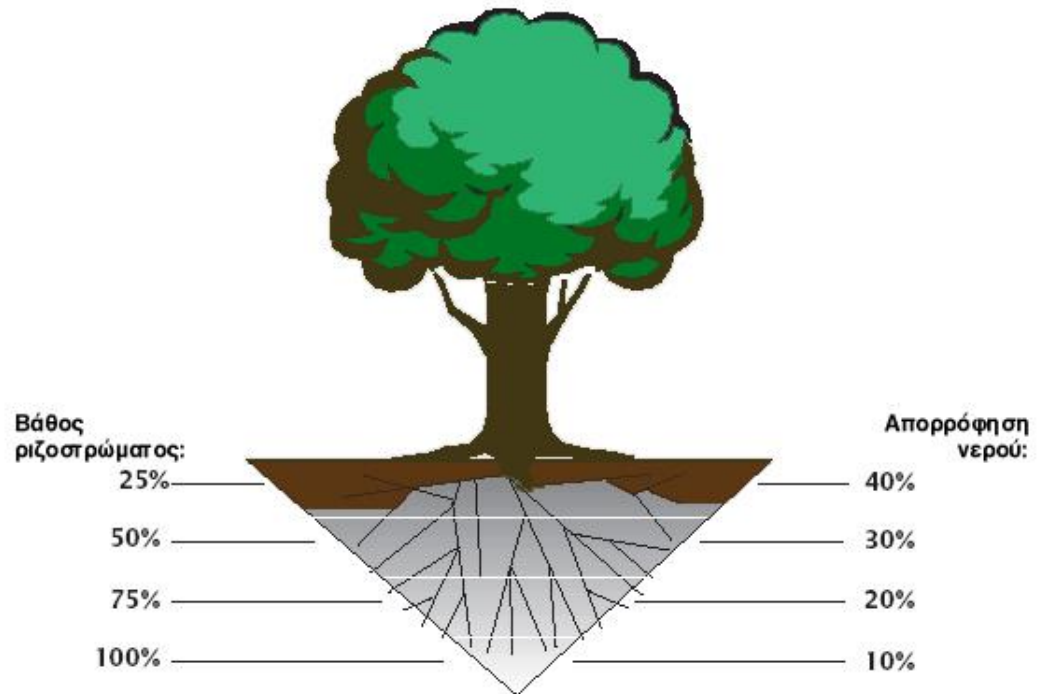
- Θεωρία μικρο-άρδευσης
- Παρουσίαση συστημάτων μικρο-άρδευσης
- Ειδικά θέματα
- Παραδείγματα

Βασικές αρχές

- Ως μικροάρδευση ή τοπική άρδευση ορίζεται η εφαρμογή νερού σε μικρές ποσότητες κοντά ή μέσα στο ριζόστρωμα των φυτών.
- Η μικροάρδευση εφαρμόζεται με επιτυχία σε δενδρώδεις, λαχανοκομικές και ανθοκομικές καλλιέργειες (στην ύπαιθρο και υπό κάλυψη) αλλά και στην κηποτεχνία για την άρδευση θάμνων, δένδρων αλλά και μικρών περιοχών με χλοοτάπητα.

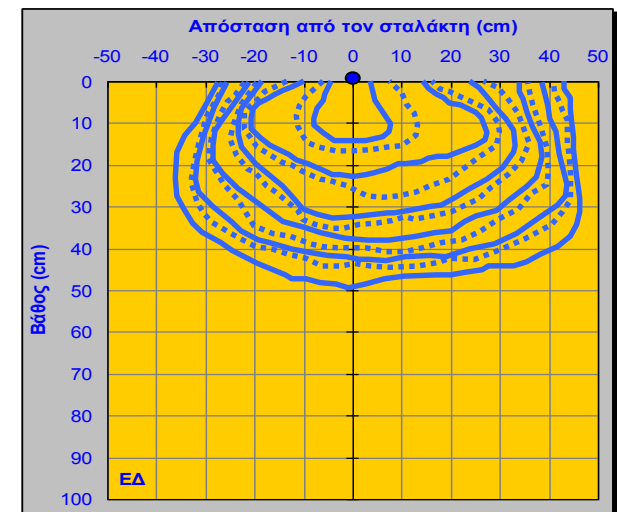
Απορρόφηση νερού από τα φυτά

- Η πιο ενεργή ζώνη του ριζικού συστήματος ενός φυτού είναι το πάνω 50% το οποίο απορροφά το 70% της συνολικής ποσότητας νερού μαζί με τα διαλυμένα σε αυτό θρεπτικά στοιχεία.
- Προσπαθούμε να σχεδιάσουμε δίκτυα που να παρέχουν νερό εκεί που θα είναι χρήσιμο για τα φυτά.



Διαβροχή εδάφους

- Για κάθε συνδυασμό τύπου εδάφους, παροχής σταλακτών και κλιματικών συνθηκών υπάρχει μία μέγιστη διάμετρος διαβροχής που μπορεί να επιτευχθεί σε λογικούς χρόνους λειτουργίας του συστήματος.
- Το εάν και πότε θα υπάρξει η διάμετρος αυτή εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες, την διάταξη των σταλακτών, τον όγκο νερού που χορηγείται μέσω της άρδευσης, αλλά και τη διαχείριση της άρδευσης (π.χ. συνεχής – διακοπτόμενη άρδευση).







Πλεονεκτήματα της μικροάρδευσης

- Οικονομικό σύστημα όσο αφορά την προμήθεια των υλικών και την εγκατάσταση
- Πολύ αποτελεσματικό σύστημα επειδή:
 - Το νερό δίνεται εκεί ακριβώς που το χρειάζονται τα φυτά (στο ριζόστρωμα)
 - Ελαχιστοποιούνται οι απώλειες λόγω επιφανειακής απορροής και βαθιάς διήθησης
 - Δεν εκτοξεύεται νερό στον αέρα και έτσι δεν υπάρχουν μεγάλες απώλειες μέσω μετακίνησης ή εξάτμισης νερού (στον αέρα και από τα φύλλα).
- Δεν ευνοεί την ανάπτυξη ζιζανίων

Αποτελεσματικότητα στάγδην άρδευσης

- Εξαρτάται από το κλίμα (μέση μέγιστη θερμοκρασία θέρους):
 - Για τα επίγεια:
 - $T > 32^{\circ}\text{C}$, $IE=85\%$
 - $21^{\circ}\text{C} < T < 32^{\circ}\text{C}$, $IE=90\%$
 - $T < 21^{\circ}\text{C}$, $IE=95\%$
 - Για τα υπόγεια: πάντα 95%



Έξοδοι

- Ως έξοδοι σε ένα σύστημα μικροάρδευσης χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σταλάκτες* (εξωτερικοί ή ενσωματωμένοι στους αγωγούς), bubblers ή μικροεκτοξευτήρες



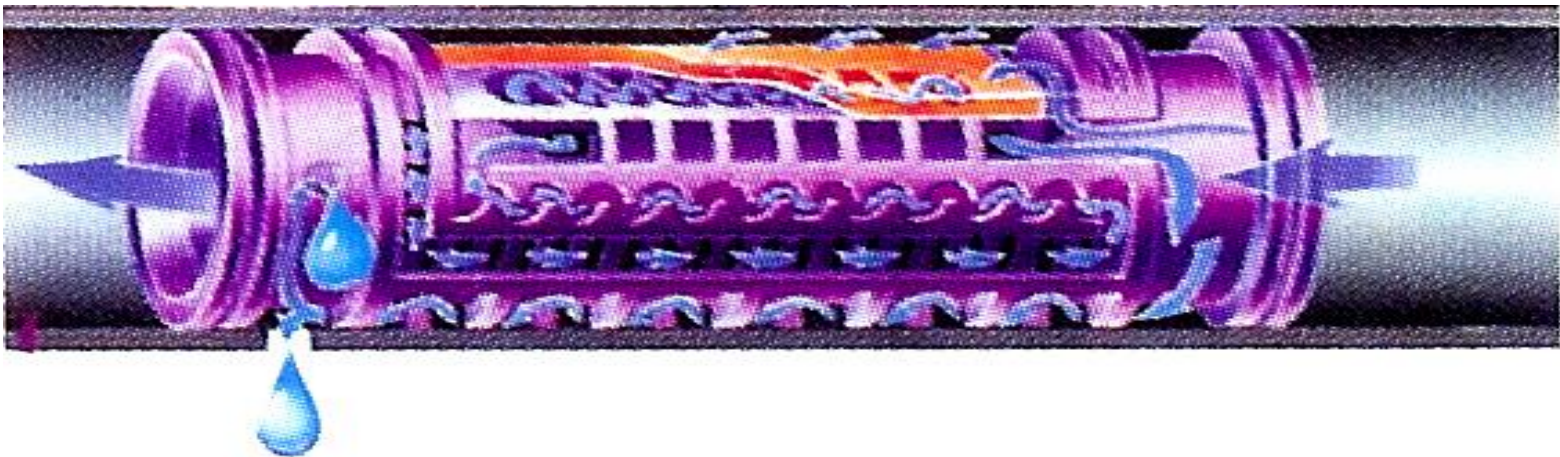


Σταλάκτες καρφωτοί

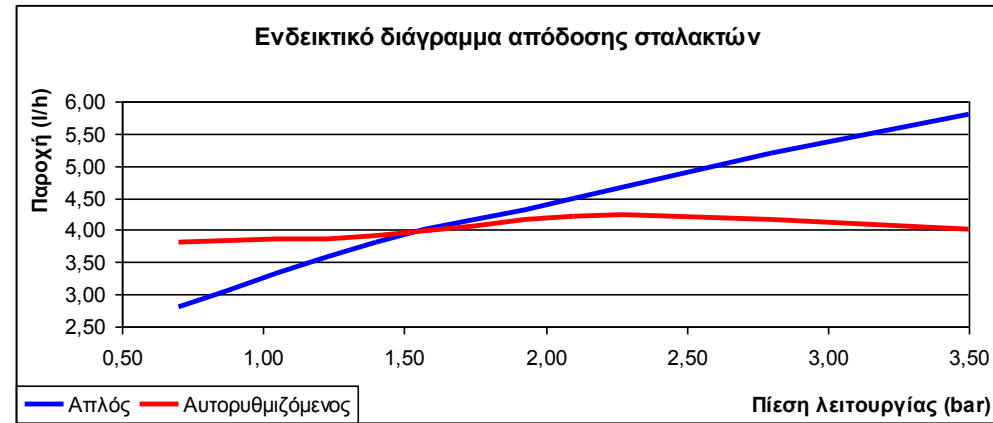


Σταλάκτες ενσωματωμένοι Σταλακτηφόροι σωλήνες (drip lines)

- Είναι ενσωματωμένοι στον αγωγό ανά ορισμένα διαστήματα
- Έχουν μορφή κυλίνδρου (τυπική μορφή) ή μικρής «σκάφης». Η τελευταία έχει το πλεονέκτημα ότι ο σωλήνας είναι «ελαστικός» και στο σημείο του σταλάκτη.



- Εξωτερικοί (καρφωτοί ή γραμμικοί) και ενσωματωμένοι
- Λειτουργούν σε χαμηλές πιέσεις (1-1,5atm) και δίνουν ένα μεγάλο εύρος παροχών (1-150l/h)
- Υπάρχουν σταλάκτες:
 - ρυθμιζόμενοι ως προς την παροχή
 - αυτορυθμιζόμενοι ως προς την πίεση (pressure compensating ή self compensating)που δίνουν την ίδια παροχή για ένα εύρος πιέσεων λειτουργίας
 - αυτοκαθαριζόμενοι



Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλάκτες κοστίζουν ακόμη και 2 φορές περισσότερο από τους απλούς. Ακόμη λόγω της ύπαρξης του μηχανισμού ρύθμισης (δημιουργία πρόσθετων τοπικών απωλειών μέσω κινητών τμημάτων) έχουν μικρότερη αναμενόμενη διάρκεια ζωής. Ρύθμιση της πίεσης μπορεί να επιτευχθεί και μέσω ρυθμιστή πίεσης αλλά και μέσω «έξυπνου» σχεδιασμού του συστήματος.

Ταινίες (drip tapes)

- Πρόκειται για σωλήνες πεπλατυσμένης διατομής με σταλάκτες ανά διαστήματα.
- Όταν γεμίζουν με νερό η διατομή γίνεται κυκλική.
- Έχουν το πλεονέκτημα ότι τυλίγονται εύκολα και για το λόγο αυτό έχουν κυρίως εφαρμογή σε αγροτικές καλλιέργειες όπου το σύστημα απλώνεται για κάποια περίοδο.
- Τοποθετούνται τόσο επιφανειακά όσο και υπόγεια.




Σωλήνες εφίδρωσης

- Οι σωλήνες «εφίδρωσης» δίνουν νερό από όλη την επιφάνειά τους.



Μικροεκτοξευτήρες (micro sprays)

- Συνδέονται στις θέσεις των σταλακτών
- Οι μικροεκτοξευτήρες έχουν εφαρμογή τόσο σε καλλιέργειες όσο και στην κηποτεχνία

	SPECIFICATIONS ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
	nozzle ακροφύσιο	lit/h	D(m)
	Orange - Πορτοκαλί	40	5.0
	Black - Μαύρο	70	7.0
	Green - Πράσινο	90	7.5
	Light Blue - Γαλάζιο	105	8.0
	Red - Κόκκινο	120	8.0
	Pink - Ροζ	140	8.5
	Brown - Καφέ	160	8.5
	Yellow - Κίτρινο	200	9.0
	White - Άσπρο	250	9.0
	Olive - Λαδί	300	9.5

Ρυθμιστές πίεσης

Ρυθμιστής πίεσης

PSI-HLB-15 / PSI-HLB-20
PSI- HLB-25 / PSI-HMB-20
PSI-HMB-25

Drip Underground

Pressure Regulators

Operating Range

Flow: 6 to 300 gph

(PSI-HLB Series)

120 to 1320 gph

(PSI-HMB Series)

Pressure: 10 to 80 psi

Outlet Pressure:

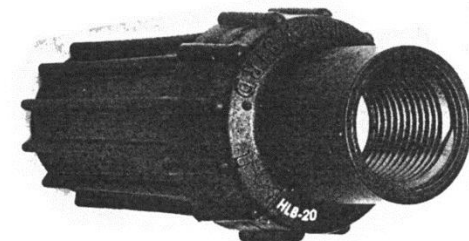
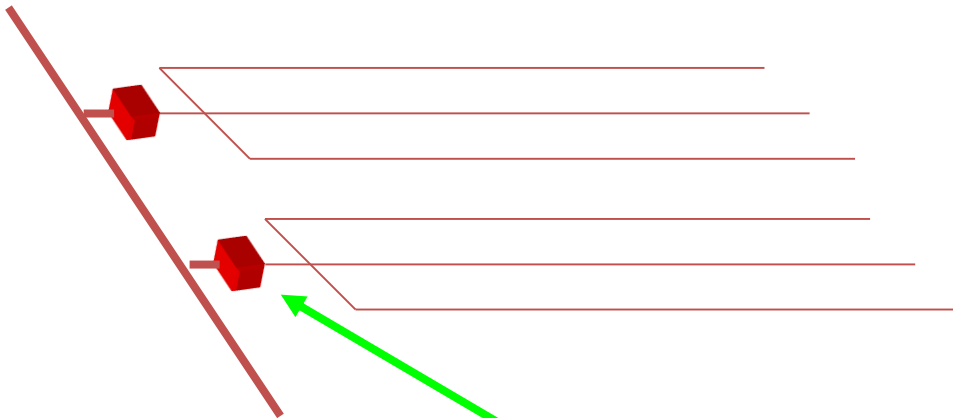
15 psi (PSI-HLB-15)

20 psi (PSI-HLB-20/PSI-HMB-20)

25 psi (PSI-HLB-25/PSI-HMB-25)

Features

- Can be installed above or below ground
- Durable, heat-resistant plastic construction
- Pre-set outlet pressure – 15, 20 or 25 psi
- 3/4" female threaded inlet and outlet



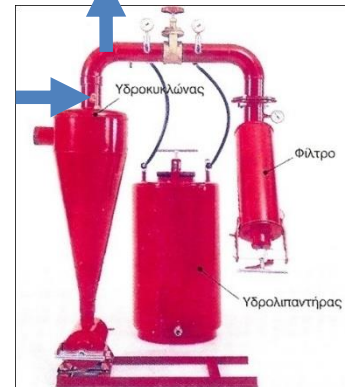
Εμφράξεις



- Τα δίκτυα μικροάρδευσης είναι πολύ ευαίσθητα σε εμφράξεις, για την αποφυγή φυσικών εμφράξεων απαιτείται:
 - Σωστή επιλογή συσκευών φιλτραρίσματος στην αρχή (φίλτρα σίτας, άμμου, υδροκυκλώνες κοκ)
 - Συχνός έλεγχος και καθαρισμός των φίλτρων
- Για την απομάκρυνση χημικών εμφράξεων (αλάτων) απαιτείται η έκπλυση με κάποιο οξύ.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις βιολογικών εμφράξεων μπορεί να απαιτηθεί καθαρισμός με χημικά (διαλύματα χλωρίου). Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται νερό από δίκτυο ύδρευσης αυτό συνήθως περιέχει αρκετό χλώριο (έχει προστεθεί για αποστείρωση) ώστε να καθαρίζονται εμφράξεις.

Φίλτρα

- Οι πιο συνηθισμένοι τύποι φίλτρων οι εξής:
 - Φίλτρα σίτας (χαρακτηρίζονται από το Mesh – αριθμός νημάτων / ίντσα). Ανάλογα με τον τρόπο καθαρισμού τους διακρίνονται σε απλά, ημιαυτόματα (δεν βγαίνει η σίτα) και αυτόματα.
 - Φίλτρα δίσκων
 - Φίλτρα άμμου. Περιέχουν στρώματα χαλικιών και άμμου. Καθαρίζονται με αντίστροφη ροή νερού.
 - Υδροκυκλώνες ή διαχωριστές άμμου. Μπορούν να αφαιρέσουν πρακτικά όλη την άμμο από το νερό αλλά όχι τις οργανικές ύλες.



Φίλτρα σίτας

- Το διηθητικό μέσο αποτελείται από ένα πλέγμα με μεταλλικά ή πλαστικά νήματα (σίτα).
- Για το χαρακτηρισμό των διαφόρων πλεγμάτων χρησιμοποιείται ο αριθμός MESH (αριθμός νημάτων ανά ίντσα).
- Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός MESH, τόσο μικρότερα είναι τα ανοίγματα του πλέγματος του φίλτρου.

Σίτα – Εδαφικά τεμαχίδια

Κατάταξη μεγέθους εδαφικών τεμαχιδίων
και αντίστοιχων mesh και ανοιγμάτων διηθητικού πλέγματος (σίτας)

Εδαφικά τεμαχίδια	Μέγεθος τεμαχιδίων (mm)	Διηθητικό πλέγμα	
		Ανοιγμα (mm)	mesh
Πολύ χοντρή άμμος	1,00 – 2,00	1,05 – 1,94	20 – 10
Χοντρή άμμος	0,50 – 1,00	0,47 – 1,05	40 – 20
Μέση άμμος	0,25 – 0,50	0,20 – 0,47	100 – 40
Λεπτή άμμος	0,10 – 0,25	0,08 – 0,20	200 – 100
Πολύ λεπτή άμμος	0,05 – 0,10	0,01 – 0,08	400 – 200
Ιλύς	0,002 – 0,50	—	—
Άργιλος	0,002	—	—



Οδηγός επιλογής φίλτρων

Filter Selection Guide – Quick Reference

Flow Rate	Solids Concentration ^a		Product(s) Recommendation ^b
	(Inorganic)	(Organic)	
<200lpm	L	L	A
	L	M	C+A or B
	L	H	C+A or B
	M	L	D+A
	M	M	C+D+A or B
	M	H	C+D+A or B
	H	L	D or D+A
	H	M	C+D+A or B
	H	H	C+D+B
200-800lpm	L	L	B
	L	M	C+B
	L	H	C+B
	M	L	D or B or D+B or D+B
	M	M	D+D or F or D+F
	M	H	C+F or C+D+F or C+D+E
	H	L	D+B or F or D+F
	H	M	C+D+F or C+F or D+E
	H	H	C+D+F or D+D+F
>800lpm	L	L	B
	L	L	C+F or E only
	L	H	C+F or E only
	M	L	C+B or D+F or E only
	M	M	C+F or C+D+F or E only
	M	H	C+B or C+D+F or C+E
	H	L	D+B or D+F
	H	M	C+D+F or C+F or D+E
	H	H	C+D+F

^a Solids Concentration Code: L – Less than 5 ppm M – 5-50 ppm
 H – More than 50 ppm D – Suction or Discharge Separator

^b Recommendation (Product) Code: A – Cartridge/Strainer
 B – Screen/Disc Filter
 C – Suction Screen Filter
 D – Suction or Discharge Separator
 E – Gravity Screen Filter
 F – Sand Media Filter

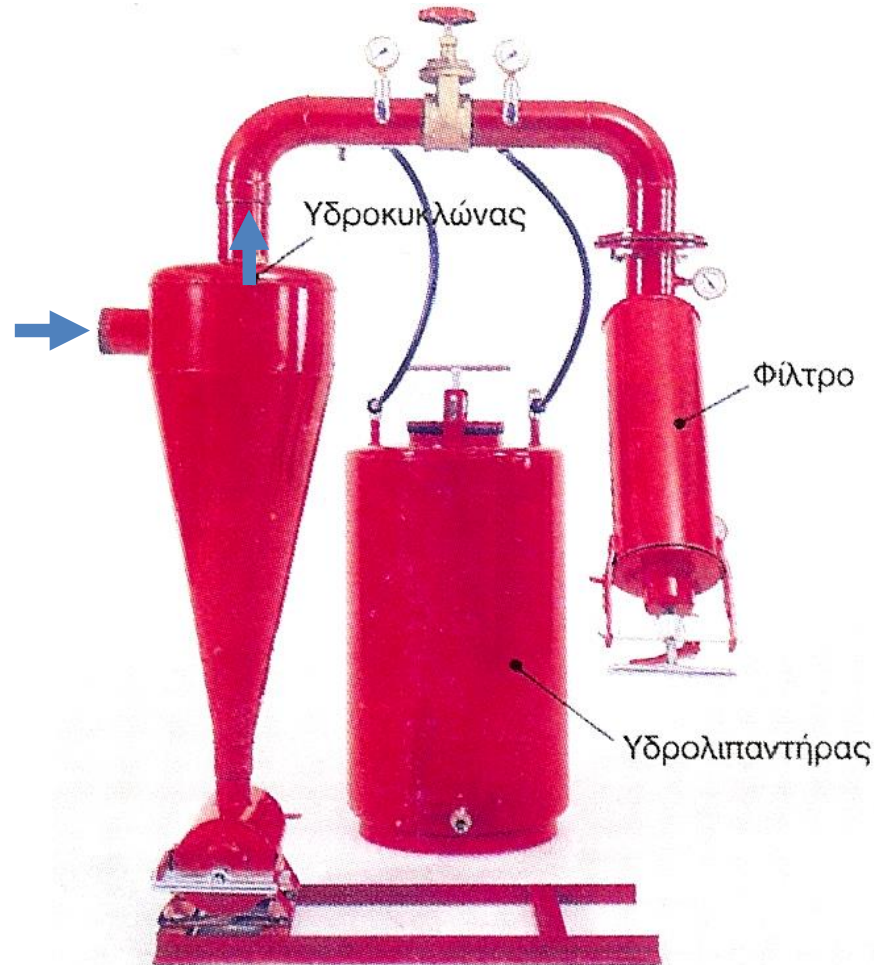
Φίλτρα σίτας απλά



Χρώμα	Γκρι	Πράσινο	Μπλέ	Λευκό	Κόκκινο	Κίτρινο	Μαύρο	Καφέ
Micron	800	500	300	200	130	100	80	22
MM	0,8	0,5	0,3	0,2	0,13	0,10	0,08	0,022
Mesh	20	30	50	50	120	155	200	450

Έξοδοι / παροχές	Σταλάκτες 2l/h	Σταλάκτες 4l/h	Σταλακτηφόροι αγωγοί 2-4l/h
Ελάχιστο mesh	150-200	120-150	120

Κεφαλή δικτύου με δυνατότητα υδρολίπανσης



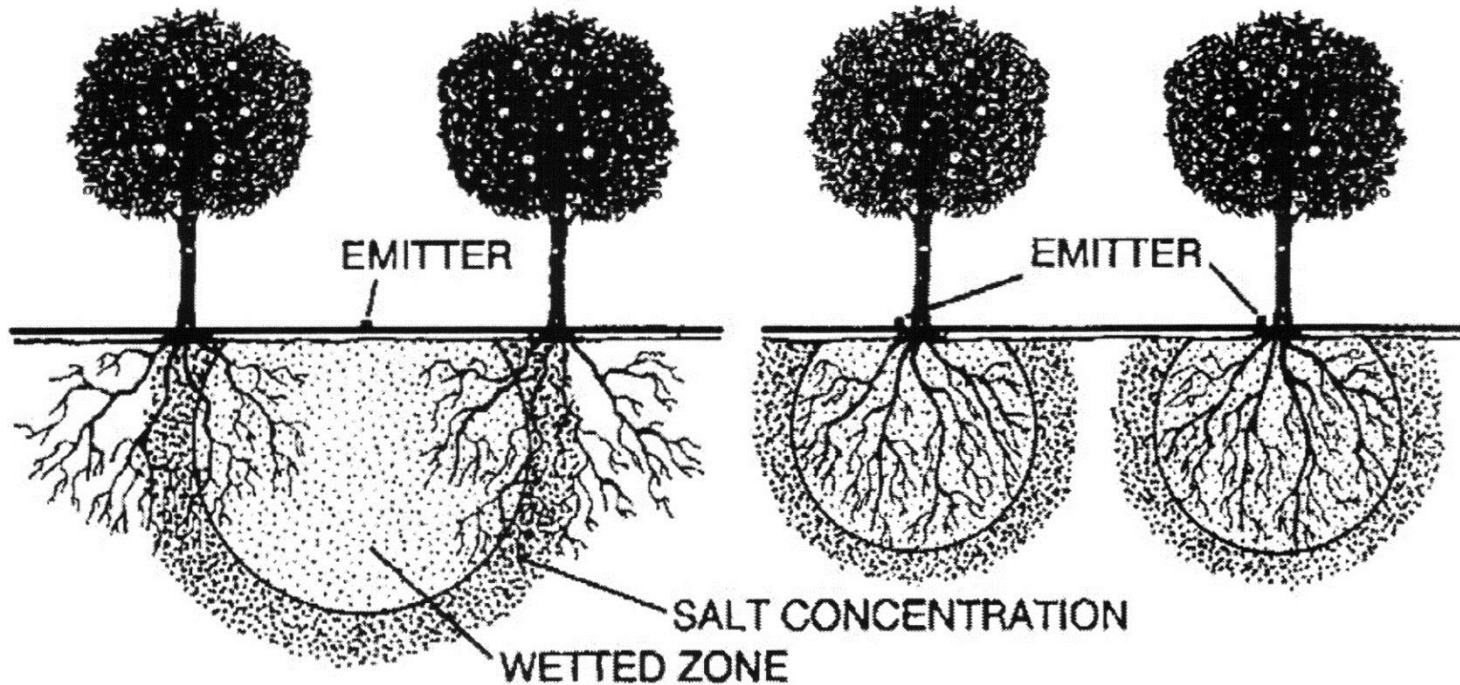


Αλατότητα

- Τα δίκτυα στάγδην άρδευσης έχουν την τάση να δημιουργούν περιοχές εναπόθεσης αλάτων στην επιφάνεια του εδάφους –στα όρια μεταξύ υγρής και ξερής επιφάνειας του εδάφους- όταν το νερό έχει υψηλή αλατότητα.
- Σε τέτοιες περιπτώσεις φροντίζουμε κατά το σχεδιασμό να έχουμε καλή αλληλοεπικάλυψη σταλακτών και στους υπολογισμούς της ποσότητας νερού άρδευσης να λαμβάνουμε υπόψη μας τον κατάλληλο συντελεστή απόπλυσης.
- Ακόμη μπορεί να απαιτείται να γίνονται ανά διαστήματα αρδεύσεις με μεγάλο όγκο νερού –έκπλυση- για την απόπλυση των αλάτων.

Άλατα

- Άλατα που περιέχονται στο έδαφος ή στο νερό άρδευσης με τον καιρό θα συγκεντρωθούν στην περίμετρο της βρεχάμενης από τους σταλάκτες περιοχής.
- Για το λόγο αυτό κατά την επιλογή της θέσης των σταλακτών πρέπει να προσέξουμε ώστε τα επιβλαβή άλατα να εξωθηθούν μακριά από την ζώνη των ριζών (η βρεχάμενη περιοχή να επικαλύπτει τον κορμό των φυτών)



Άλατα



Salts pushed into the root zone by drip irrigation

Προβλήματα αλατότητας: έκπλυση

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



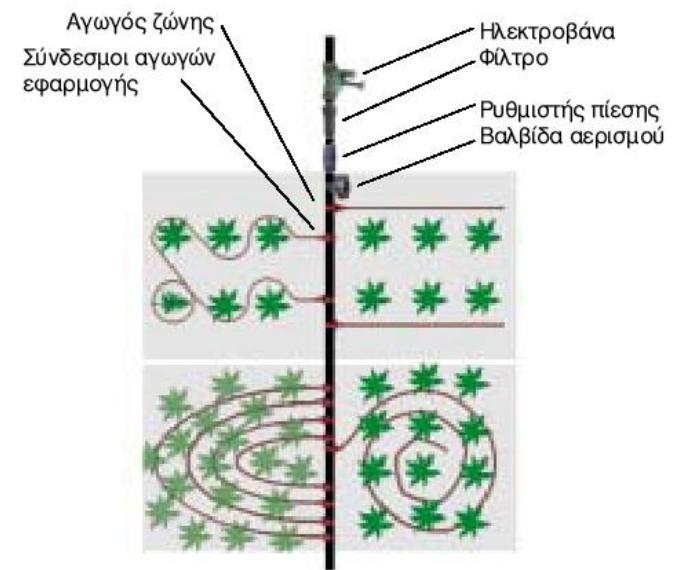
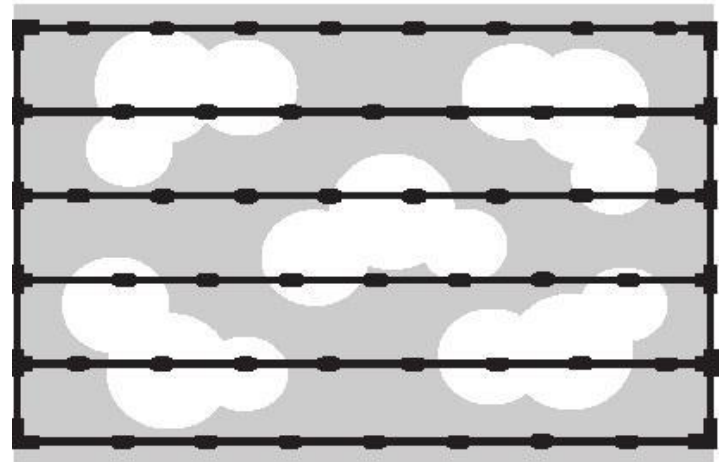
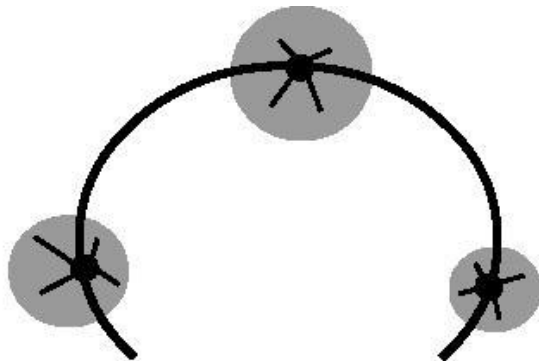


Στάγδην άρδευση στην κηποτεχνία





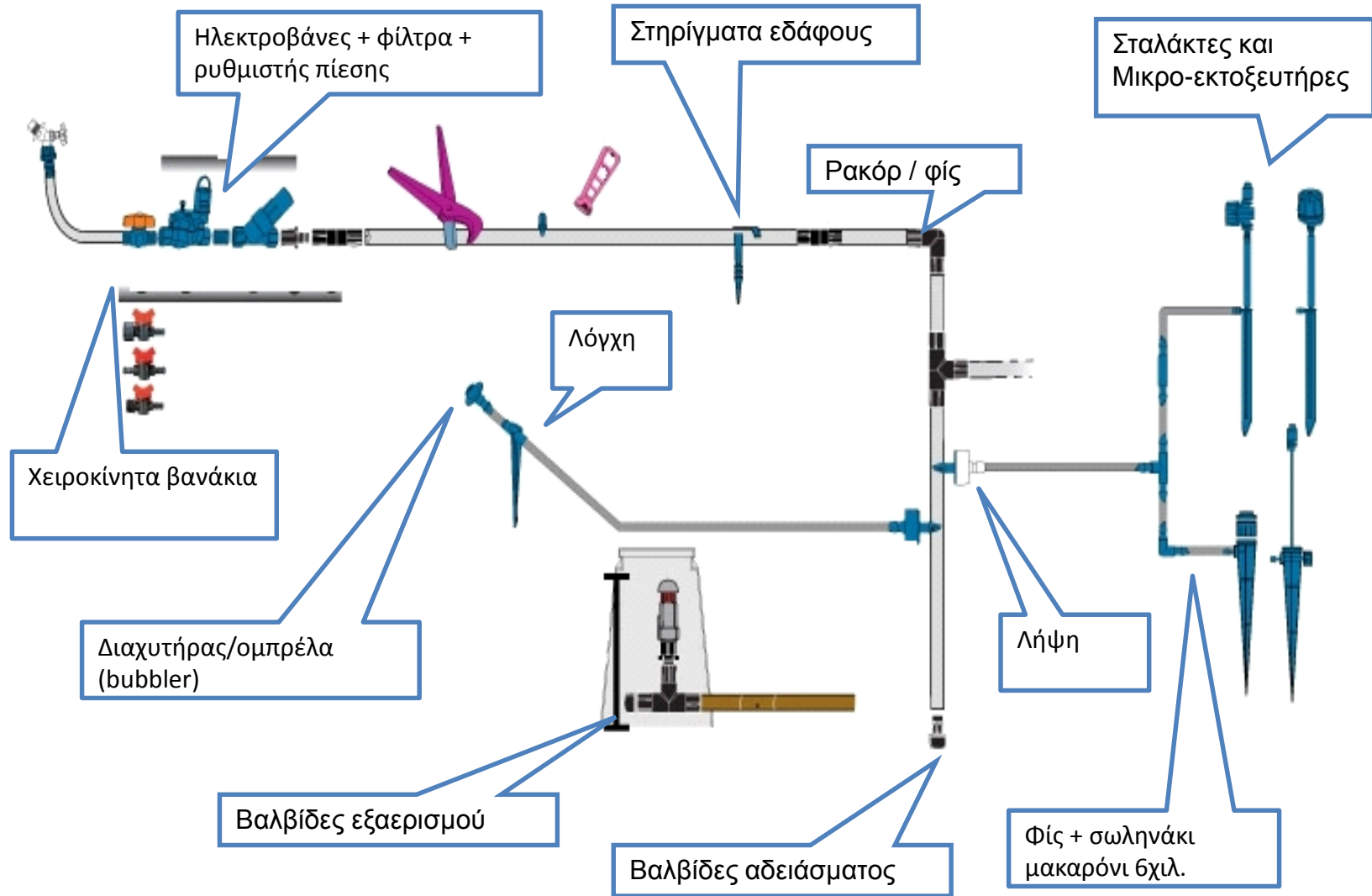
Τυπικές διατάξεις



Συνεχής γραμμή για οικονομία εγκατάστασης (χωρίς συνδέσεις με ταυ)



Τυπική οργάνωση δικτύου

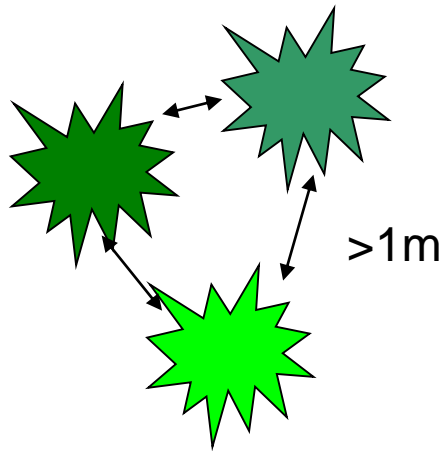




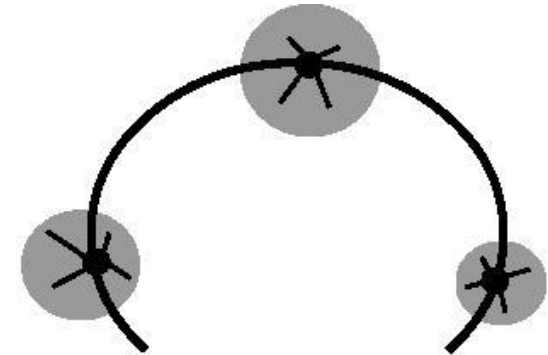
Φιλοσοφία και βήματα σχεδιασμού

1. Συλλογή στοιχείων για την τοποθεσία και τα φυτά
2. Ανάλογα με την πυκνότητα φύτευσης διαχωρίζονται αρδευτικές ζώνες οι οποίες χαρακτηρίζονται ως πυκνές ή αραιές.
3. Για κάθε ζώνη εντοπίζεται το «φυτό βάσης»:
 - πολυπληθής ομάδα (όχι ένα μόνο φυτό) με τις μικρότερες ανάγκες σε νερό,
 - προφανώς όλα τα φυτά σε μία ζώνη είναι καλό να έχουν παρόμοιες ανάγκες σε νερό.
4. Επιλέγονται έξοδοι και καταρτίζεται πρόγραμμα άρδευσης για το «φυτό βάσης».
5. Για υπόλοιπα φυτά επιλέγονται έξοδοι με δεδομένο το πρόγραμμα άρδευσης που υπολογίστηκε για το «φυτό βάσης».
6. Υδραυλικός σχεδιασμός δικτύου

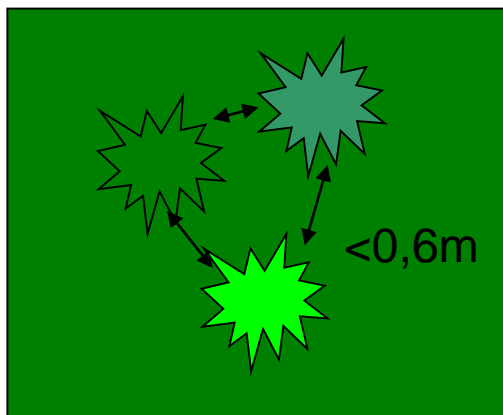
Πυκνή ή αραιή φύτευση



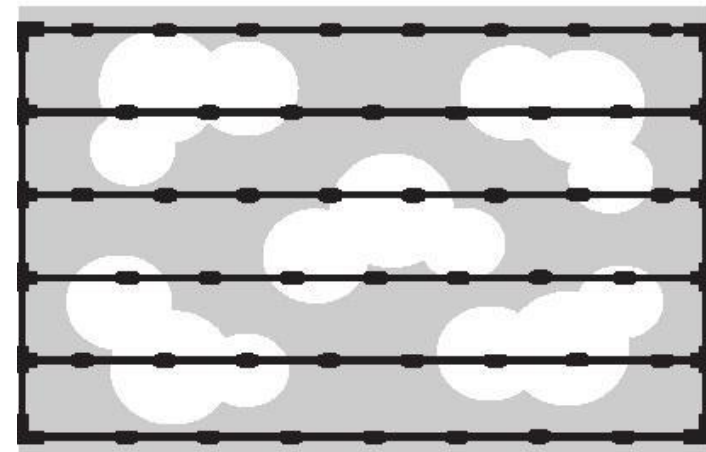
- Αραιή φύτευση όταν η απόσταση της κόμης των ώριμων φυτών $>1\text{m}$



Τυπικές διατάξεις για αραιές και πυκνές φυτεύσεις



- Πυκνή φύτευση όταν η απόσταση της κόμης των ώριμων φυτών $<0,6\text{m}$ ή υπάρχει κάποιου είδους φυτοκάλυψη



Βάθος άρδευσης


- Το βάθος άρδευσης δίνεται ενδεικτικά στον πίνακα που ακολουθεί ανάλογα με το φυτό βάσης.
- Ενδεικτικές τιμές για ορισμένους τύπους φυτών βάσης:

Φυτό βάσης	Βάθος ριζοστρώματος (m)	Ελάχιστο βάθος άρδευσης (50%)
Φυτοκάλυψη	0,3 - 0,45	0,15 - 0,25
Μικροί θάμνοι	0,45 - 0,9	0,25 - 0,45

Διαβροχή εδάφους

- Ανάλογα με τον τύπο εδάφους υπάρχει μία σχέση μεταξύ οριζόντιας και κατακόρυφης διήθησης του νερού.
- Η αλληλεπίδραση των γειτονικών σταλακτών έχει ως αποτέλεσμα, αφού συναντηθούν τα μέτωπα διαβροχής το νερό να κινείται μόνο κατακόρυφα (προς τα κάτω).
- Η κίνηση του νερού στο έδαφος γίνεται αργά και προφανώς συνεχίζεται και μετά την ολοκλήρωση της άρδευσης.

Χαρακτηριστικά εδάφους και διαβροχή

Τύπος εδάφους	Μέγιστος ρυθμός διήθησης (mm/h)	Τρόπος διαβροχής εδαφικού προφίλ	Μέγιστη διάμετρος διαβροχής (cm)	Διαθέσιμη υγρασία (Available Water AW) (mm/m)
Ελαφρύ	18-32		30-90	100
Μέσο	6,5-18		60-120	150
Βαρύ	3,5-6,5		90-180	180

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



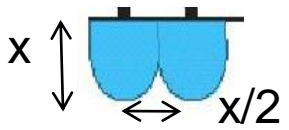
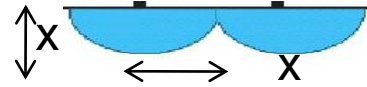
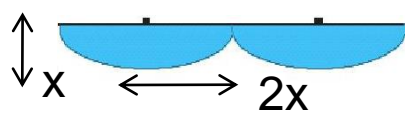
Διαβροχή εδάφους και αποστάσεις

Επιστροφή πυκνές φυτεύσεις θεωρία

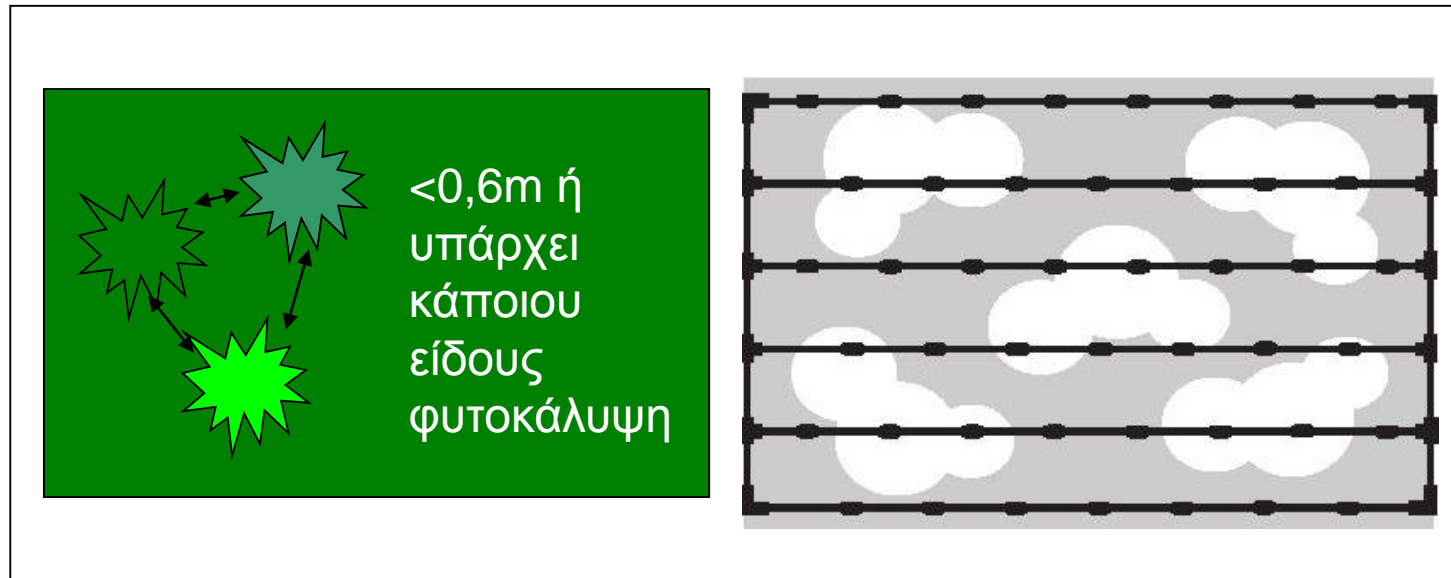
Επιστροφή αραιές φυτεύσεις θεωρία

Επιστροφή πυκνές φυτεύσεις παράδειγμα

Επιστροφή αραιές φυτεύσεις παράδειγμα

Τύπος εδάφους	Σχέση κατακόρυφης (βάθους) και οριζόντιας (ακτίνας) απόστασης διαβροχής	Μέγιστο βάθος διαβροχής (cm)		
		Παροχή σταλακτών (l/h)		
		2	4	8
Ελαφρύ		30	70	90
Μέσο		30	45	60
Βαρύ		22.5	30.5	45

Πυκνές φυτεύσεις



Υπολογισμοί

- Οι ημερήσιες ανάγκες σε νερό υπολογίζονται με κάποια από τις γνωστές μεθόδους (π.χ. FAO paper 56 Penman-Monteith για την ET_o και WUCOLS για το K_L) ή εκτιμώνται με βάση σχετικούς κανονισμούς
 - Για πυκνές φυτεύσεις:
 - Φυτό βάσης (μικρότερες ανάγκες σε νερό):
 - $WND(\text{mm/day}) = K_L \times ET_o (\text{mm/day})$
 - Υπόλοιπα φυτά:
 - $A_{\text{κόμης}} (\text{m}^2) = (\pi/4) \times D_{\text{κόμης}} (\text{m})^2$
 - $WND(\text{L/day}) = A_{\text{κόμης}} (\text{m}^2) \times K_{LY\Phi} \times ET_o (\text{mm/day})$
- Θα ισχύει $K_{LY\Phi} > K_L$ (αφού $K_{SY\Phi} > K_S$)

WND = ημερήσιες ανάγκες σε νερό (water needs / day)

$K_L, K_{LY\Phi}$ = φυτικοί συντελεστές τοπίου (landscape)

ET_o = εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm/day)

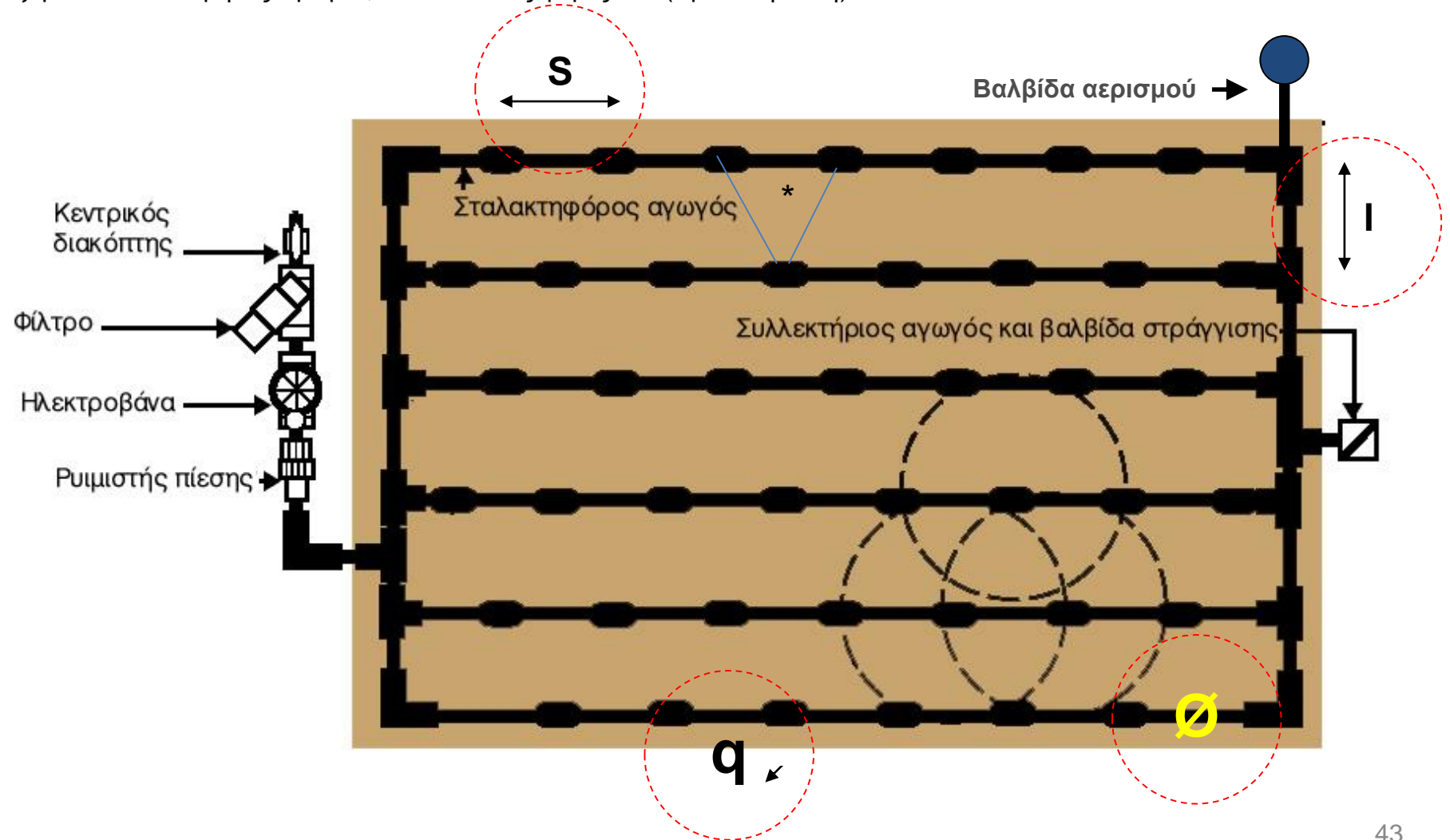
$A_{\text{κόμης}}$ = εμβαδόν ορθής προβολής κόμης (m)

$D_{\text{κόμης}}$ = διάμετρος ορθής προβολής κόμης (m)



Τυπική διάταξη σταλακτηφόρων σε πυκνή φύτευση

∅ εξαρτάται από το μήκος αγωγού, s και l πολλές φορές ίδια (πρακτική λύση)



*, δεν έχει σημασία αν θα υπάρχει ακριβώς τριγωνική ή τετράγωνη κατανομή των εξόδων



Υπολογισμοί

- Εντοπίζουμε το ελάχιστο βάθος άρδευσης για το φυτό βάσης [\[Πίνακας\]](#)
- Με βάση τον τύπο του εδάφους (σχέση οριζόντιας – κατακόρυφης διήθησης) και το ελάχιστο βάθος άρδευσης επιλέγουμε την κατάλληλη παροχή των σταλακτών ώστε να έχει δυνατότητα το νερό να φτάσει στο βάθος που θέλουμε [\[Πίνακας\]](#)
- Οι σταλάκτες θα τοποθετηθούν το πολύ όσο το 80% της αντίστοιχης μέγιστης διαμέτρου διαβροχής μεταξύ τους (s)*

* Διασφάλιση για την περίπτωση που δεν επαρκεί η ποσότητα νερού για την επίτευξη της μέγιστης διαμέτρου διαβροχής

Υπολογισμοί

- Υπολογίζουμε τον ακριβή αριθμό σταλακτηφόρων αγωγών για την περιοχή:
 - Αφαιρούμε από το πλάτος του χώρου 10cm από κάθε άκρη
 - Διαιρούμε τη διάσταση που προκύπτει με την απόσταση σταλακτών (s), στρογγυλοποιούμε το αποτέλεσμα στον αμέσως μεγαλύτερο ακέραιο
 - Προσθέτουμε στον αριθμό που προκύπτει το 1 και έχουμε τον αριθμό σταλακτηφόρων (n)
 - Διαιρούμε το πλάτος του χώρου (-τα περιθώρια) με τον αριθμό των διαστημάτων μεταξύ των σταλακτηφόρων και έχουμε την απόσταση τοποθέτησής τους (l)



Πρόγραμμα άρδευσης για φυτό βάσης

- Ένταση εφαρμογής:

$$PR = q / (s \times l)$$

$$\text{ή } PR = n \times q / A$$

- όπου:
 - PR ένταση εφαρμογής (mm/h)
 - q παροχή κάθε σταλάκτη (l/h)
 - s αποστάσεις σταλακτών (m)
 - l αποστάσεις αγωγών εφαρμογής (m)
 - n συνολικός αριθμός σταλακτών
 - A έκταση περιοχής (m²)



Πρόγραμμα άρδευσης – διάρκεια και εύρος άρδευσης

- **Διάρκεια άρδευσης επαναφοράς εδαφικής υγρασίας (Field Capacity Run Time):**
 - Όστε να δοθεί η συνιστώμενη δόση άρδευσης και να επανέλθει η υγρασία του εδάφους στο επίπεδο της υδατοικανότητας:
 - Rt_{fc} (min) = $60 \times MAD \times AW \times H \times D^2 / q \times IE$ όπου:
 - MAD η επιτρεπτή κατανάλωση αποθεμάτων νερού (30-50% συνήθως) – ο χρόνος Rt_{fc} γίνεται μέγιστος εάν $MAD=100\%$ -
 - AW η διαθέσιμη υγρασία (mm/m)
 - H το επιθυμητό βάθος άρδευσης (m)
 - D η διάμετρος διαβροχής των σταλακτών (m)
 - q η παροχή του σταλάκτη (l/h)
 - IE αποτελεσματικότητα του συστήματος



Πρόγραμμα άρδευσης – διάρκεια και εύρος άρδευσης

- Διάρκεια άρδευσης (Run time):
 - $RT \text{ (min)} = Rt_{fc}$
- Εύρος άρδευσης (irrigation interval):
 - $EA \text{ (days)} = (PR(\text{mm/h}) \times RT(\text{min}) / 60) / WND \text{ (mm/day)}$





Άρδευση υπόλοιπων φυτών

- Επειδή έχουμε ήδη ορίσει το χρόνο λειτουργίας για κάθε υδροζώνη (για το φυτό βάσης) θα χρησιμοποιήσουμε το στοιχείο αυτό κατά την επιλογή της παροχής και της ποσότητας των επιπλέον εξόδων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε άλλο φυτό.



Άρδευση υπόλοιπων φυτών

- Εκτιμούμε τις ανάγκες κάθε φυτού για την περίοδο που αντιστοιχεί στο εύρος άρδευσης.
- Διαιρούμε τις ανάγκες κάθε φυτού για την περίοδο που αντιστοιχεί στο εύρος άρδευσης (π.χ. πόσο όγκο θέλει για 7 ημέρες που αποφασίσαμε για ΕΑ) με το χρόνο λειτουργίας του συστήματος που υπολογίσαμε με βάση το φυτό βάσης.
- Έτσι θα βρούμε την απαιτούμενη συνολική παροχή.



Άρδευση υπόλοιπων φυτών

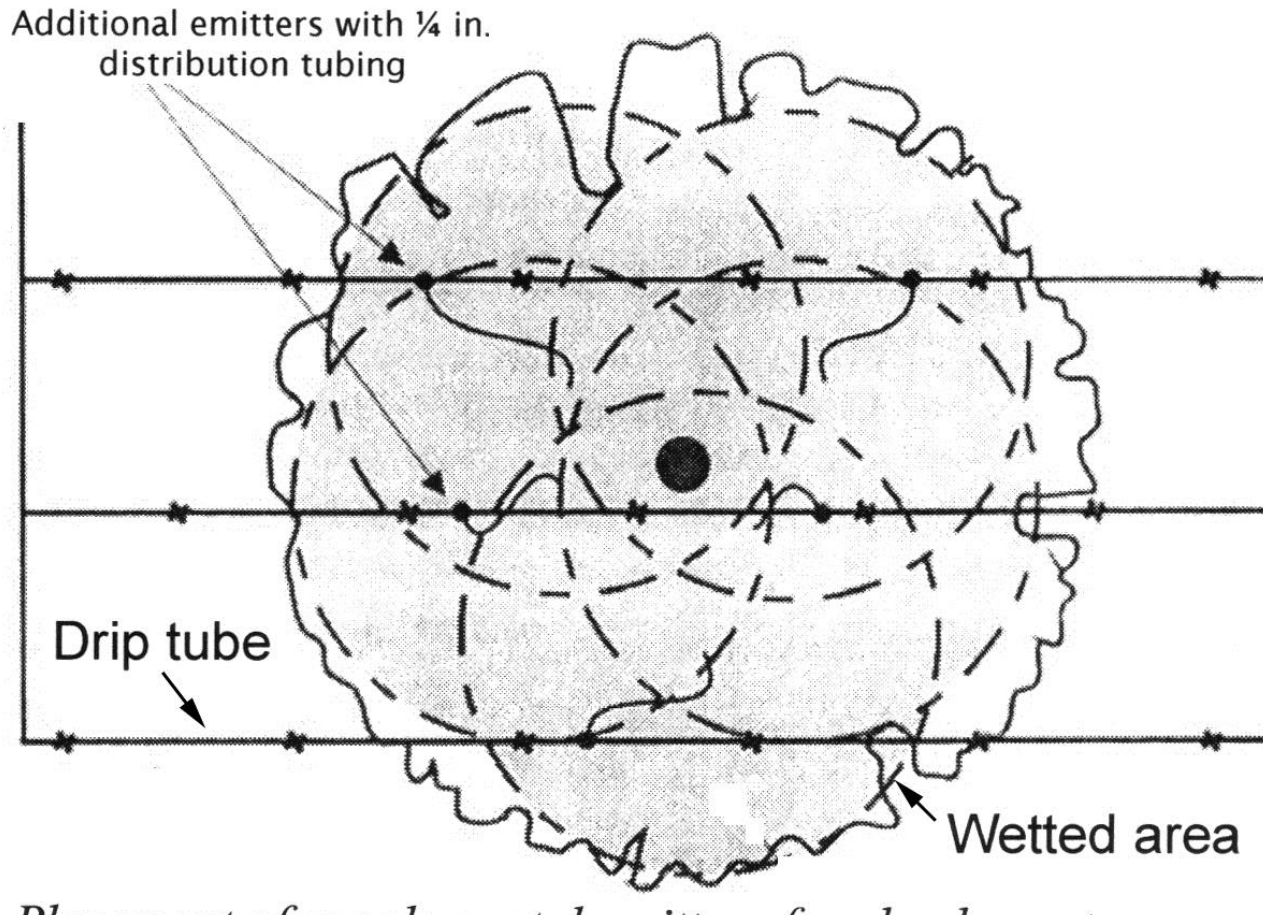
- Στην συνέχεια επιλέγουμε αριθμό εξόδων (n) για κάθε φυτό έτσι ώστε η συνολική παροχή να είναι ίση με την παροχή που υπολογίστηκε μόλις πριν.



Άρδευση υπόλοιπων φυτών

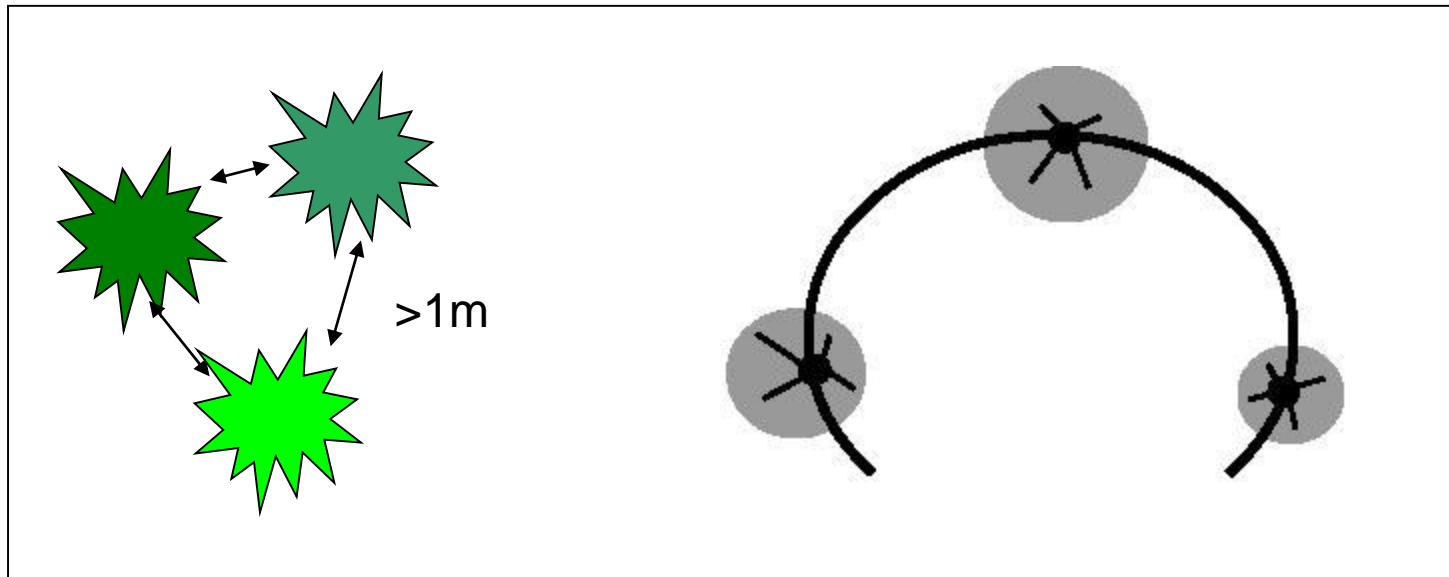
- Συστήνεται:
 - γενικά συστήνεται σε κάθε φυτό να τοποθετούνται τουλάχιστον δύο σταλάκτες αλλά στην προκειμένη περίπτωση επειδή η ασφάλεια όσο αφορά την άρδευση εξασφαλίζεται από τους σταλακτηφόρους αγωγούς μπορεί να τοποθετείται και ένας
 - οι σταλάκτες να τοποθετούνται ομοιόμορφα κάτω από την κόμη του φυτού,
 - όλες οι έξοδοι σε κάθε φυτό να έχουν την ίδια παροχή.

Τοποθέτηση πρόσθετων σταλακτών σε φυτά με μεγάλες ανάγκες σε νερό σε πυκνές φυτεύσεις



Placement of supplemental emitters for shrubs or trees

Αραιές φυτεύσεις



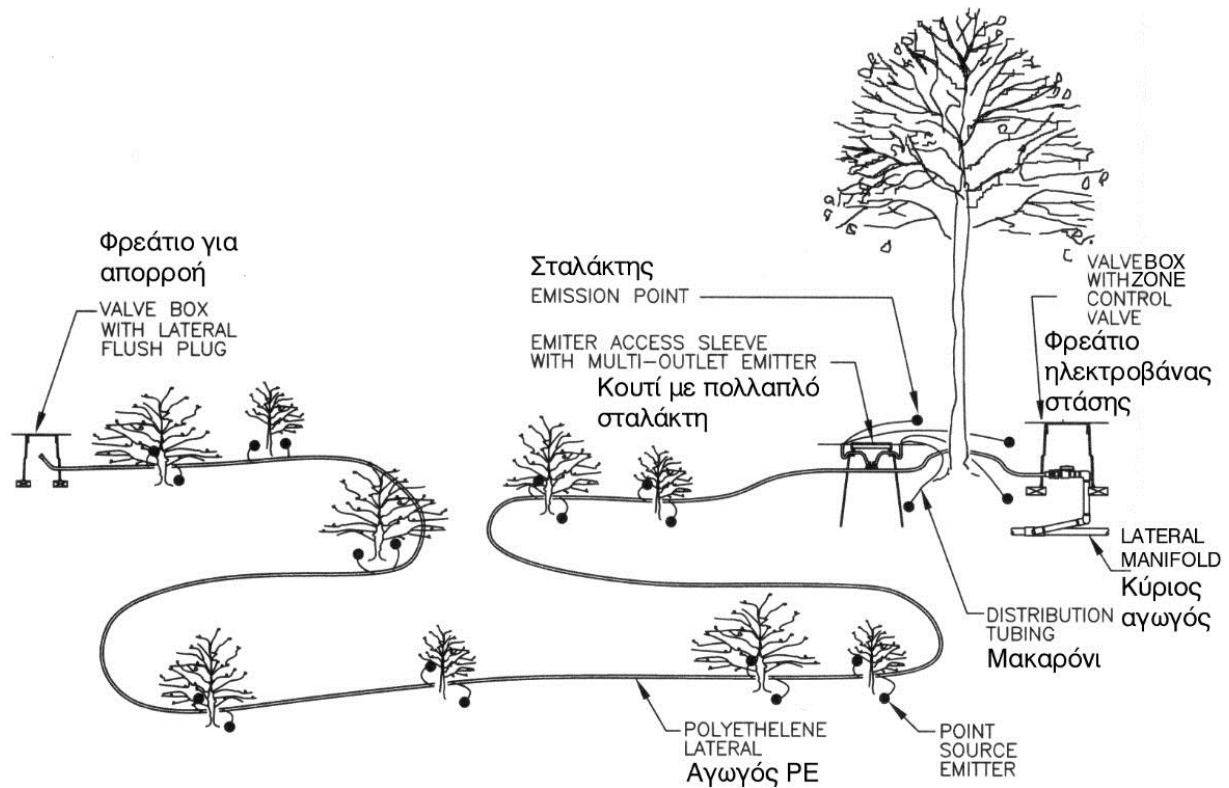


Τυπική διάταξη στάσης δικτύου σε αραιή φύτευση

Ελάττωση πίεσης στη βάση φρεατίων (αποφυγή βύθισης)



Σήμανση υπόγειων αγωγών (αποφυγή ζημιών)







Υπολογισμοί

- Οι ημερήσιες ανάγκες σε νερό υπολογίζονται με κάποια από τις γνωστές μεθόδους (π.χ. FAO paper 56 Penman-Monteith για την ET_o και WUCOLS για το K_L) ή εκτιμώνται με βάση σχετικούς κανονισμούς
- Για αραιές φυτεύσεις (όλα τα φυτά):
 - $A_{\text{κόμης}}(\text{m}^2) = c \times (\pi/4) \times D_{\text{κόμης}}(\text{m})^2$
 - $WND(\text{L/day}) = A_{\text{κόμης}}(\text{m}^2) \times K_L \times ET_o(\text{mm/day})$

WND = ημερήσιες ανάγκες σε νερό (water needs / day)

K_L = φυτικός συντελεστής τοπίου (landscape)

ET_o = εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm/day)

$A_{\text{κόμης}}$ = εμβαδόν ορθής προβολής κόμης (m)

$D_{\text{κόμης}}$ = διάμετρος ορθής προβολής κόμης (m)

C = σύμφωνα με ορισμένες πηγές (Rainbird, Irrigation Association) πρέπει για να μην υπάρχει πρόβλημα με συγκέντρωση αλάτων στην περιοχή της ρίζας, τουλάχιστον το 50% της προβολής της κόμης να διαβρέχεται. Επομένως το c παίρνει τιμές: 50%-100%



Επιλογή αριθμού σταλακτών

- Με βάση τον τύπο του εδάφους (σχέση οριζόντιας – κατακόρυφης διήθησης) και το ελάχιστο βάθος άρδευσης επιλέγουμε την κατάλληλη παροχή των σταλακτών ώστε να έχει δυνατότητα το νερό να φτάσει στο βάθος που θέλουμε
[\[Πίνακας\]](#)



Πρόγραμμα άρδευσης – διάρκεια και εύρος άρδευσης

- **Διάρκεια άρδευσης επαναφοράς εδαφικής υγρασίας (Field Capacity Run Time):**

- Όστε να δοθεί η συνιστώμενη δόση άρδευσης και να επανέλθει η υγρασία του εδάφους στο επίπεδο της υδατοικανότητας:

- $Rt_{fc} \text{ (min)} = 60 \times MAD \times AW \times H \times A_{\text{κόμης}} / \eta \chi \alpha \chi \text{ I E}$ όπου:

- MAD η επιτρεπτή κατανάλωση αποθεμάτων νερού (30-50% συνήθως)
- AW η διαθέσιμη υγρασία (mm/m)
- H το επιθυμητό βάθος άρδευσης (m)
- $A_{\text{κόμης}}$ η επιφάνεια της ορθής προβολής της κόμης (m²)
- η ο αριθμός και α η παροχή των σταλακτών (l/h)
- IE η αποτελεσματικότητα του συστήματος



Πρόγραμμα άρδευσης – διάρκεια και εύρος άρδευσης

- Διάρκεια άρδευσης (Run time):
 - $RT \text{ (min)} = Rt_{fc}$
- Εύρος άρδευσης (irrigation interval):
 - $EA \text{ (days)} = \frac{(n \times q \text{ (l/h)} \times RT \text{ (min)}) / 60}{WND \text{ (l/day)}}$



Άρδευση υπόλοιπων φυτών

- Επειδή έχουμε ήδη ορίσει το χρόνο λειτουργίας για κάθε υδροζώνη (για το φυτό βάσης) θα χρησιμοποιήσουμε το στοιχείο αυτό κατά την επιλογή της παροχής και της ποσότητας των επιπλέον εξόδων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε άλλο φυτό.
- Εκτιμούμε τις ανάγκες κάθε φυτού για την περίοδο που αντιστοιχεί στο εύρος άρδευσης.
- Διαιρούμε τις ανάγκες κάθε φυτού για την περίοδο που αντιστοιχεί στο εύρος άρδευσης με το χρόνο λειτουργίας του συστήματος που υπολογίσαμε για το φυτό βάσης. Έτσι θα βρούμε την απαιτούμενη συνολική παροχή.



Άρδευση υπόλοιπων φυτών

- Στην συνέχεια επιλέγουμε αριθμό εξόδων (n) για κάθε φυτό έτσι ώστε η συνολική παροχή να είναι ίση με την παροχή που υπολογίστηκε μόλις πριν.
- Εάν υπάρχουν δεδομένα σχετικά με την διάμετρο διαβροχής των σταλακτών που σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε μπορούμε να συνδυάσουμε και την εκτίμηση του μέγιστου αριθμού σταλακτών που μπορούν να τοποθετηθούν κάτω από την κόμη του φυτού μέσω της σχέσης:
 - $n = A_{\text{κόμης}} \times 0,75 / WA$
 - $WA \text{ (m}^2\text{)} = D \text{ (διάμετρος διαβροχής, m)}^2 \times (\pi/4)$



Άρδευση υπόλοιπων φυτών

- Συστήνεται:
 - σε κάθε φυτό να τοποθετούνται τουλάχιστον δύο σταλάκτες,
 - οι σταλάκτες να τοποθετούνται ομοιόμορφα κάτω από την κόμη του φυτού,
 - όλες οι έξοδοι σε κάθε φυτό να έχουν την ίδια παροχή.

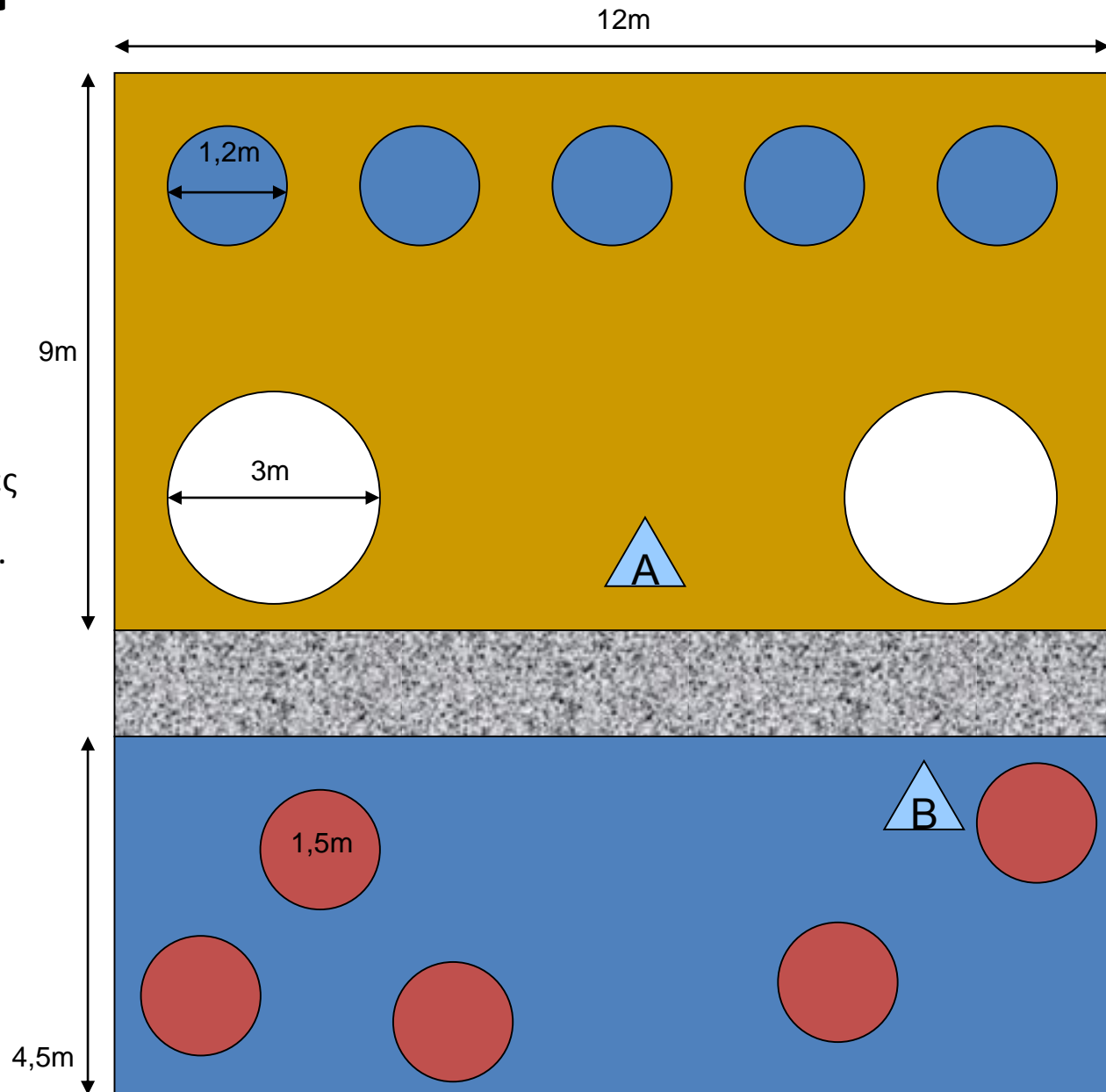


Παράδειγμα υπολογισμών στάγδην άρδευσης



Παράδειγμα

- Έχουμε ένα κήπο με δύο υδροζώνες
- Αποτελεσματικότητα εφαρμογής: 90%
- Η υδροζώνη A:
 - ελαφρύ έδαφος,
 - 5 αζαλέες (θάμνοι) με διάμετρο κόμης (ώριμα φυτά) 1,2m και 2 μυρτιές (δένδρα) με διάμετρο κόμης (ώριμα φυτά) 3m. Η φύτευση θεωρείται αραιή.
- Η υδροζώνη B:
 - ελαφρύ έδαφος,
 - Πλήρης εδαφοκάλυψη από μικρούς θάμνους
 - 5 μανταρινιές μικρής ανάπτυξης (μικρά δένδρα) με διάμετρο κόμης (ώριμα φυτά) 1,5m. Η φύτευση θεωρείται πυκνή.









Παράδειγμα – Υδροζώνη Α - Αραιή

1. Οι ανάγκες σε νερό υπολογίστηκαν ίσες με $WND=1,5$ και $12,5 \text{ l/day}$ για τις αζαλέες και τις μυρτιές αντίστοιχα. Επομένως οι αζαλέες είναι το φυτό βάσης.
2. Το επιθυμητό ελάχιστο βάθος άρδευσης είναι περίπου $0,45\text{m}$ (μικροί θάμνοι: $50\% \times 0,9\text{m}$)
3. Έχουμε ελαφρύ έδαφος (σχέση οριζόντιας – κατακόρυφης κίνησης $0,5x-x$ μέχρι να φτάσουμε στη μέγιστη διαβροχή) και βάθος άρδευσης $0,45\text{m}$. Από το σχετικό [πίνακα](#) επιλέγουμε σταλάκτες παροχής **4l/h** , άρα αναμένουμε μέγιστη ακτίνα διαβροχής 35cm και βάθος 70cm (υπερκαλύπτει αυτό που θέλαμε).



Drippers

Σταλάκτες

DESCRIPTION ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	CODE ΚΩΔΙΚΟΣ	SPECIFICATIONS ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	PACKING ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ		PRICE ΤΙΜΗ		
			pcs/bag Τεμ/σακ	pcs/cart. Τεμ/καθ	per pc Ανα τεμ		
On-Line Drippers			Σταλάκτες Καρφωτοί				
'HYDRA' 'ΥΔΡΑ'	3088		3088/0002	Red - 2lt/h - Κόκκινο	100	5000 E	0,065
			3088/0004	Green - 4lt/h - Πράσινο	100	5000 E	0,065
Placed directly onto PE pipe 16-32mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 16-32mm.							
'NESTOS' 'ΝΕΣΤΟΣ'	3092		3092/0002	Black - 2lt/h - Μαύρο	100	5000 H	0,11
			3092/0004	Green - 4lt/h - Πράσινο	100	5000 H	0,11
			3092/0006	Red - 6lt/h - Κόκκινο	100	5000 H	0,11
			3092/0008	Brown - 8lt/h - Καφέ	100	5000 H	0,11
			3092/0016	Purple - 16lt/h - Μωβ	100	5000 H	0,11
	Placed directly onto PE pipe 12-32mm or at end of pipe 6mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 12-32mm και σε σωλ. 6mm.						
'ILISOS' 'ΙΛΙΣΟΣ'	3118		3118/0004	Green - 4lt/h - Πράσινο	100	6000 A	0,09
			3118/0008	Brown - 8lt/h - Καφέ	100	6000 A	0,09
Placed directly onto PE pipe 12-32mm or at end of pipe 6mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 12-32mm και σε σωλ. 6mm.							
'LOUDIAS' 'ΛΟΥΔΙΑΣ'	3090		3090/0004	Green - 4lt/h - Πράσινο	100	5000 A	0,115
			3090/0006	Red - 6lt/h - Κόκκινο	100	5000 A	0,115
			3090/0008	Blue - 8lt/h - Μπλέ	100	5000 A	0,115
Placed directly onto PE pipe 12-20mm or at end of pipe 6mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 12-32mm και σε σωλ. 6mm.							

B



Παράδειγμα – Υδροζώνη Α - Αραιή

4. Υπολογίζουμε την περιοχή που διαβρέχεται για κάθε σταλάκτη, $WA=(\pi/4)\times 0,70\text{m}^2=0,38\text{m}^2$
5. Η έκταση προς διαβροχή για κάθε μία από τις αζαλέες είναι: $A_{\text{κόμης}} = 100\% \times (\pi/4) \times 1,2\text{m} \times 1,2\text{m} = 1,12 \text{ m}^2$
6. Κάτω από την κόμη μπορούν να μπουν έως: $n= A_{\text{κόμης}} \times 0,75 / WA=3$ σταλάκτες για κάθε αζαλέα (ομοιόμορφα κατανεμημένοι στην προβολή της κόμης)



Παράδειγμα – Υδροζώνη Α - Αραιή

- Μπορούμε να τοποθετήσουμε από 1-3 σταλάκτες. Για λόγους ασφαλείας δεν θέλουμε να βάλουμε 1 σταλάκτη μόνο. Θα τοποθετήσουμε δύο σταλάκτες.
- Έστω ότι θέλουμε r_{fc} της τάξης του 50% (0,5), τότε από τη σχέση υπολογισμού της R_{tfc} ($MAD=50\%$, $AW=100\text{mm/m}$, $A_{\text{κόμης}}=1,12\text{m}^2$, $n=2$, $q=4\text{l/h}$, $IE=90\%$) βρίσκουμε διάρκεια άρδευσης 210min.



Παράδειγμα – Υδροζώνη Α - Αραιή

9. Το εύρος άρδευσης θα είναι:
$$EA = 2 \times 4l / h \times 210 \text{min} / 60 / 1,5l / \text{day} = 18,6 \text{ ημέρες}$$
10. Επιλέγουμε έναν μικρότερο αλλά πρακτικά εφαρμόσιμο χρόνο: π.χ. 14 ημέρες (κάθε δύο εβδομάδες) ή 7 ημέρες (κάθε εβδομάδα) ή 2 (κάθε δεύτερη ημέρα) ή 1 (κάθε ημέρα).
11. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να υπολογίσουμε το νέο χρόνο άρδευσης π.χ. εάν επιλέξουμε 7 ημέρες, το RT θα είναι: 78,75min (περίπου 80min)



Παράδειγμα – Υδροζώνη Α - Αραιή

12. Για τα υπόλοιπα φυτά (μυρτιές) αφού γνωρίζουμε το χρόνο άρδευσης η απαιτούμενη παροχή είναι: $12,5\text{l/day} \times 7\text{days} / 80\text{ min} = 66\text{l/h}$
13. Αν επιλέξουμε ρυθμιζόμενους σταλάκτες παροχής 0-70l/h, θα χρειαστούμε 2 σταλάκτες (υπάρχουν διαθέσιμοι στο εμπόριο) οι οποίοι θα ρυθμιστούν στη μέση. Οι σταλάκτες θα συνδεθούν στους αγωγούς ζώνης (κατευθείαν πάνω τους ή με σωλήνα Φ6).

Σημείωση:

Για τους σταλάκτες αυτούς σύμφωνα με τον κατασκευαστή:

0-14l/h: πότισμα σταγόνας

14-70l/h: πότισμα ομπρέλας (bubbler)



Drippers Σταλάκτες

Adjustable On-Line Drippers Ρυθμιζόμενοι Σταλάκτες Καρφωτοί

'ARDAS' 'ΑΡΔΑΣ'	3091		3091/0000	Red - 0-70lt/h - Κόκκινο	100	5000 A	0,060	
			0-14lt/h drip irrigation 0-14lt/h πότισμα σταγόνα. 14-70lt/h umbrella irrigation 14-70lt/h πότισμα ομπρέλας.					
			Placed directly onto PE pipe 12-32mm or at end of pipe 6mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 12-32mm και σε σωλ. 6mm.					

'STRIMON' 'ΣΤΡΥΜΩΝ'	3091		3091/0100	Green - 0-100lt/h - Πράσινο	100	4000 H	0,090	
			0-30lt/h drip irrigation 0-30lt/h πότισμα σταγόνα. 30-100lt/h umbrella irrigation 30-100lt/h πότισμα ομπρέλας.					
			Placed directly onto PE pipe 12-32mm or at end of pipe 6mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 12-32mm και σε σωλ. 6mm.					

'EVROS' 'ΕΒΡΟΣ'	3093		3093/0150	Black - 0-150lt/h - Μαύρο	100	3500 H	0,095	
			Placed directly onto PE pipe 12-32mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 12-32mm και σε σωλ.					

'BUBBLER' 'BUBBLER'	3098		3098/0140	Purple - 0-140lt/h - Μωβ	100	4500 H	0,105	
			Placed directly onto PE pipe 12-32mm or at end of pipe 6mm. Τοποθετείται σε σωλήνα PE 12-32mm και σε σωλ. 6mm.					

18	Discharge values of drippers measured at 1.0 Atm For dripper HYDRA use punch Φ4 for the other drippers use punch Φ3.	Οι τιμές παροχής για τους σταλάκτες έχουν μετρηθεί σε πίεση 1.0 Atm Για τον σταλάκτη ΥΔΡΑ χρησιμοποιήστε σιγήστρα Φ4, για τους υπόλοιπους σταλάκτες σιγήστρα Φ3.
-----------	--	--



Παράδειγμα – Υδροζώνη Α - Αραιή

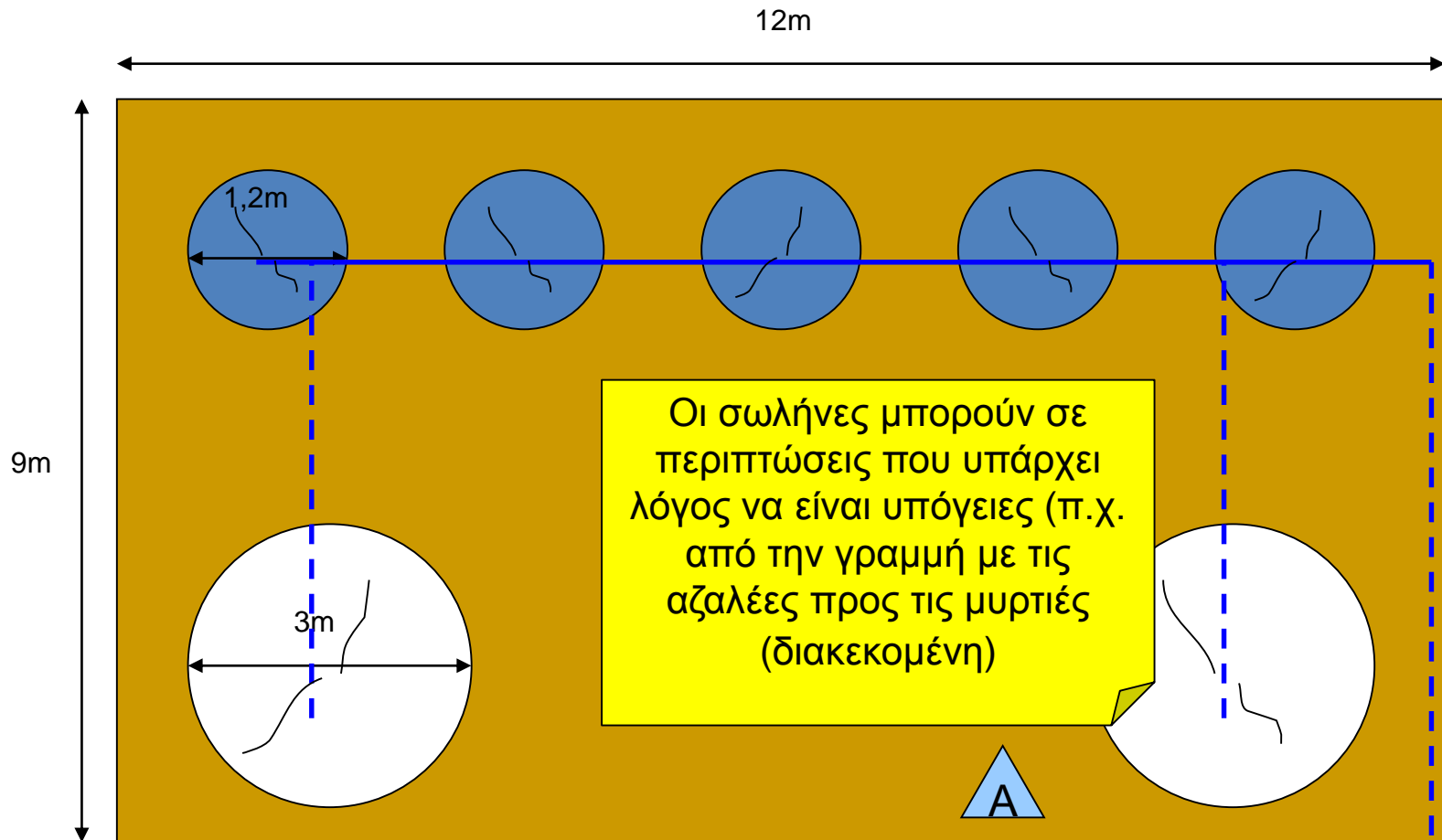
- Συνοψίζοντας για την υδροζώνη Α θα χρησιμοποιήσουμε:
 - 2 απλούς σταλάκτες παροχής 4l/h για κάθε αζαλέα, ομοιόμορφα κατανεμημένους στην προβολή της κόμης
 - 2 ρυθμιζόμενους σταλάκτες παροχής 0-70l/h (33l/h ο καθένας), για κάθε μυρτιά, ομοιόμορφα κατανεμημένους στην προβολή της κόμης
 - Το σύστημα θα λειτουργεί για 80 min ανά 7 ημέρες

Συστήνεται να τοποθετούνται δύο τουλάχιστον σταλάκτες ανά φυτό ώστε να μην υπάρχει μεγάλο πρόβλημα όταν βουλώσει ο ένας.

Σημειώνεται ότι ορισμένοι μελετητές δεν συστήνουν την χρήση σταλακτών παροχής 2l/h γιατί είναι πιο επικίνδυνο να παρουσιάσουν εμφράξεις



Παράδειγμα – Υδροζώνη Α - Αραιή



2 απλούς σταλάκτες παροχής 4l/h για κάθε αζαλέα, ομοιόμορφα κατανομημένους στην προβολή της κόμης
2 ρυθμιζόμενους σταλάκτες παροχής 0-70l/h, για κάθε μυρτιά
Το σύστημα θα λειτουργεί για 80 min ανά 7 ημέρες

Εναλλακτική για δένδρα και θάμνους





Σε μεγάλα δένδρα χρησιμοποιείται και η διάταξη πλήρους κύκλου σε απλή ή διπλή σειρά



Παράδειγμα – Υδροζώνη Β - Πυκνή

1. Οι ανάγκες σε νερό υπολογίστηκαν ίσες με:
 - $WND=4\text{mm/day}$ για το φυτό εδαφοκάλυψης (φυτό βάσης) και
 - $WND=5\text{mm/day} \times [(\pi/4) \times 1,5^2\text{m}^2] / 90\%=9,8\text{l/day}$ για τις μανταρινιές.
2. Στις πυκνές φυτεύσεις συνιστάται η χρήση σταλακτηφόρων αγωγών. Σε αυτούς μπορούν να συνδεθούν και επιπλέον σταλάκτες όπου απαιτείται.
3. Το επιθυμητό βάθος άρδευσης για το φυτό βάσης είναι περίπου $0,25\text{m}$ (φυτοκάλυψη: $\approx 50\% \times 0,45\text{m}$)
4. Έχουμε ελαφρύ έδαφος, επιθυμητό βάθος άρδευσης $0,25\text{m}$. Από τον σχετικό [πίνακα](#) για να φτάσουμε σε αυτό το βάθος επιλέγουμε σταλάκτες παροχής 2l/h που έχουν μέγιστη ακτίνα διαβροχής 15cm και σχέση οριζόντιας – κατακόρυφης κίνησης $x:2x$ (άρα βάθος 30cm) έως την επίτευξη της μέγιστης ακτίνας διαβροχής (στη συνέχεια το νερό κινείται μόνο προς τα κάτω).

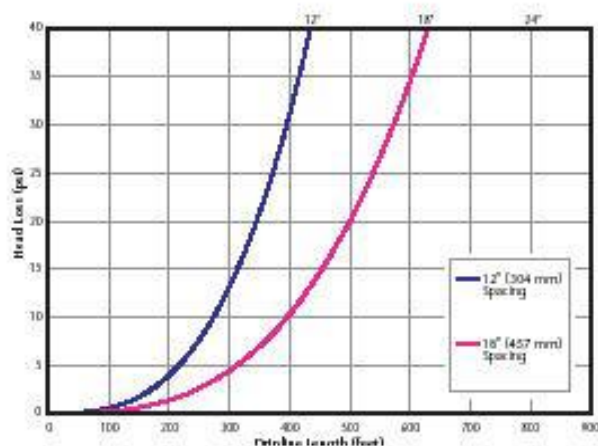


Παράδειγμα – Υδροζώνη Β - Πυκνή

- Μπορούμε να τοποθετήσουμε τους σταλάκτες σε απόσταση 25 cm ($30\text{cm} \times 80\% = 24\text{cm} = 0,24\text{m}$) και γνωρίζουμε ότι όταν φτάσουμε στη μέγιστη διάμετρο διαβροχής (30cm) το νερό θα έχει φτάσει σε βάθος τα 30cm (0,5x:x)
- Έστω ότι στο εμπόριο υπάρχουν μόνο σταλακτηφόροι $\Phi 16$, 2l/h με αποστάσεις σταλακτών 0,3 και 0,45m. Επιλέγουμε την κοντινότερη σε αυτή που υπολογίσαμε απόσταση σταλακτών, άρα $s=0,3\text{m}$
- Όσο αφορά τις αποστάσεις των σταλακτηφόρων αγωγών, αφήνουμε 10cm από τα όρια της περιοχής που θα αρδευτεί και διαιρούμε με την απόσταση που υπολογίσαμε για τους σταλάκτες: $(4,5\text{m} - 2 \times 10\text{cm}) / 0,3\text{m} + 1 \approx 15$ σειρές ανά $(4,5\text{m} - 2 \times 10\text{cm}) / (15 - 1) = 0,3\text{m}$, άρα $l=0,3\text{m}$



Head Loss vs. Dripline Length and Emitter Spacing DL2000 5/8", 0.53 GPH (2 LPH) Emitter @ 0% Slope

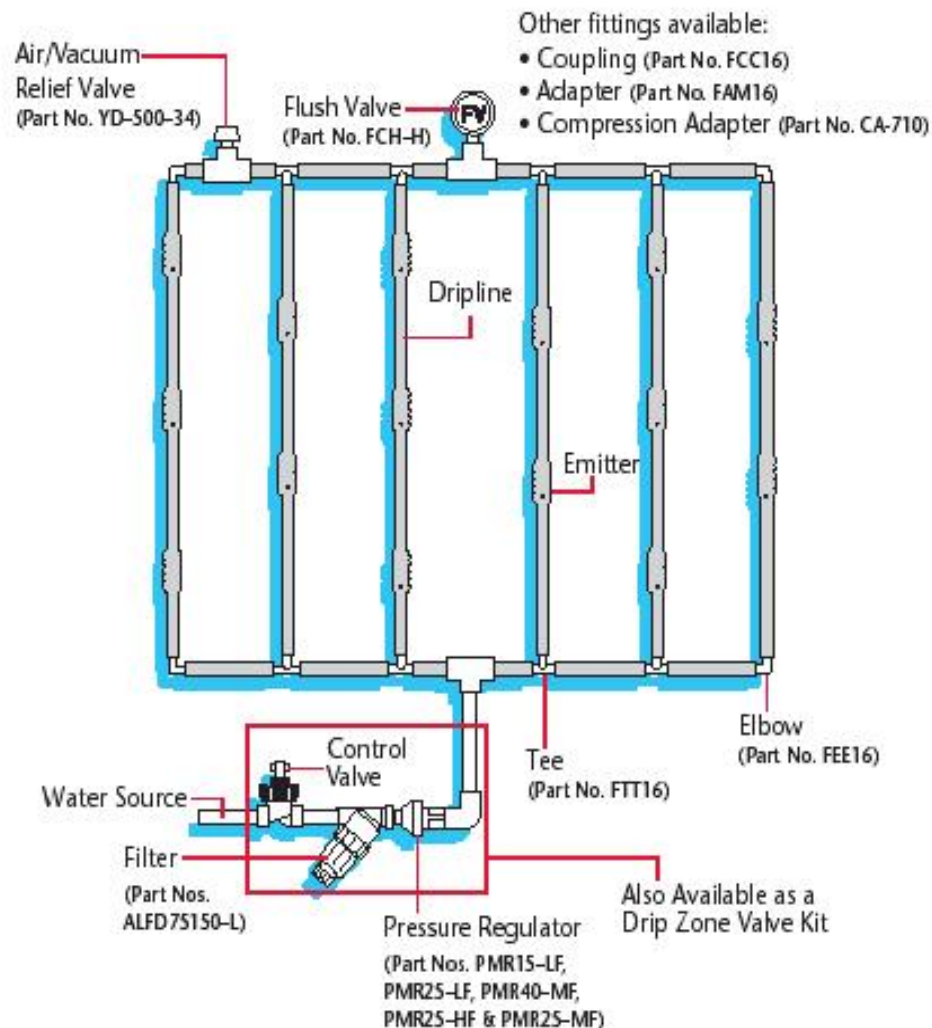


Specifications—DL2000 5/8"

Coefficient of Variation (Cv)	≤ 5%	
Flow Exponent (x)	0.05	
Inside Diameter	0.620"	15,75mm
Outside Diameter	0.710"	18,03mm
Wall	0.045"	1,143mm
Operating Pressure (P)	15–60 psi	1,03–4,13 Bar
Minimum Filtration Requirement	120 Mesh	125 Micron
Hazen-Williams C Factor	140	
Barb Loss Factor (Kd)	.98	

Length of Run Chart—Metric

(15.75mm ID/18mm OD)			Inlet Pressure vs. Maximum Length of Run in Meters			
Part Number	Flow Rate	Emitter Spacing	1,03 Bar	1,72 Bar	2,07 Bar	2,76 Bar
RPG212	2,0 LPH	30,5 cm	76 m	110 m	122 m	140 m
RPG218	2,0 LPH	45,7 cm	107 m	157 m	172 m	198 m
RPG412	4,0 LPH	30,5 cm	49 m	73 m	79 m	91 m
RPG418	4,0 LPH	45,7 cm	73 m	104 m	114 m	131 m





Παράδειγμα – Υδροζώνη Β - Πυκνή

8. Η ένταση εφαρμογής των σταλακτηφόρων είναι: $QE=2l/h / 0,3m \times 0,3m = 22,22 \text{ mm/h}$
9. Η διάρκεια άρδευσης για επαναφορά στην υδατοικανότητα είναι ίση με (MAD=50%, AW=100mm/m):
 $R_{tfc}=60 \times 50\% \times 100\text{mm/m} \times 0,25\text{m} \times (0,3\text{m}^2) / 2l/h \times 90\% = 37,5\text{min}$
10. Το εύρος άρδευσης είναι ίσο με:
 $EA=(22,22\text{mm/h} \times 37,5\text{min} / 60) / 4\text{mm/day} = 3,47 \text{ ημέρες}$ (πρακτική λύση: 40min ανά 3 ημέρες)



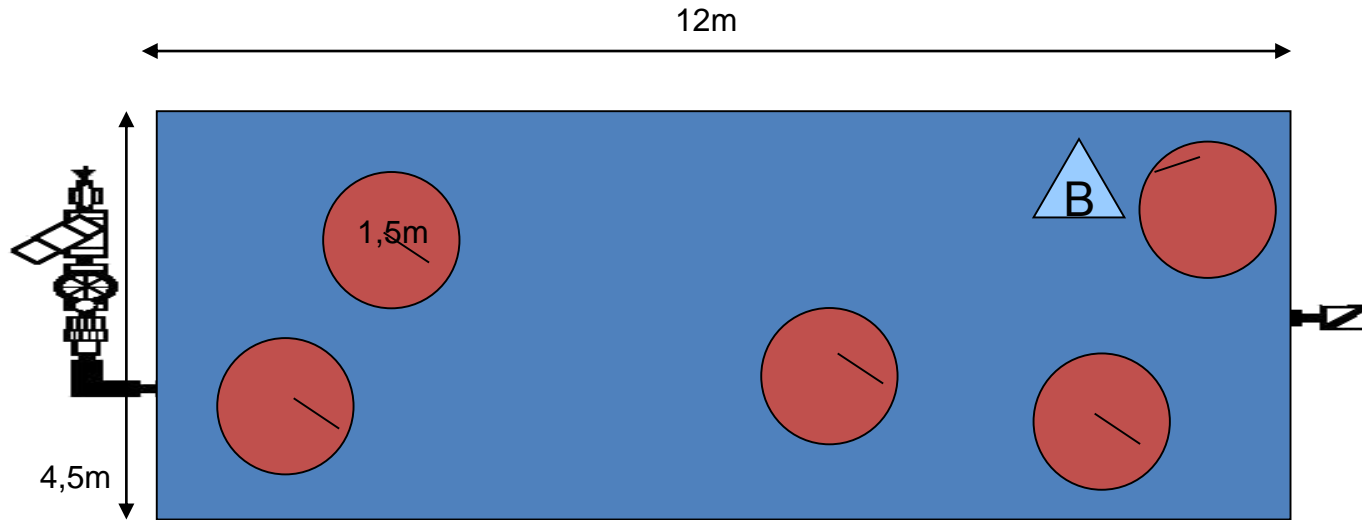
Παράδειγμα – Υδροζώνη Β - Πυκνή

11. Για τα υπόλοιπα φυτά (μανταρινιές) αφού γνωρίζουμε το χρόνο λειτουργίας η απαιτούμενη παροχή είναι: $9,8\text{l/day} \times 3\text{days} / 40\text{min} = 0,49\text{l/min} \times 60 = 44,1\text{l/h}$
12. Θα χρησιμοποιήσουμε 1 ρυθμιζόμενο σταλάκτη παροχής 0-70l/h (υπάρχει διαθέσιμος στο εμπόριο) για κάθε μανταρινιά, ο σταλάκτης θα συνδεθεί στους σταλακτηφόρους (κατευθείαν πάνω τους ή με σωλήνα Φ6).

Παράδειγμα – Υδροζώνη Β - Πυκνή

- Συνοψίζοντας για την υδροζώνη Β θα χρησιμοποιήσουμε:
 - 15 σειρές σταλακτηφόρων 2l/h με αποστάσεις σταλακτών 0,3m και αγωγών 0,3m
 - 1 ρυθμιζόμενο σταλάκτη παροχής 0-70l/h, για κάθε μανταρινιά
 - Το σύστημα θα λειτουργεί για 40 min ανά 3 ημέρες

Παράδειγμα – Υδροζώνη Β - Πυκνή



15 σειρές σταλακτηφόρων 2l/h με αποστάσεις σταλακτών 0,3m και αγωγών 0,3m

1 ρυθμιζόμενος σταλάκτης παροχής 0-70l/h, για κάθε μανταρινιά

Το σύστημα θα λειτουργεί για 40min ανά 3 ημέρες

Προσοχή!

Οι κατασκευαστές σταλακτηφόρων συνιστούν συνήθως ένα μέγιστο μήκος σταλακτηφόρου (ανάλογα με \varnothing και πίεση στην αρχή) το οποίο δεν πρέπει να ξεπερνάμε (σχετίζεται με τις αναμενόμενες απώλειες πίεσης)



Στάγδην άρδευση σε καλλιέργειες με παραγωγική κατεύθυνση

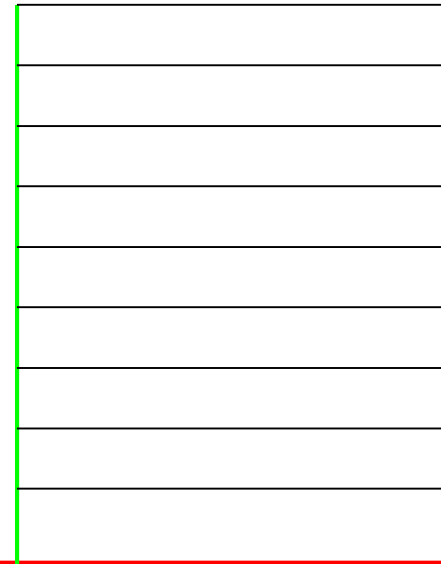
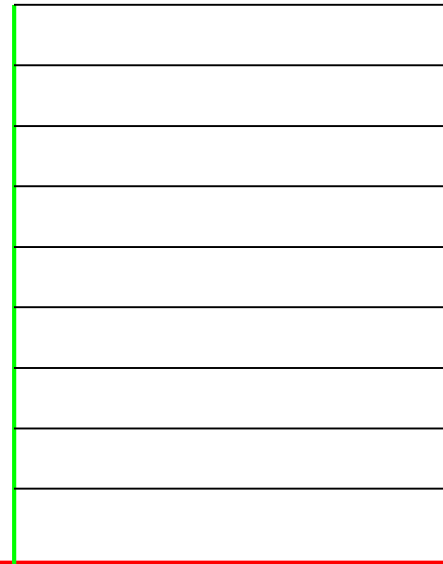




Τυπική διάταξη δικτύου

Τριτεύον δίκτυο – Αγωγοί εφαρμογής (Laterals)

Δευτερεύον
δίκτυο (Zone
pipes)



Συλλεκτήριος
αγωγός

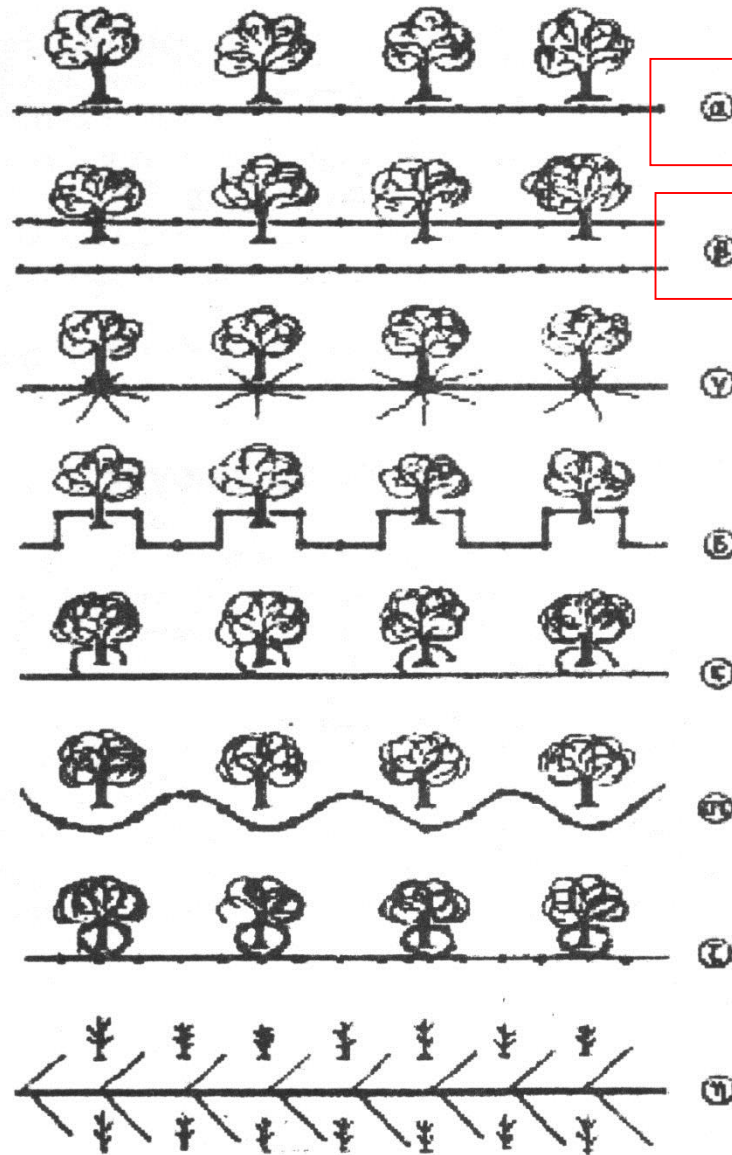


Πρωτεύον δίκτυο (Mainline)

Τυπικές διατάξεις αγωγών εφαρμογής

Οι (α), (β) έχουν επικρατήσει στην πράξη για υπαίθριες καλλιέργειες, λόγω ευκολίας ανάπτυξης και μαζέματος

Η (β) πρακτικά για αμμώδη εδάφη



α

Ενδεικτικές διατάξεις γραμμών άρδευσης .

β

α. Ευθεία διάταξη με μία γραμμή για κάθε σειρά φυτών .

γ

β. Ευθεία διάταξη με δύο γραμμές για κάθε σειρά φυτών .

δ

γ. Ευθεία διάταξη με σταλακτήρες πολλαπλής εξόδου .

ε

δ. Μαιανδρική διάταξη. ε. Κυκλική διάταξη .

ς

στ. Κυματοειδής διάταξη .

ζ

ζ. Κυκλική διάταξη με σταλακτήρες και πάνω στη γραμμή.

η

η. Διάταξη ψαροκόκαλο.

θ

Βασικές αρχές τοποθέτησης

- Μία από τις βασικές αρχές της άρδευσης με σταγόνες είναι ότι δεν είναι απαραίτητο να διαβραχεί όλος ο όγκος του εδάφους για την πλήρη άρδευση της καλλιέργειας αλλά μόνο τμήμα αυτού.
- Η απόσταση των σταλακτών στον αγωγό είναι συνάρτηση της μηχανικής σύστασης του εδάφους.
- Για να εξασφαλίσουμε μία συνεχή ζώνη διαβροχής του εδάφους κατά μήκος των σταλακτηφόρων αγωγών πρέπει η απόσταση των σταλακτών πάνω σε αυτούς να είναι ίση με το 80% της διαμέτρου διαβροχής τους ($0,8D$).
- Το ποσοστό διαβροχής του συνολικού όγκου του εδάφους P πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 20-30% σε σπωρώνες ενώ για τις ανθοκομικές καλλιέργειες θέλουμε να έχουμε $P=100\%$.

Ποσοστό διαβροχής P

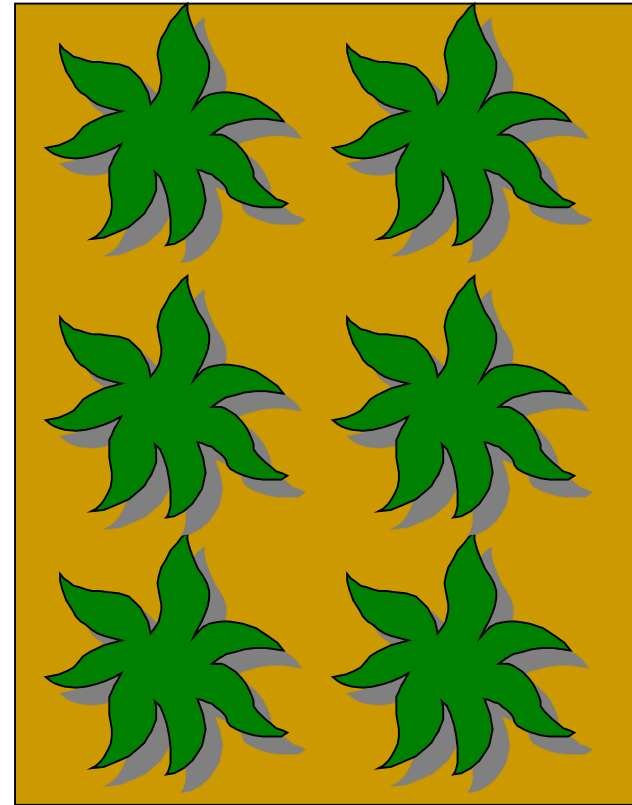
- Το ποσοστό εδάφους που θέλουμε να διαβραχεί μπορεί να εκτιμηθεί μέσω της απλοποιημένης προσέγγισης:
- $P = A_{\phi} / A_{\varepsilon\delta}$ όπου



– A_{ϕ} : συνολικό εμβαδόν κατακόρυφης προβολής κόμης φυτών και



– $A_{\varepsilon\delta}$: εμβαδόν ζώνης άρδευσης





Ποσοστό βρεχόμενου όγκου εδάφους (P)

Ποσοστό βρεχόμενου εδάφους (P) με διάφορες παροχές και αποστάσεις σταλακτήρων με ένα ευθύ πλευρικό ανά σειρά φυτών και με δόση άρδευσης 40 mm (40 m³/στρ.) (Keller and Karmeli, 1974a).

Διάστημα μεταξύ πλευρικών σωλήνων (m)	Παροχή σταλακτήρων (lt/h)														
	< 1,5			2			4			8			> 12		
	Συνιστώμενη απόσταση σταλακτήρων στον πλευρικό σωλήνα (m)														
	E ⁽¹⁾	M ⁽¹⁾	B ⁽¹⁾	E	M	B	E	M	B	E	M	B	E	M	B
0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0	
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	77	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

⁽¹⁾ Έδαφος: E = ελαφρό, M = μέσο, B = βαρύ.

[Μιχαλάκης, 1998. Πίνακας 10.4.4.1. Keller and Karmeli 1974]

- Τιμές με αποστάσεις σταλακτών επί του αγωγού εφαρμογής ίσες με 80% της διαμέτρου διαβροχής σε βάθος 30cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
- **Ισχύει μόνο για την περίπτωση που εφαρμόζονται 40mm νερού (40m³/στρέμμα)**
- Για μικρότερες δόσεις συνίσταται για τον καθορισμό του P να λαμβάνεται το μισό της πραγματικής παροχής των σταλακτών.
- Για περιοχές με δύσκολα περατά ή αδιαπέραστα στρώματα –αύξηση οριζόντιας κίνησης- για τον καθορισμό του P να λαμβάνεται υπερδιπλάσια παροχή σταλακτών σχέση με την πραγματική



Μετά από επεξεργασία και μικρές τροποποιήσεις του προηγούμενου:

Μέση διάμετρος βρεχόμενου εδάφους \bar{d} σε σχέση με τη μέση εκροή του πλευρικού σε εδάφη διάφορων τύπων.

Μέση εκροή πλευρικού $E_{\pi} = \bar{q}/S_{\sigma}$ (lt/h·m)	Τύπος εδάφους**							
	Αμμώδη		Πηλοαμμώδη		Μέσα		Βαριά	
	\bar{d}	S_{π}^*	\bar{d}	S_{π}^*	\bar{d}	S_{π}^*	\bar{d}	S_{π}^*
1	—	—	—	—	—	—	0,90	3
2	—	—	—	—	—	—	1,20	4
3	—	—	0,60	2	0,90	3	1,50	5
4	0,30	1	0,75	—	1,20	4	1,80	6
5	—	—	0,90	3	1,50	5	2,10	7
6	0,35	1,2	1,00	—	1,80	6	2,40	8
7	—	—	1,10	—	1,95	6,5	2,70	9
8	0,40	1,3	1,20	4	2,10	7	3,00	10

* S_{π} = μέση απόσταση πλευρικών που αντιστοιχεί σε ποσοστό βρεχόμενου εδάφους $P = 0,3$ (30%).

** Ελαφρά: αμμώδη, πηλοαμμώδη.

Μέσα: αμμοπηλώδη, πηλώδη, ιλυοπηλώδη, ιλυώδη, αργιλοπηλώδη, αμμοαργιλοπηλώδη, ιλυοαργιλοπηλώδη.

Βαριά: αμμοαργιλώδη, ιλυαργιλώδη, αργιλώδη.

[Μιχαλάκης, 1998. Πίνακας 13.5.1.]

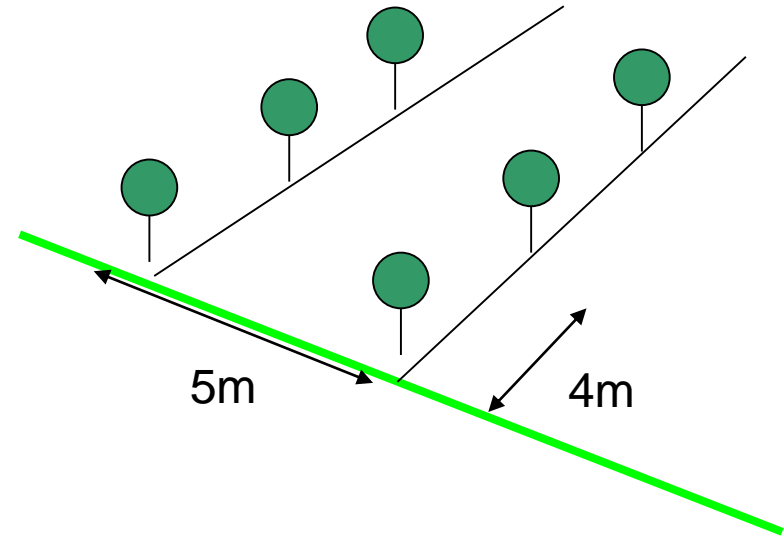
- Η μέση εκροή αγωγών εφαρμογής υπολογίζεται από τη σχέση: $E_{\pi} = q/S_{\sigma}$ όπου q η μέση παροχή των σταλακτών (l/h) και S_{σ} η απόσταση των σταλακτών επί του αγωγού (m)
- Για υπολογισμό της S_{π} για τιμές P διαφορετικές του 30%, χρησιμοποιείται η σχέση: $S_{\pi} = d/P$ όπου d η μέση διάμετρος του βρεχόμενου από το σταλάκτη χώρου (m) και P το ποσοστό διαβροχής του όγκου του εδάφους

Πως χρησιμοποιούνται

1. Καθορίζεται το επιθυμητό P και η απόσταση $S\pi$ - που συνήθως συμπίπτει με την απόσταση των γραμμών της καλλιέργειας-
2. Από τη σχέση $d=P \cdot S\pi$ υπολογίζεται η μέση διάμετρος του βρεχόμενου από το σταλακτήρα χώρου
3. Από τον προηγούμενο πίνακα βρίσκεται ανάλογα με το έδαφος η $E\pi$ που αντιστοιχεί στην d
4. Από τη σχέση $q=E\pi \cdot S\sigma$ προσδιορίζονται τα ζεύγη τιμών q και $S\sigma$ και επιλέγεται το προσφορότερο από οικονομική και πρακτική πλευρά υπό τον όρο να είναι $S\sigma \leq 0,8d$ ώστε να υπάρχει επαρκής επικάλυψη των υγρών περιοχών

Παράδειγμα

- Φύτευση καλλωπιστικής δαμασκηνιάς σε μέσο έδαφος και αποστάσεις δένδρων $4 \times 5\text{m}$. Να βρεθούν τα q , $S\sigma$ και $S\pi$ που εξασφαλίζουν $P=30\%$
 - Θα τοποθετηθεί απλή γραμμή κατά την έννοια των 4m (για να μένει φαρδύτερη λωρίδα για καλλιέργεια) άρα $S\pi=5\text{m}$





Παράδειγμα

- Υπολογίζουμε ότι: $d=0,3 \cdot 5=1,5m$
- Από τον πίνακα για μέσο έδαφος και $d=1,5m$ βρίσκουμε $E_{\pi}=5l/hm$

Μέση διάμετρος βρεχόμενου εδάφους \bar{d} σε σχέση με τη μέση εκροή του πλευρικού σε εδάφη διάφορων τύπων.

Μέση εκροή πλευρικού $E_{\pi} = \bar{q}/S_{\pi}$ (lt/h·m)	Τύπος εδάφους**							
	Αμμώδη		Πηλοαμμώδη		Μέσα		Βαριά	
	\bar{d}	S_{π}^*	\bar{d}	S_{π}^*	\bar{d}	S_{π}^*	\bar{d}	S_{π}^*
1	—	—	—	—	—	—	0,90	3
2	—	—	—	—	—	—	1,20	4
3	—	—	0,60	2	0,90	3	1,50	5
4	0,30	1	0,75	—	1,20	4	1,80	6
5	—	—	0,90	3	1,50	5	2,10	7
6	0,35	1,2	1,00	—	1,80	6	2,40	8
7	—	—	1,10	—	1,95	6,5	2,70	9
8	0,40	1,3	1,20	4	2,10	7	3,00	10

* S_{π} = μέση απόσταση πλευρικών που αντιστοιχεί σε ποσοστό βρεχόμενου εδάφους $P = 0,3$ (30%).

** Ελαφρά: αμμώδη, πηλοαμμώδη.

Μέσα: αμμοπηλώδη, πηλώδη, ιλυοπηλώδη, ιλυώδη, αργιλοπηλώδη, αμμοαργιλοπηλώδη, ιλυοαργιλοπηλώδη.

Βαριά: αμμοαργιλώδη, ιλυαργιλώδη, αργιλώδη.



Παράδειγμα

- Από τη σχέση $q = E_p \cdot S_s \rightarrow E_p = q / S_s$ έχουμε ότι ζεύγη q και S_s με πηλίκο $E_p = 5$ (δεδομένων και των κοινών παροχών: 2,4,6 και 8l/h) είναι τα εξής: 2/0,4 4/0,8 6/1,2 8/1,6
- Από αυτά επιλέγουμε το 4/0,8 γιατί το 2/0,4 είναι ακριβότερο –απαιτεί πιο πολλούς σταλάκτες- και τα 6/1,2 και 8/1,6 δεν διατίθενται στην αγορά και επιπλέον για το 8/1,6 $S_s > 0,8d = 1,2$

Συνέχεια...

- Έστω ότι για την ίδια καλλιέργεια το έδαφος είναι πηλοαμμώδες, τότε:
 - βλέπουμε από τον πίνακα ότι δεν μπορούμε να πετύχουμε $d=1,5$
 - λύση είναι να βάλουμε $S\pi=4m$ –δηλαδή να αλλάξουμε τη διεύθυνση των αγωγών εφαρμογής- τότε το d γίνεται ίσο με $1,2m$ που αντιστοιχεί σε $E\pi=8l/hm$ και ζεύγη $q/S\sigma= 2/0,25$
 $4/0,5$ $6/0,75$ και $8/1$
- Κάντε τις πράξεις για να επιβεβαιώσετε αυτά.....

Συνέχεια...

- Έστω ότι για την ίδια καλλιέργεια το έδαφος είναι πηλοαμμώδες, άλλη λύση είναι να τοποθετήσουμε αγωγούς εφαρμογής με $S\pi=5m$ σε διπλή σειρά:
 - Μέση απόσταση αγωγών εφαρμογής, $S\pi=5/2=2,5m$, $d=0,3 \cdot 2,5=0,75m$ και από τον πίνακα $E\pi=4l/hm$
 - Τα ζεύγη τιμών που ικανοποιούν τη σχέση $q/S\sigma=4l/hm$ είναι τα: $2/0,5$ $4/1$ $6/1,5$ και $8/2$
 - Από αυτά μόνο το $2/0,5$ ικανοποιεί την απαίτηση $S\sigma \leq 0,8 \cdot d=0,6$

Συνέχεια...

- Έστω ότι για την ίδια καλλιέργεια το έδαφος είναι αμμώδες, τότε:
 - βλέπουμε από τον πίνακα ότι δεν έχουμε δυνατότητα για $S\pi = 4$ ή 5m και το μέγιστο είναι $1,3\text{m}$ δηλαδή για κάθε σειρά δένδρων απαιτούνται $4/1,3 = 3$ σειρές αγωγών εφαρμογής (ασύμφορο)
 - λύση είναι να βάλουμε μικροεκτοξευτήρες (θα επιλέξουμε κάποιον με διάμετρο διαβροχής τέτοια ώστε να καλύπτει το 30% της επιφάνειας που αντιστοιχεί σε κάθε δένδρο, δηλαδή $30\% \cdot 4 \cdot 5 = 6\text{m}^2$ άρα αφού $A = \pi \cdot d^2 / 4 \rightarrow d = (4 \cdot A / \pi)^{1/2} \rightarrow d \approx 2,7\text{m}$)



Πρόγραμμα – Δόση άρδευσης

- Δόση άρδευσης:
 - da : δόση άρδευσης (mm)
 - ΔY_{β} : διαθέσιμη υγρασία του εδάφους (% ξηρού βάρους, ίση με υδατοικανότητα – σημείο μάρανσης)
 - E_{ϕ} : φαινόμενο ειδικό βάρος εδάφους (gr/cm^3)
 - d_e : βάθος ενεργού ριζοστρώματος (mm)
 - p : συντελεστής εξάντλησης διαθέσιμης υγρασίας (επιτρεπόμενη μείωση υγρασίας ώστε να μην έχουμε καταπόνηση που μπορεί π.χ. να οδηγήσει σε μείωση παραγωγής)
 - P : ποσοστό όγκου εδάφους που υγραίνεται
- Δόση εφαρμογής:
 - du : δόση εφαρμογής (mm)
 - E_a : βαθμός απόδοσης άρδευσης

$$da = \frac{\Delta Y_{\beta}}{100} \times E_{\phi} \times d_e \times p \times P$$

$$du = \frac{da}{E_a}$$

Προσοχή:

Στο τύπο υπολογισμού του da χρησιμοποιούμε % ξηρού βάρους όσο αφορά την υγρασία, εάν χρησιμοποιήσουμε $m^3 m^{-3}$ τότε δεν χρειάζεται το E_{ϕ}

Σχετικά με τη εξατμισοδιαπνοή...



- Σύμφωνα με κάποιες προσεγγίσεις στη στάγδην άρδευση παρατηρείται μία μείωση των αναγκών που οφείλεται στο γεγονός ότι αρδεύεται ένα τμήμα μόνο του εδάφους. Η μείωση αυτή ονομάζεται μείωση λόγω συστήματος και εκφράζεται από την εμπειρική σχέση:
- $ETMs = ETMs \cdot r$ με $r = P_s / 85 \leq 1$ όπου:
 - ED: η ημερήσια υδατοκατανάλωση (mm/day)
 - P_s : 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

Πρόγραμμα – Εύρος άρδευσης

- Εύρος άρδευσης (days): $EA = \frac{da}{E_D \times K_\sigma} = \frac{d\nu \times E_\alpha}{E_D \times K_\sigma}$
 - da: δόση άρδευσης σε (mm ή m³/στρέμμα)
 - ED: ημερήσια υδατοκατανάλωση (mm day⁻¹)
 - Eα: βαθμός απόδοσης άρδευσης
 - Kσ: μειωτικός συντελεστής στάγδην άρδευσης 0,6-0,9 που εξαρτάται από το ποσοστό σκίασης του εδάφους από τα φυτά (μεγάλη σκίαση – μικρός Kσ)
- Διάρκεια άρδευσης (h): $t = \frac{d\nu \cdot S_\Phi S_\gamma}{n \cdot q}$
 - du: δόση εφαρμογής σε (mm ≈ m³/στρέμμα ή l/m²)
 - 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)



Υδραυλικοί υπολογισμοί



Υδραυλικοί υπολογισμοί

- Εξίσωση παροχής σταλακτών: $q=kH^x$, όπου:
 - Η η πίεση και k, x χαρακτηριστικές παράμετροι του σταλάκτη (ενδεικτικά $k \sim 0,8-2$, $x \sim 0,5-0,7$, για αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες $x=0$)
- Επιτρεπτές διαφορές πίεσης δικτύου: $E\Delta P = 4,5(H_{\pi}/x)(1-OE/A)$ με $A=1-1,27cv/n^{1/2}$, όπου:
 - H_{π} : η μέση πίεση πλευρικών, λαμβάνεται ίση με $1-1,5atm$
 - x, cv : χαρακτηριστικές παράμετροι σταλακτών ($cv \sim 1-15\%$)
 - n : ο αριθμός σταλακτών ανά φυτό
 - OE : ομοιομορφία εκροής
- $E\Delta P_{\text{δευτερευόντων}} = 0,45E\Delta P$ και $E\Delta P_{\text{εφαρμογής}} = 0,55E\Delta P$
- Επιτρεπτά μήκη αγωγών εφαρμογής (πλευρικών): $L_{\pi\epsilon} = 2,243\Delta H\pi^{0,35}E_{\pi}^{-0,648}D_{\pi}^{1,704}(1+e/S)^{-0,35}$, όπου:
 - E_{π} : η μέση εκροή αγωγού εφαρμογής ($=q/S$ l/hm)
 - D_{π} : εσωτερική διάμετρος αγωγού εφαρμογής (mm)
 - e : ισοδύναμο μήκος σταλακτών (m)
 - S : απόσταση σταλακτών (m)
 - ΔH_{π} : απώλειες πίεσης στον αγωγό εφαρμογής ($=E\Delta P_{\pi} \pm \Delta Z_{\pi}$, m) όπου ΔZ_{π} η υψομετρική διαφορά αρχής – τέλους πλευρικού λαμβανομένη θετική (+) για ροή από πάνω προς τα κάτω.



Υδραυλικοί υπολογισμοί

- Διάμετρος δευτερευόντων, $D_{\delta}=0,622L_{\delta}^{0,59}E_{\delta}^{0,38}\Delta H_{\delta}^{-0,2}$
όπου:
 - D_{δ} : εσωτερική διάμετρος δευτερεύοντα (mm)
 - E_{δ} : μέση εκροή δευτερεύοντα ($=Q_{\delta}/L_{\delta}$ l/hm)
 - L_{δ} : μήκος δευτερεύοντα (m)
 - ΔH_{δ} : απώλειες πίεσης δευτερεύοντα ($=E\Delta P_{\delta}\pm\Delta Z_{\delta}$, m), όπου ΔZ_{δ} η υψομετρική διαφορά αρχής – τέλους πλευρικού λαμβανομένη θετική (+) για ροή από πάνω προς τα κάτω.
- Πίεση εισόδου σε αγωγούς εφαρμογής και δευτερεύοντες:
 - $H_{\pi\sigma}=H_{\pi}+0,77E\Delta P_{\pi}\pm(\Delta Z_{\pi}/2)$ και
 - $H_{\delta\sigma}=H_{\pi}+0,77E\Delta P\pm[(\Delta Z_{\pi}+\Delta Z_{\delta})/2]$



Ιδιαιτερότητες

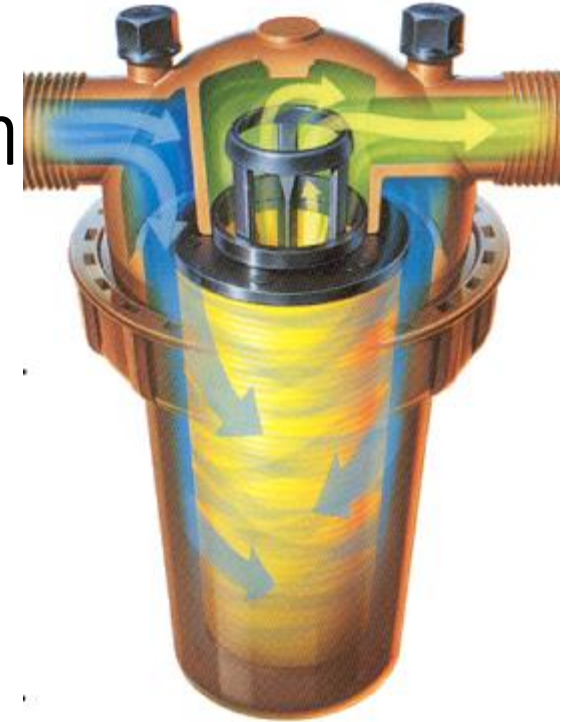
- Πολλές φορές σε μικρά έργα πράσινου απαιτούνται πολύ μικρές παροχές σε κάποιες ζώνες.
 - Αυτό μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα όσο αφορά την καλή λειτουργία των βαλβίδων.
 - Σε τέτοιες περιπτώσεις συστήνεται να ομαδοποιούνται ζώνες.
- Ένα ακόμη ζήτημα είναι ότι στο τέλος κάθε γραμμής με σταλάκτες πρέπει να υπάρχει και μία ελάχιστη πίεση για να μπορεί να γίνει άδειασμα του αγωγού (όταν χρειαστεί)



Υπόγεια στάγδην άρδευση

Υπόγεια άρδευση

- Χρησιμοποιείται ήδη αρκετά χρόνια για άρδευση κάθε είδους φυτού.
- Κυριότερο πρόβλημα είναι η διείσδυση των ριζών στους στάλακτες (αντιμετωπίζεται με χρήση ριζοαπωθητικών ουσιών):
 - Σταλακτηφόροι με εξωτερική έγχυση ριζοαπωθητικού (μέσω ειδικού φίλτρου ή συσκευής venturi)
 - Σταλακτηφόροι με ενσωματωμένο ριζοαπωθητικό



Υπόγεια άρδευση - Πλεονεκτήματα

- Επειδή το σύστημα δεν είναι ορατό, είναι 100% αντιβανδαλικό.
- Είναι το μοναδικό σύστημα όπου επιτρέπεται η χρήση βιολογικά επεξεργασμένου νερού (Γ΄ βαθμού)
- Μηδενικές απώλειες νερού λόγω εξάτμισης ή απορροής.
- Ομοιομορφία άρδευσης σε κάθε είδους έδαφος. Συντελεστής ομοιομορφίας C.U.95% ακόμα και σε συνθήκες ανέμου.
- Είναι δυνατή η εργασία στο χώρο (κούρεμα γκαζόν, κλάδεμα, κλπ.) ακόμα και κατά την διάρκεια της άρδευσης.
- Χώροι που χρησιμοποιούνται όλο το 24-ωρο.
- Ευκολότερη συντήρηση (μη-ύπαρξη επιφανειακών εξαρτημάτων ευαίσθητων στην φθορά).
- Δυνατότητα άρδευσης σε χώρους με ακανόνιστο γεωμετρικό σχήμα (κλειστές γωνίες, καμπύλες, στενές λωρίδες κοκ)

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

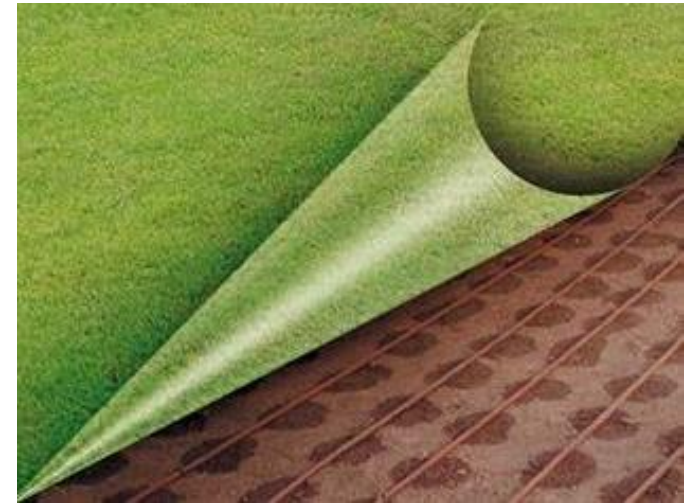
Ανάγκη για πολύ συχνές αρδεύσεις ώστε να μη ψάχνουν οι ρίζες τους σταλάκτες
Ανάγκη για συχνή καθαριότητα των φίλτρων
Διάρκεια ζωής 10-20 έτη



Υπόγεια άρδευση - Σχεδιασμός

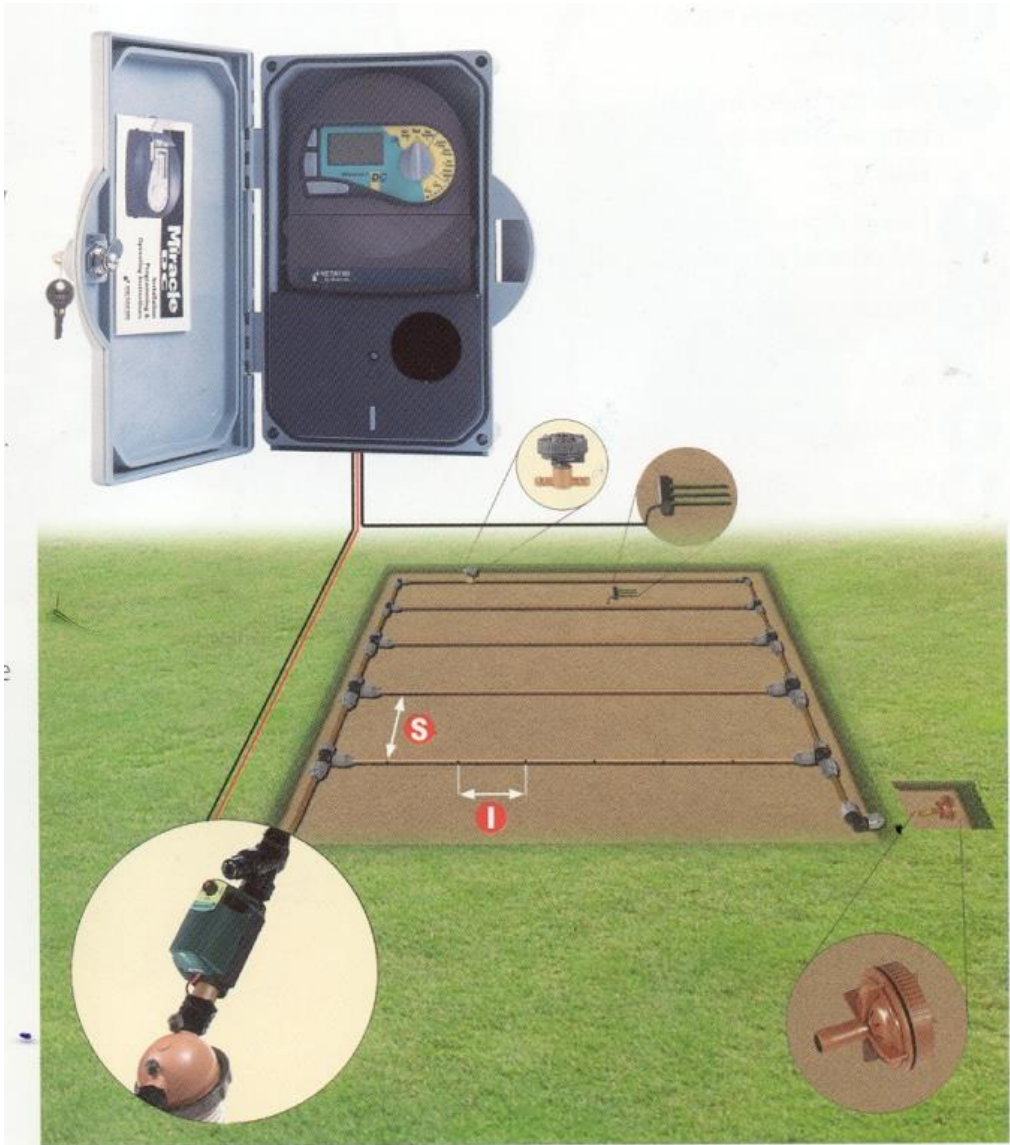
Τυπικές παράμετροι εγκατάστασης:

- Βάθος: 10-20cm
- Αποστάσεις σταλακτών επί των γραμμών: 30-90cm
- Αποστάσεις γραμμών (αγωγών εφαρμογής): 30-90cm
- Τυπικά το δίκτυο περιλαμβάνει:
 - Συσκευή παροχής ριζοαποθητικού (εάν προβλέπεται)
 - Ηλεκτροβάννα – προγραμματιστή
 - Ρυθμιστή πίεσης
 - Βαλβίδα αερισμού
 - Βαλβίδα στράγγισης – ώστε να αδειάζει το νερό μετά από κάθε άρδευση (μείωση πιθανότητας εισόδου ριζών)



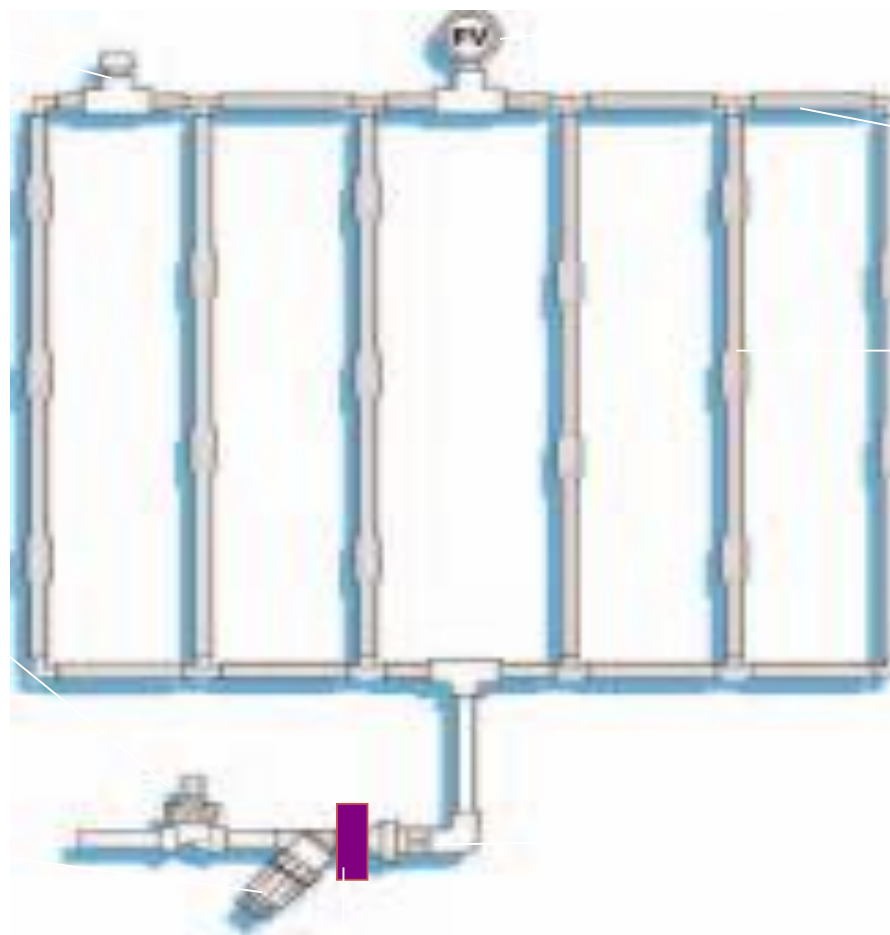


Τυπική διάταξη εγκατάστασης υπόγειας άρδευσης με φίλτρο έγχυσης ριζοαπωθητικού





Τυπική διάταξη υπόγειας άρδευσης



Βαλβίδα αερισμού

Βαλβίδα καθαρισμού 1/2"

Αγωγός συλλογής

Σταλακτηφόρος με ριζοαπωθητικό

Ηλεκτροβάννα

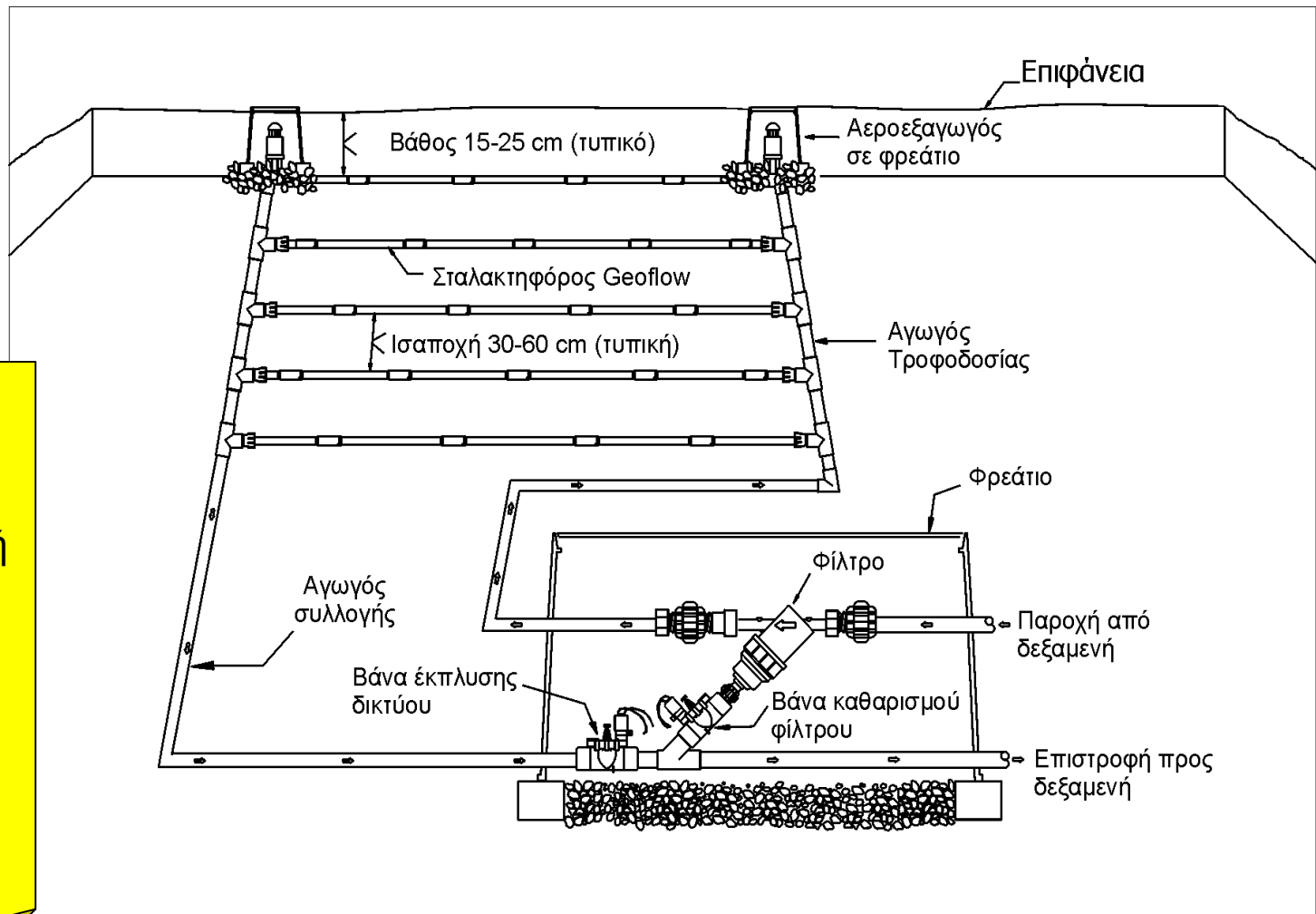
Φίλτρο δίσκων 120 mesh

Ρυθμιστής πίεσης

Θέση σύνδεσης συσκευής έγχυσης ριζοαπωθητικού (όπου απαιτείται)



Τυπική διάταξη εγκατάστασης υπόγειας άρδευσης με ριζοαπωθητικό στους σταλάκτες και χρήση βιολογικά επεξεργασμένου νερού



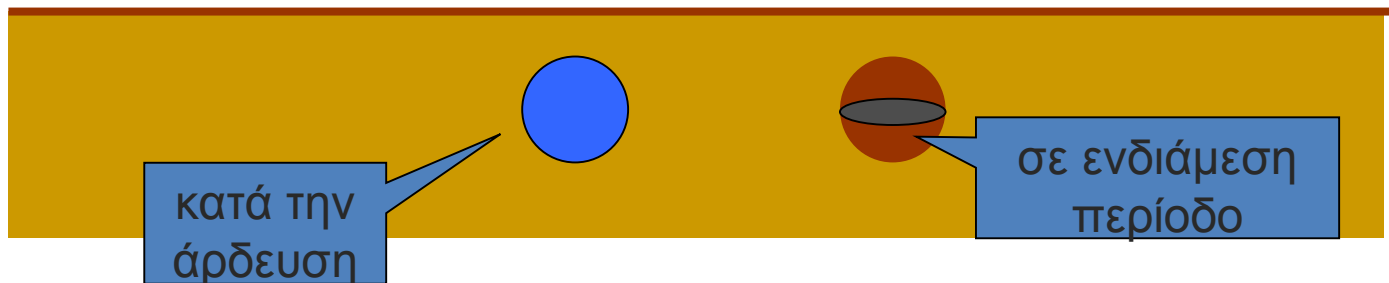
Χρήση ειδικών αγωγών με εσωτερική αντιβακτηριδιακή επίστρωση
Απαραίτητη η ύπαρξη κυκλώματος επιστροφής του επεξεργασμένου νερού λυμάτων

Υπόγεια άρδευση - Παράδειγμα

- ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ
 - ΕΚΤΑΣΗ: 1 ΣΤΡΕΜΜΑ (42m X 24m), ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΠΑΡΟΧΗ: 1,5 m³/h
- ΧΡΗΣΗ ΑΥΤ/ΝΟΥ ΣΤΑΛΛΑΚΤΗΦΟΡΟΥ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ Φ17 με σταλάκτες παροχής 1,6 l/h
- Απόσταση σταλακτών επί του αγωγού: 30cm
- Απόσταση γραμμών άρδευσης (αγωγών εφαρμογής): 30cm
- Απαιτούμενο μήκος σταλακτηφόρου / στρέμμα: ≈ 3360m
- Συνολικός αριθμός σταλακτών=3360m/ 0,3m=11200
- Συνολική παροχή σταλακτών=11200 X 1,6 l/h=17920 l/h=17,92 m³/h
- Αριθμός στάσεων= 17,92 m³/h / 1,5 m³/h= 12
- Μήκος σταλακτηφόρου ανά στάση : 3360 m/ 12=280m
- Παροχή ανά μέτρο σταλακτηφόρου: 100cm / 30cm X 1.6 l/h = 5,33 l/h

Νέα για υπόγεια άρδευση

- Σταλακτηφόρες ταινίες (drip-tapes) χρησιμοποιούνται με επιτυχία σε υπόγεια εφαρμογή μια και όταν αδειάζουν από νερό αφήνουν κένο στο έδαφος λόγω μαζέματος της διατομή από κυκλική σε πεπλατυσμένη με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να εισχωρήσουν οι ρίζες.

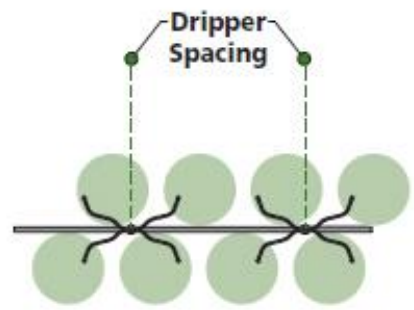
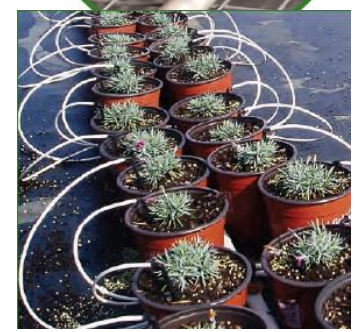
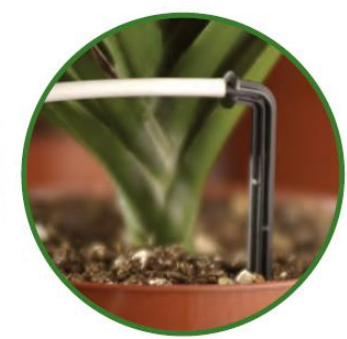
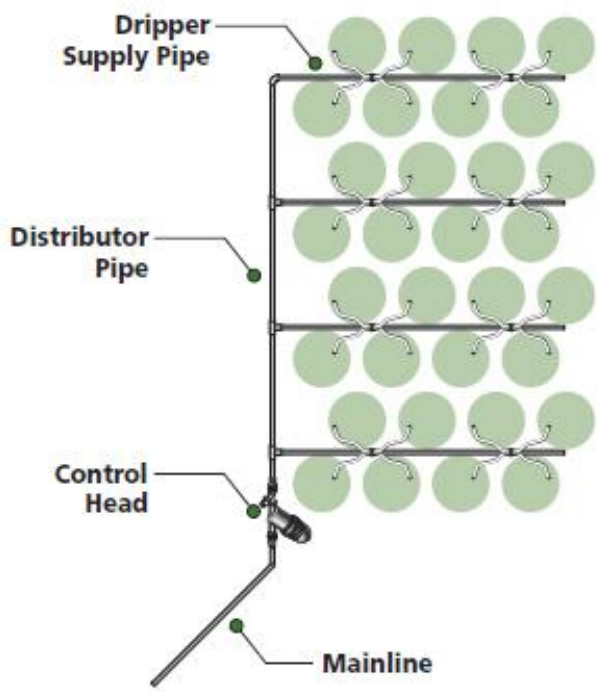




Μικροάρδευση σε καλλιέργειες υπό κάλυψη



Σταλάκτες



Flat 4-Way

PE Tube



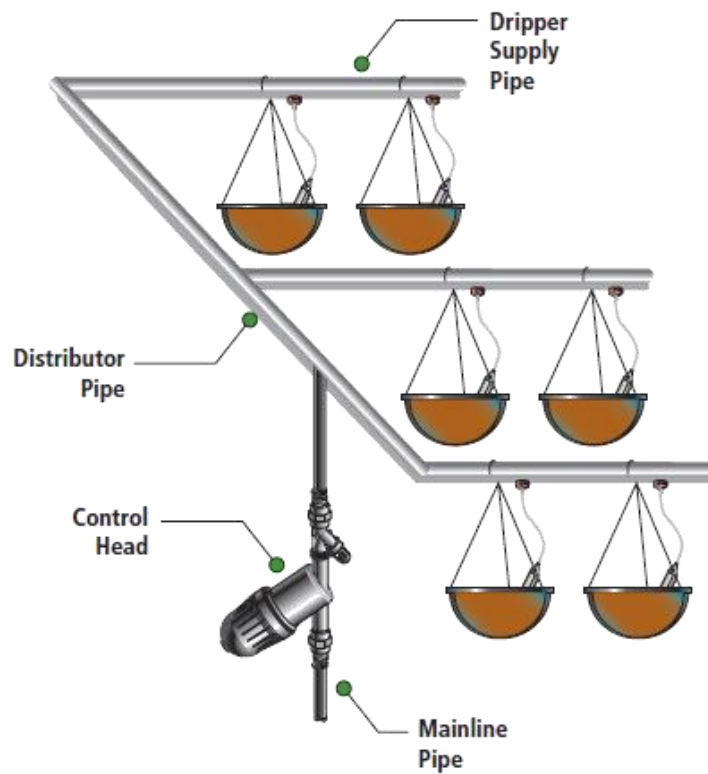
Dripper



Angle Arrow Dripper




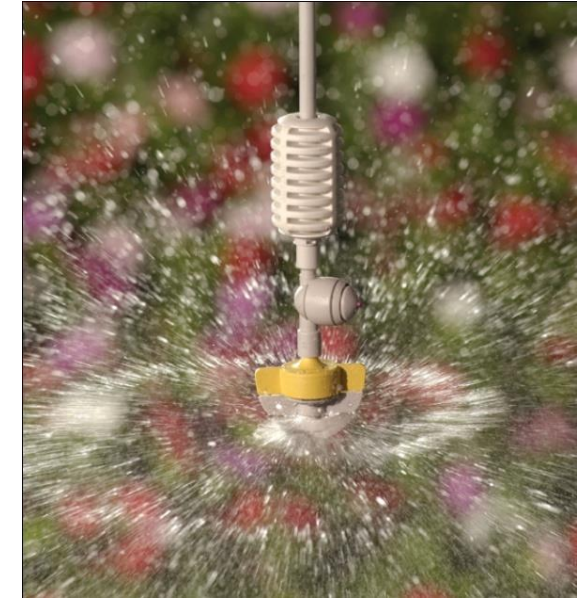
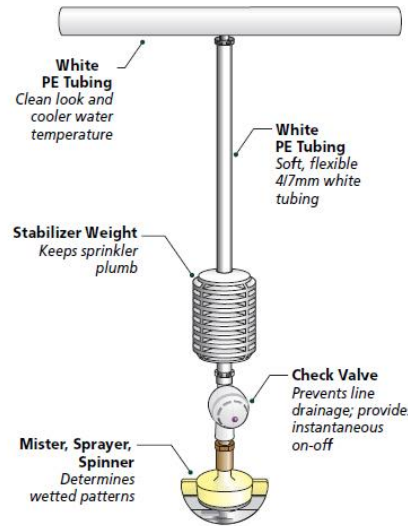
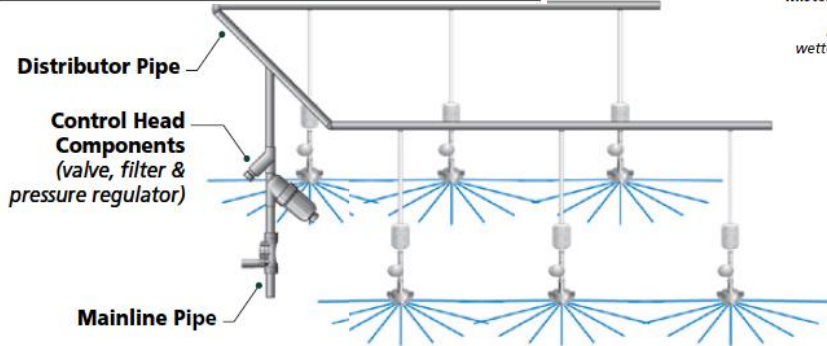
Σταλάκτες



Σταλάκτες για αναρτημένες γλάστρες

Μικροεκτοξευτήρες (micro-sprays)

	SPECIFICATIONS ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
	nozzle ακροφύσιο	lt/h	D(m)
	Orange - Πορτοκαλί	40	5.0
	Black - Μαύρο	70	7.0
	Green - Πράσινο	90	7.5
	Light Blue - Γαλάζιο	105	8.0
	Red - Κόκκινο	120	8.0
	Pink - Ροζ	140	8.5
	Brown - Καφέ	160	8.5
	Yellow - Κίτρινο	200	9.0
	White - Άσπρο	250	9.0
	Olive - Λαδί	300	9.5



Αναρτημένοι εκτοξευτήρες

Μικροεκτοξευτήρες (micro-sprays)



Good Wetting Pattern
Even distribution means little or no water and fertilizer will be lost from drainage and the roots will grow evenly throughout.



Poor Wetting Pattern
When water is not evenly distributed over the surface of a container, overwatered 'hot spots' develop and water channels quickly through the mix and drains away before the plant can use it.



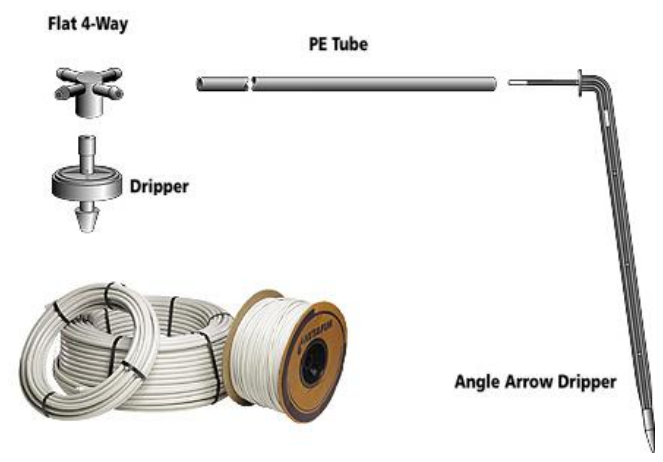
Στάγδην άρδευση σε υδροπονία

Επειδή πολλά υποστρώματα έχουν πολύ μικρή ικανότητα συγκράτησης νερού είναι συχνό φαινόμενο στην υδροπονία να υπάρχουν συχνά σύντομα ποτίσματα (έως και 10/ημέρα το καλοκαίρι)





Σταλάκτες



Πρακτικοί κανόνες στην Ελλάδα

- Αναφορές σχετικά με το σχεδιασμό συστημάτων στάγδην άρδευσης και την εκτίμηση αναγκών σε νερό στην Ελλάδα -ως γενική λύση στο πλαίσιο εκπόνησης μελετών εγκατάστασης και συντήρησης πράσινου- υπάρχουν στα ακόλουθα:
 - ΕΛΟΤ, Ελληνικές Προδιαγραφές τεχνικών έργων:
 - 10-08-01-00 Εγκατάσταση Αρδευτικών Δικτύων
 - 10-06-02-01 Άρδευση φυτών
 - 10-06-02-02 Άρδευση χλοοτάπητα - Φυτών εδαφοκάλυψης - Χλοοτάπητα πρανών
 - ΓΓΔΕ, ΑΤΕΠ (Αναλυτικό τιμολόγιο έργων πράσινου)
 - ...



ΕΛΟΤ 10-08-01-00

Εγκατάσταση Αρδευτικών Δικτύων, §2.8.2 Σταλακτηφόροι:

- Σταλακτηφόρος Φ16-20 με σταλάκτες μακράς διαδρομής: Από γραμμικό ΡΕ, με ενσωματωμένους σταλάκτες μακράς διαδρομής, με λαβύρινθο, με ομοιομορφία στην παροχή των σταλακτών με πίεση λειτουργίας 1-3 atm.
- Σταλακτηφόρος Φ16-20 με αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες: Από γραμμικό ΡΕ, με ενσωματωμένους σταλάκτες μακράς διαδρομής, περιλαμβάνοντας λαβύρινθο και θάλαμο αυτορύθμισης με μεμβράνη σιλικόνης με ομοιομορφία στην παροχή των σταλακτών με εύρος πιέσεων αυτορύθμισης μεταξύ 0,8 - 3,50 atm.
- Σταλακτηφόρος Φ16-20, με αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες και μηχανισμό αποτροπής απορροής: Από γραμμικό ΡΕ, με ενσωματωμένους σταλάκτες μακράς διαδρομής με λαβύρινθο, θάλαμο αυτορύθμισης με μεμβράνη σιλικόνης και με μηχανισμό αποτροπής απορροής του νερού από το σωλήνα. Η ομοιομορφία στην παροχή των σταλακτών θα είναι με εύρος πιέσεων αυτορύθμισης μεταξύ 0,8 - 3,50 atm.
- Σταλακτηφόρος Φ16-20, με ριζοαπωθητικό, με αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες: Από γραμμικό ΡΕ, με ενσωματωμένους σταλάκτες μακράς διαδρομής με λαβύρινθο και θάλαμο αυτορύθμισης με μεμβράνη σιλικόνης. Η ομοιομορφία στην παροχή των σταλακτών θα έχει ένα εύρος πιέσεων αυτορύθμισης μεταξύ 0,8 - 3,50 atm.
- Σταλακτηφόρος Φ16-20 με ριζοαπωθητικό, με αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες και σύστημα αντιστράγγισης: Από γραμμικό ΡΕ, με ενσωματωμένους σταλάκτες μακράς διαδρομής με λαβύρινθο και θάλαμο αυτορύθμισης με μεμβράνη σιλικόνης. Θα υπάρχει ομοιομορφία στην παροχή των σταλακτών. Η πίεση λειτουργίας θα κυμαίνεται μεταξύ 0,8 - 3,50 atm. Θα είναι κατάλληλος για υπόγεια τοποθέτηση, με ενσωματωμένο ή εξωτερικό σύστημα αποτροπής της εισόδου των ριζών σε αυτόν με ριζοαπωθητικό (ενσωματωμένο ή ειδικό φίλτρο με ριζοαπωθητικό ή με εξωτερικό εγχυτήρα ριζοαπωθητικού κλπ).
- Σταλακτηφόρος Φ16-20 με ριζοαπωθητικό, με μη αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες: Παρουσιάζει τα αυτά χαρακτηριστικά με τον προηγούμενο, αλλά με σταλάκτες μακράς διαδρομής μη αυτορυθμιζόμενους.

ΕΛΟΤ 10-08-01-00

Εγκατάσταση Αρδευτικών Δικτύων, § 3.13.1 Σταλάκτες:

- Για την καλύτερη ρύθμιση της άρδευσης προτείνεται να χρησιμοποιούνται σταλάκτες 4 l/h. Οι σταλάκτες τοποθετούνται πάντα κατευθείαν πάνω στις γραμμές άρδευσης, καρφωτοί, σε τρύπα που ανοίγεται με σγρόμπια (καμπυλωτό σκαρπέλο) ανάλογης διαμέτρου και σε κάθε περίπτωση μέσα στη λεκάνη του φυτού, εκτός από τις περιπτώσεις άρδευσης φυτών σε γλάστρες όπου παρεμβάλλεται μικροσωλήνας Φ6 και στερεώνεται με ειδικό πλαστικό πασσαλάκι.
- Στα δενδρύλλια πρανών και στους θάμνους κάθε είδους, θα τοποθετείται ένας σταλάκτης σε κάθε φυτό, κοντά στον κορμό του.
- Σε δένδρα με διάμετρο μπάλας ή φυτοδοχείου μέχρι 24 cm τοποθετούνται δυο σταλάκτες σε απόσταση περίπου 0,20 m έως 0,30 m δεξιά και αριστερά από τον κορμό του.
- Σε δένδρα με διάμετρο μεγαλύτερη, ο αριθμός των σταλακτών εξαρτάται από το μέγεθος του δένδρου και τις μικροκλιματικές συνθήκες.

ΕΛΟΤ 10-06-02-02

Άρδευση χλοοτάπητα - Φυτών εδαφοκάλυψης - Χλοοτάπητα πρανών, §3.2.4. Άρδευση με σταγόνες:

- Το πότισμα γίνεται μέσω σωληνωτού δικτύου ποτίσματος όπου ο σταλακτηφόρος σωλήνας δικτυώνεται σε όλη την επιφάνεια των φυτών εδαφοκάλυψης. Οι ενσωματωμένοι στάλακτες έχουν απόσταση μεταξύ τους από 0,25 έως 0,40m και οι γραμμές των σωλήνων απέχουν από 0,3 έως 0,5m. Οι σταλακτηφόροι είναι επιφανειακοί ή υπόγειοι.

Στις προδιαγραφές αυτές υπάρχουν και άλλα σημεία που αφορούν συστήματα στάγδην (βαλβίδες αερισμού, ηλεκτροβάνες, κοκ)

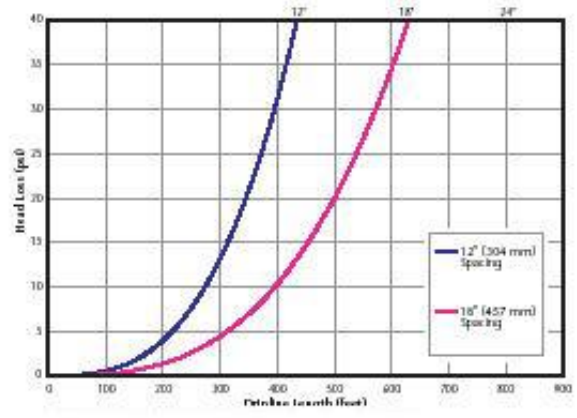


Κατασκευαστικές λεπτομέρειες Μελέτες περίπτωσης



Συστάσεις σχεδιασμού από της εταιρείες κατασκευής υλικών

Head Loss vs. Dripline Length and Emitter Spacing
DL2000 5/8", 0.53 GPH (2 LPH) Emitter @ 0% Slope

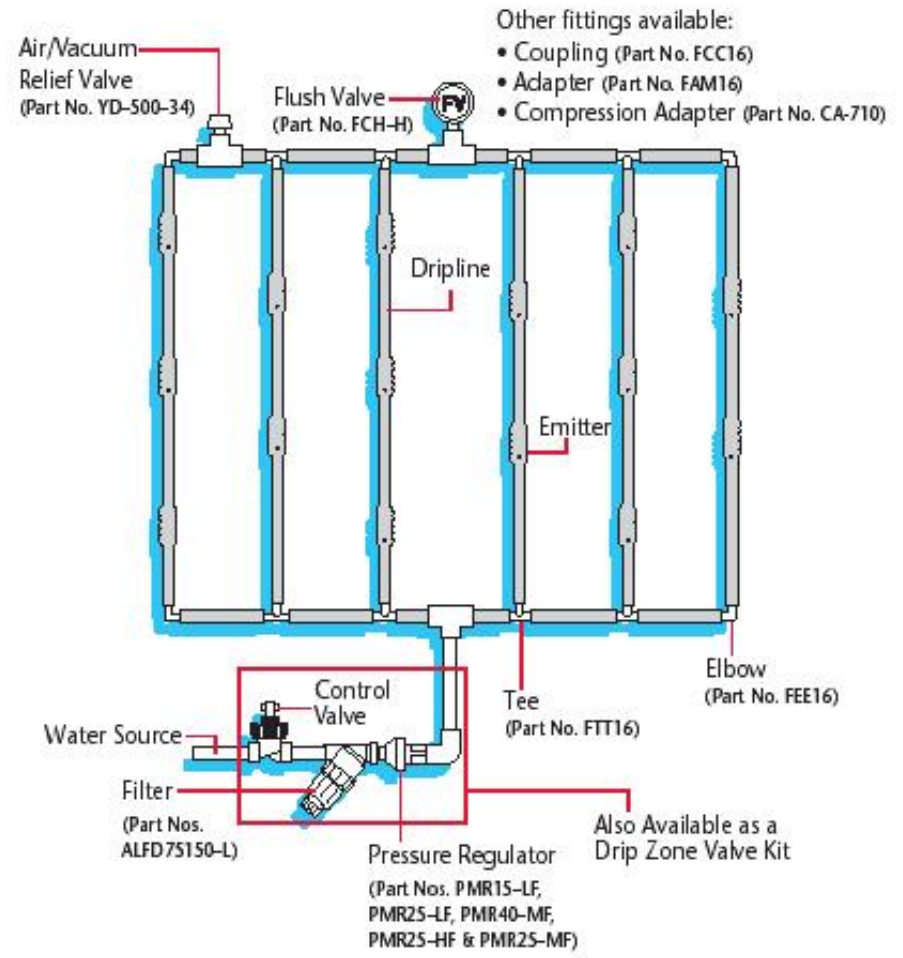


Specifications—DL2000 5/8"

Coefficient of Variation (Cv)	≤ 5%	
Flow Exponent (x)	0.05	
Inside Diameter	0.620"	15,75mm
Outside Diameter	0.710"	18,03mm
Wall	0.045"	1,143mm
Operating Pressure (P)	15–60 psi	1,03–4,13 Bar
Minimum Filtration Requirement	120 Mesh	125 Micron
Hazen-Williams C Factor	140	
Barb Loss Factor (Kd)	.98	

Length of Run Chart—Metric

(15.75mm ID/18mm OD)			Inlet Pressure vs. Maximum Length of Run in Meters			
Part Number	Flow Rate	Emitter Spacing	1,03 Bar	1,72 Bar	2,07 Bar	2,76 Bar
RPG212	2,0 LPH	30,5 cm	76 m	110 m	122 m	140 m
RPG218	2,0 LPH	45,7 cm	107 m	157 m	172 m	198 m
RPG412	4,0 LPH	30,5 cm	49 m	73 m	79 m	91 m
RPG418	4,0 LPH	45,7 cm	73 m	104 m	114 m	131 m

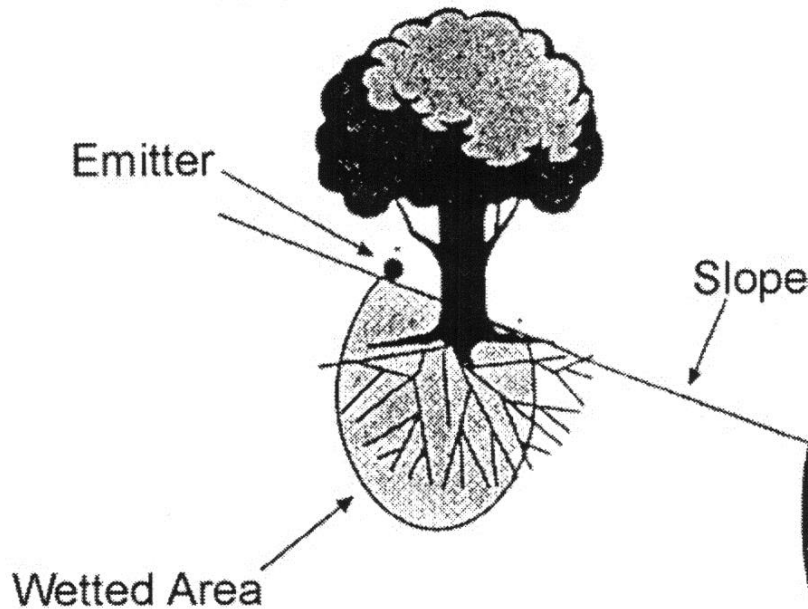


Οι κατασκευαστές προτείνουν πρακτικούς κανόνες σχεδιασμού για τα προϊόντα τους (TORO)

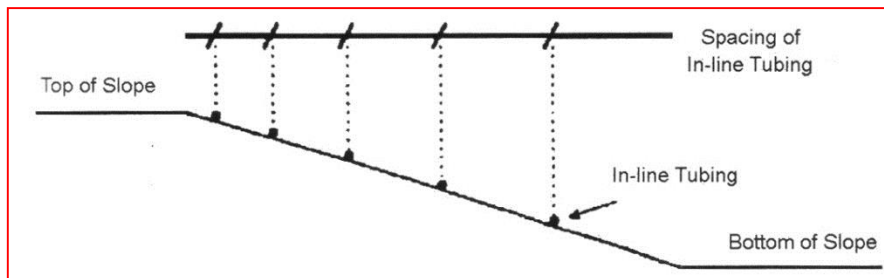
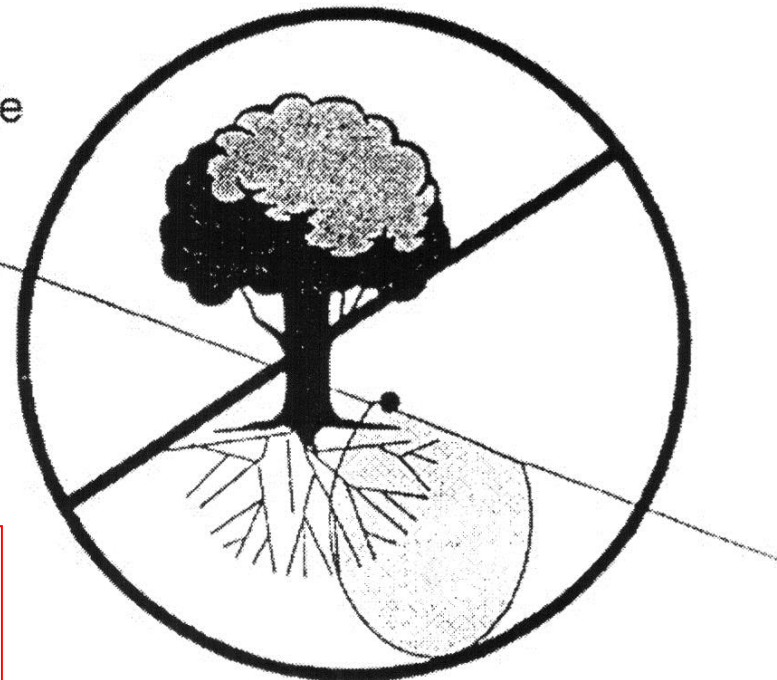


Τοποθέτηση σε αγροτεμάχια με κλίση

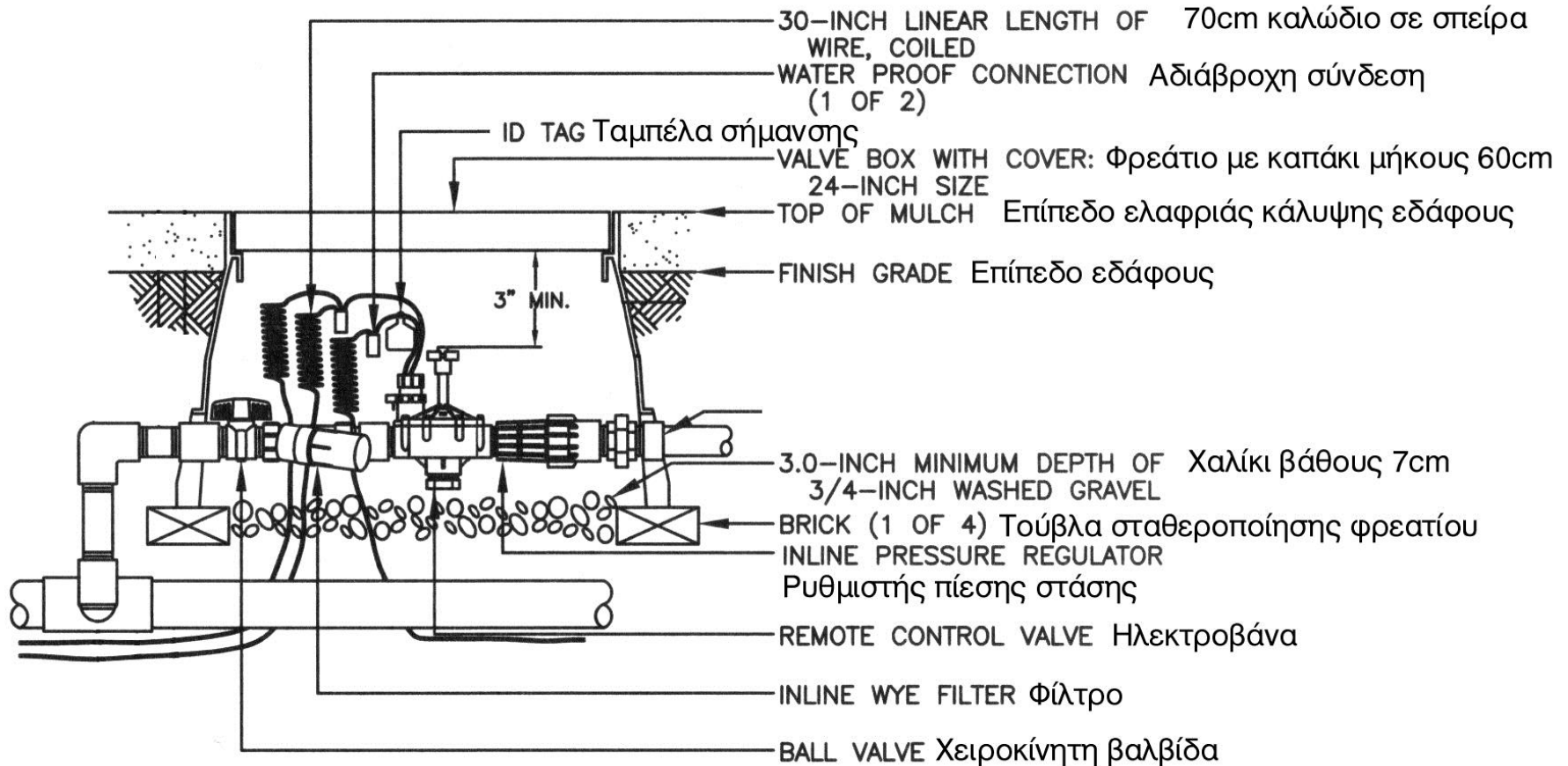
Correct Emitter Placement



Incorrect Emitter Placement



Τυπικό φρεάτιο





Σχετικά με την τοποθέτηση φίλτρων, ρυθμιστών πίεσης, βαλβίδων αερισμού

ΚΟΚ

- Ο ρυθμιστής πίεσης μπαίνει πάντα στο τέλος όλης της σειράς εξαρτημάτων της κεφαλής ώστε να ελέγχουμε με ακρίβεια την πίεση από εκεί και πέρα.
- Το φίλτρο μπορεί να μπει και πριν την Η/Β, μάλιστα πολλοί υποστηρίζουν ότι αυτή η λύση είναι καλύτερη μια και δεν περνάνε ξένα σώματα στην Η/Β.
- Σε κάθε περίπτωση στην αρχή του συστήματος είναι καλό να υπάρχει χειροκίνητη βαλβίδα.
- Οι βαλβίδες αερισμού τοποθετούνται σε ψηλά σημεία. Βοηθούν στο να απομακρύνεται γρήγορα ο αέρας στην αρχή της άρδευσης αλλά και να μην εισέρχεται βρώμικο νερό στο σύστημα στο τέλος της άρδευσης σε περιπτώσεις που δημιουργούνται υποπίεσεις π.χ. σε ψηλά σημεία).

Xeriscaping

- Οι επτά βασικές αρχές του Xeriscaping™ όπως ορίστηκαν από το Denver Water Department που εισήγαγε τον όρο το 1980 είναι οι εξής:
 1. κατάλληλος σχεδιασμός του έργου πράσινου,
 2. ανάλυση και βελτίωση του εδάφους,
 3. κατάλληλη επιλογή φυτών και ομαδοποίηση των φυτών ανάλογα με τις ανάγκες τους σε νερό,
 4. σχεδιασμός περιοχών με χλοοτάπητες που μπορούν να αρδευτούν εύκολα,
 5. αποτελεσματική άρδευση,
 6. χρήση υλικών κάλυψης –mulching- (άχυρο, φύλλα κοκ) και
 7. κατάλληλη συντήρηση.
- Η μικροάρδευση είναι το κατ'εξοχήν σύστημα άρδευσης που ταιριάζει με την ιδέα του xeriscaping.



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



ΕΣΠΑ
2007-2013
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη
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



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

